

# वार्षिक प्रतिवेदन Annual Report 2016-17



सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान  
भावनगर

CSIR-Central Salt & Marine Chemicals Research Institute

Bhavnagar



माननीय विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी  
और पृथ्वी विज्ञान मंत्री, डॉ. हर्षवर्धन ने  
सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई का  
दौरा किया (25 जून 2016)



Honorable Science & Technology and  
Earth Sciences Minister, Dr. Harsh Vardhan  
paid a visit to CSIR-CSMCRI  
(25 June 2016)





# वार्षिक प्रतिवेदन Annual Report 2016-17

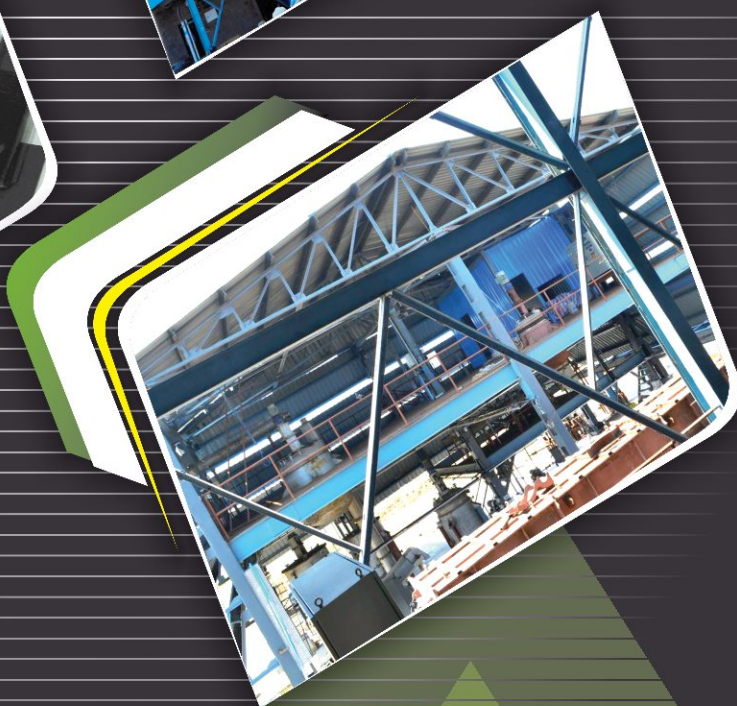




# सीएसआईआर- सीएसएमसीआरआई CSIR-CSMCRI

visit us at : [www.csmcri.res.in](http://www.csmcri.res.in) ; e-mail : [director@csmcri.res.in](mailto:director@csmcri.res.in) ; [bdim@csmcri.res.in](mailto:bdim@csmcri.res.in)







**प्रकाशन / Published by**

डॉ. अमिताव दास / Dr. Amitava Das

निदेशक / Director, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई / CSIR-CSMCRI



**परामर्श / Advice**

डॉ. कन्नन श्रीनिवासन / Dr. Kannan Srinivasan

•

**संकल्पना एवं संपादन / Concept and Editing**

डॉ. दिवेश नारायण श्रीवास्तव / Dr. Divesh N. Srivastava



# प्रकाशन दल Publishing Team

## संयोजक ...

डॉ. अविनाश मिश्रा  
(सामग्री संग्रह समिति)  
डॉ. कान्ति भूषण पाण्डेय  
(अनुवाद समिति)  
श्री संदीप कुमार वानिया  
(मुद्रण समिति)

## सदस्य ...

श्री आलोक कुमार  
(प्रशासनिक अधिकारी)  
डॉ. आलोक रंजन पैटाल  
डॉ. अनिल कुमार एम.  
डॉ. अंकुर गोयल  
डॉ. बाबूलाल रेबारी  
श्री भूपेन्द्र कुमार मरकम  
श्रीमती दीना भट्ट, हिंदी अधिकारी  
श्री दिनेश कुमार  
(वित्त एवं लेखा अधिकारी)  
डॉ. डोड्डाभीमप्पा आर. गंगपुर  
डॉ. हितेश टी. सरवैया  
डॉ. मंगल एस. राठौड़  
श्री मयंक रूंगटा  
डॉ. प्रताप एस. बापट  
श्री प्रमोद मकवाना  
डॉ. राजेश पाटीदार  
डॉ. रवि प्रकाश  
श्री संजय डी. पाटिल  
डॉ. शांतनु करण  
डॉ. सरोज शर्मा  
श्री सतीश चंद्र  
(स्टोर और क्रय अधिकारी)  
श्री शिवाजी घोष  
डॉ. शिल्पी कुशवाहा  
डॉ. शुभदीप नियोगी  
डॉ. सुभाष सी. घोष  
डॉ. सुकल्याण भद्र  
डॉ. उमा चटर्जी  
डॉ. वैभव कुलश्रेष्ठ

## Conveners ...

Dr. Avinash Mishra  
(Content Collection Committee)  
Dr. Kanti B. Pandey  
(Translation Committee)  
Mr. Sandip Kumar Vaniya  
(Printing Committee)

## Members ...

Mr. Alok Kumar  
(Administrative officer)  
Dr. Alok Ranjan Paital  
Dr. Anil Kumar M  
Dr. Ankkur Goel  
Dr. Babulal Rebary  
Mr. Bhupendra Kumar Markam  
Mrs. Dina Bhat, Hindi Adhikari  
Mr. Dinesh Kumar  
(Finance & Account Officer)  
Dr. Doddabhimappa R Gangapur  
Dr. Hitesh T. Saravaia  
Dr. Mangal S. Rathore  
Mr. Mayank Roongta  
Dr. Pratap S. Bapat  
Mr. Promod Makwana  
Dr. Rajesh Patidar  
Dr. Ravi Prakash  
Mr. Sanjay D. Patil  
Dr. Santanu Karan  
Dr. Saroj Sharma  
Mr. Satish Chandra  
(Store & Purchase Officer)  
Mr. Shibaji Ghosh  
Dr. Shilpi Kushwaha  
Dr. Subhadip Neogi  
Dr. Subhash C. Ghosh  
Dr. Sukalyan Bhadra  
Dr. Uma Chatterjee  
Dr. Vaibhav Kulshreshtha







# सूची Index

निदेशक की कलम से

From the Director's Desk

विषय वार प्रतिवेदन

Theme wise Reports

अध्याय - 1	थोक रसायन	
Chapter -1	Bulk Chemicals	001
अध्याय - 2	उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण	
Chapter -2	Fine Chemicals & Catalysis	017
अध्याय - 3	पदार्थ विज्ञान	
Chapter - 3	Materials	031
अध्याय - 4	ऊर्जा	
Chapter - 4	Energy	049
अध्याय - 5	जल	
Chapter -5	Water	055
अध्याय - 6	स्वास्थ्य संरक्षण	
Chapter -6	Healthcare	067
अध्याय - 7	पर्यावरण	
Chapter -7	Environment	077
अध्याय - 8	कृषि	
Chapter -8	Agriculture	085
अध्याय - 9	सामाजिक सेवा	
Chapter -9	Social service	103
	अनुलग्नक	
	Annexure	111

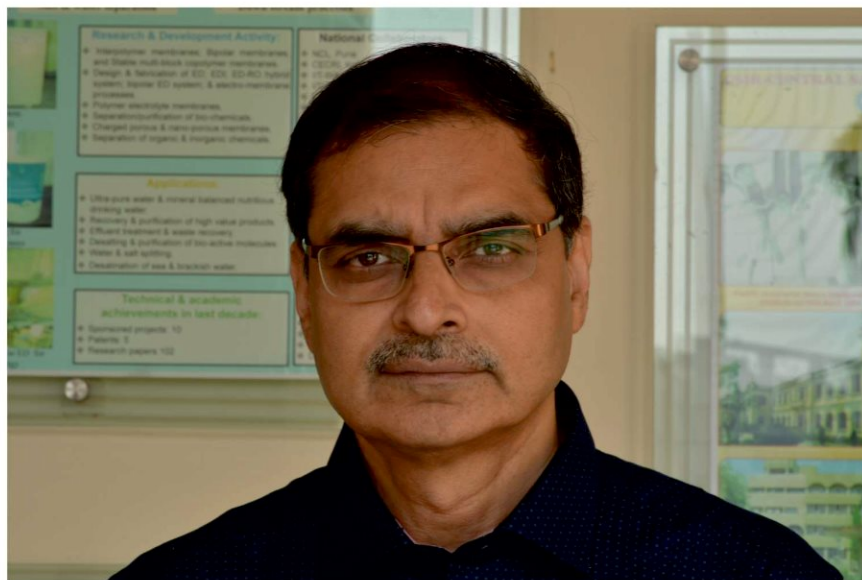








## निदेशक की कलम से



बहुत गर्व और उपलब्धि के साथ, मैं 2016-2017 के लिए सीएसआईआर-केंद्रीय नमक और समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान (सीएसएमसीआरआई), भावनगर की वार्षिक रिपोर्ट प्रस्तुत कर रहा हूँ। राष्ट्र की सेवा करने की प्रतिबद्धता के साथ, सीएसएमसीआरआई ने खुद को शिक्षा, अनुसंधान, प्रशिक्षण, परीक्षण, रूप-रेखा, नियोजन, नवाचार, प्रौद्योगिकी विकास और सामाजिक सशक्तिकरण के केंद्र के रूप में विकसित किया है।

अपनी सिद्ध विशेषज्ञता के साथ सीएसएमसीआरआई औद्योगिक नमक की गुणवत्ता और पैदावार में सुधार, समन्वित तरीके से समुद्री रसायनों की प्राप्ति, विभिन्न हरे कार्बनिक रूपांतरणों के लिए विशेष अकार्बनिक सामग्री और उत्प्रेरक का निर्माण, पर्यावरण निगरानी, लेखा परीक्षा और प्रभाव मूल्यांकन अध्ययन और ठोस/ तरल कचरे से मूल्य वर्धित उत्पादों के निर्माण में विभिन्न प्रकार की सेवाएं प्रदान करता है। सीएसएमसीआरआई ने वर्धित उपयोग अवधि वाले उन्नत जल विलवणीकरण/ शुद्धिकरण आरओ/ यूएफ/ इडी मेम्ब्रेन डिजाइन करने में अलग पहचान बनाई है। संस्थान की केंद्रीय उपकरण सुविधाओं (सीआईएफ) का न केवल संस्थान के लिए बल्कि सीएसआईआर के बाहर अन्य संस्थानों में भी वैज्ञानिक सेवाओं में महत्वपूर्ण योगदान है।

वर्तमान रिपोर्ट में सीएसएमसीआरआई में चल रही परियोजनाओं/ सहयोगों और इन परियोजनाओं के तहत किए गये विभिन्न शोधों के परिणाम और संस्थान की अन्य उपलब्धियां शामिल हैं। यह संतुष्टि दायक है कि संस्थान के प्रदर्शन में लगातार सुधार हो रहा है, जो कि विकसित प्रौद्योगिकियों की संख्या, दायर किए गए और स्वीकृत किए गए पेटेंट और प्रतिष्ठित पत्र-पत्रिकाओं में प्रकाशित वैज्ञानिक शोध पत्रों के रूप में परिलक्षित होता है। इस प्रतिवेदित वर्ष में, 165 शोध पत्र और कई पुस्तक अध्याय अंतर्राष्ट्रीय प्रकाशकों के साथ प्रकाशित किए गए हैं। 2016-2017 के दौरान, कुल 39 पेटेंट स्वीकृत किए गए, जिनमें से अधिकांश (31) भारत के बाहर हैं। इसके अलावा, 32 नए पेटेंट आवेदन (19 भारत के बाहर) दायर किए गए हैं। विकसित कई तकनीकों को उद्योगों को स्थानांतरित किया गया। इनमें भूरे शैवाल-सर्गासम से तरल समुद्री शैवाल उर्वरक के लिए प्रक्रिया; स्टाइलिन से स्टाइलिन ऑक्साइड के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी; 2-फिनाइल इथेनॉल के लिए स्टाइलिन ऑक्साइड का हाइड्रोजनीकरण और बेहतर संचालन, रखरखाव और वर्धित उत्पादन के साथ धरेलू सौर स्टिल शामिल हैं। ये वैज्ञानिक और वैज्ञानिक कर्मचारियों द्वारा किए गए अनुसंधान परियोजनाओं के मजबूत प्रौद्योगिकी अंतरण घटक की गवाही देते हैं।





सीएसएमसीआरआई के वैज्ञानिकों ने प्रतिष्ठित राष्ट्रीय/ अंतर्राष्ट्रीय पुरस्कार और वृत्तियां प्राप्त की। मैं उनकी उपलब्धियों के लिए उन्हें बधाई देता हूं। 2016-2017 के दौरान दुनिया भर से प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों और शोधकर्ताओं ने सीएसएमसीआरआई का दौरा किया। संस्थान ने सम्मेलनों, सेमिनारों और कार्यशालाओं की एक श्रृंखला की भी मेजबानी की। मानव संसाधन विकास के लिए अपनी प्रतिबद्धता के साथ, संस्थान में काम करने वाले 14 छात्रों को पीएच.डी. उपाधि प्रदान की गयी। इसके अलावा, विभिन्न संस्थानों और विश्वविद्यालयों के कई छात्रों ने संस्थान में अपने M.Sc./ M.Tech शोध प्रबंध किए। अपनी प्रवीणता को अद्यतन करने के लिए संस्थान के वैज्ञानिकों ने समय-समय पर विभिन्न प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भाग लिया।

सीएसएमसीआरआई ने समाज के लिए सराहनीय सेवा प्रदान करके, विशेषकर प्राकृतिक आपदाओं के समय सामुदायिक जल शोधन इकाइयों की स्थापना के माध्यम से सुरक्षित पेयजल प्रदान करके और उन्नत जल शोधन प्रणाली से लैस मोबाइल बस तैनात कर खुद को प्रतिष्ठित किया है।

मैं अपने मूल्यवान मार्गदर्शन और समर्थन के लिए सीएसएमसीआरआई अनुसंधान परिषद के अध्यक्ष और सदस्यों के प्रति अपनी गहरी कृतज्ञता व्यक्त करता हूं। मैं महानिदेशक-सीएसआईआर और मुख्यालय के अन्य कर्मचारियों को उनके समर्थन और हम पर विश्वास के लिए धन्यवाद देता हूं। मैं संस्थान के सुचारु कामकाज के लिए मेरा समर्थन करने के लिए अपने सभी स्टाफ सदस्यों, प्रबंधन परिषद और हित-धारकों की सराहना के साथ धन्यवाद करता हूं। मैं इस वार्षिक प्रतिवेदन को सुरुचिपूर्ण तरीके से सामने लाने के लिए प्रकाशन मंडली के प्रयासों की भी सराहना करता हूं।

शानदार वैज्ञानिक मानस, अद्वितीय अनुसंधान उपलब्धियों और नवीन एवं किफायती प्रौद्योगिकियों की एक विस्तृत श्रृंखला के साथ, हम एक रोमांचक भविष्य के लिए तैयार हैं।

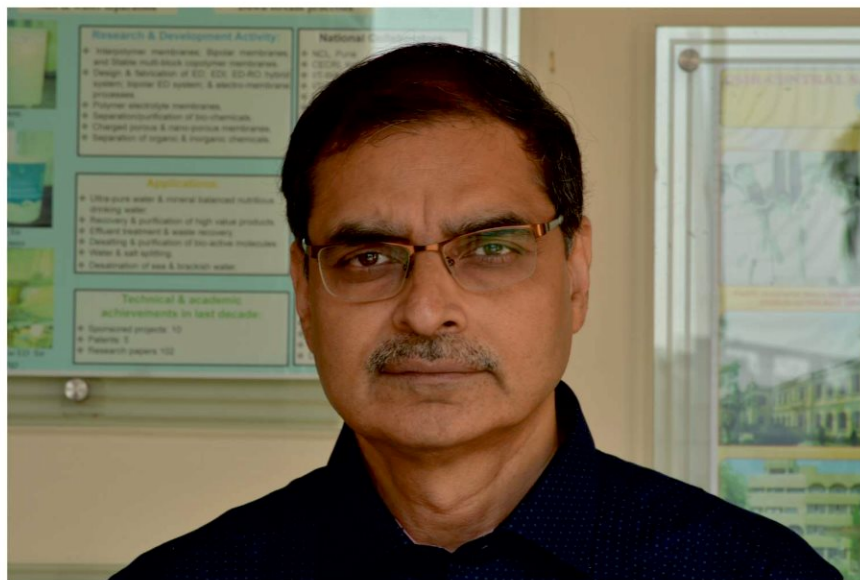
अमिताव दास

(अमिताव दास)





## From the Director's Desk



With great pride and accomplishment, I present the Annual Report of CSIR-Central Salt and Marine Chemicals Research Institute (CSMCRI), Bhavnagar, for 2016-2017. Following the commitment to serve the nation, CSMCRI has developed itself as a hub of education, research, training, testing, designing, planning, innovation, technology development and social empowerment.

CSMCRI with its proven expertise offers a variety of services in improving the quality and yield of industrial salt, recovery of marine chemicals in an integrated manner, preparation of specialty inorganic materials & catalysts for various green organic transformations, environment monitoring, audit & impact assessment studies and preparation of value-added products from solid/liquid wastes. CSMCRI has distinguished itself for designing the advanced water desalination/purification RO/UF/ED membranes with enhanced life. Institute's Central Instrumentation Facilities (CIF) have significant contributions in scientific services not only for the institute but also to other institutions outside CSIR.

The present report covers the details of projects/ collaborations going on in CSMCRI and results of various investigations carried out under these projects and other achievements of the Institute. It is gratifying that the performance of the institute has been continually improving, which is reflected in the form of the number of technologies developed, patents filed and granted, and scientific papers published in reputed journals. In this reported year, 165 research papers and several book chapters were published with international publishers. During 2016-2017, a total of 39 patents were granted, a majority of which (31) outside India. Further, 32 new patent applications (19 outside India) have been filed. Several technologies developed were transferred to industries. These include Process for the liquid seaweed fertilizer from brown algae-Sargassum; Technology for the production of Styrene Oxide from Styrene; Hydrogenation of styrene oxide to 2-phenyl



ethanol and improved household solar still with easy operation, maintenance and enhanced output. These testify the strong translational component of the research projects undertaken by the scientists and scientific staffs.

Scientists of CSMCRI bagged reputed national/ international awards & fellowships. I congratulate them for their achievements. A large number of eminent scientists and researchers across the world visited CSMCRI during 2016-2017. The institute also hosted a series of conferences, seminars and workshops. With its commitment to Human resource development, 14 students working in the institute were awarded Ph.D. degrees. Besides, many students from various institutes and universities did their M.Sc./ M.Tech dissertations at the Institute. To update their proficiency the scientists of the institute participated in various training programmes from time to time.

CSMCRI has distinguished itself by rendering commendable service to the society, especially at the times of natural disasters by providing safe drinking water through establishing community water purification units and sending the mobile bus equipped with advanced water purification systems.

I express my deepest gratitude to the Chairman and the members of CSMCRI research council for their valuable guidance and support. I extend my sincere thanks to the DG-CSIR and other staffs from the Headquarter for their support and confidence to us. I acknowledge with appreciation all my staff members, management council and stakeholders to support me for the smooth functioning of the institute. I also appreciate the efforts of the publishing team for bringing out this annual report in an elegant manner.

With a huge pool of brilliant scientific minds, unique research achievements and a basketful of a wide range of innovative and affordable technologies, we are well poised for an exciting future.

(Amitava Das)





## विषयवस्तु: थोक रसायन

## Theme: Bulk Chemicals

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

थोक रसायन उपयोगी रसायन हैं जो स्थानीय तथा राष्ट्रीय जरूरतों को पूरा करने के लिए बहुत बड़े पैमाने पर बनाए जाते हैं। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई दुनिया के अग्रणी संस्थानों में से एक है जो नमक और समुद्री जैव रासायनिक उत्पादों से संबंधित विभिन्न अनुसंधान और विकास गतिविधियों के लिए जाना जाता है। भारत में नमक निर्माण प्रक्रियाओं के क्षेत्र में सराहनीय अनुसंधान एवं विकास नवाचार और मौलिक अध्ययन करने के लिए यह एकमात्र संस्थान है। अपने प्रयासों में, सीएसएमसीआरआई ने राष्ट्रीय आवश्यकताओं की पूर्ति के लिए उच्च शुद्धता वाले सौर नमक, डबल फोर्टीफाइड नमक (डीएफएस) और पोटैसिक उर्वरक के उत्पादन हेतु लागत प्रभावी तकनीकों के विकसित की हैं। नमक और समुद्री रसायनों पर आर्थिक और पर्यावरणीय रूप से सतत प्रक्रियाओं पर तकनीकी उत्कृष्टता प्रदान करने के लिए, संस्थान विभिन्न उद्योगों तथा अन्य शोध संस्थानों और अकादमिक संस्थानों के साथ मिलकर काम करता है। नमक और समुद्री रसायन के क्षेत्र में संस्थान को कई राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पेटेंट प्राप्त हुए हैं तथा तकनीकों को विकसित कर नमक उद्योगों को स्थानांतरित किया गया है। सामाजिक अभियान के हिस्से के तहत, यह संस्थान नमक संकर्मों के विकास हेतु उपयुक्त भूमि के सर्वेक्षण, देश के विभिन्न हिस्सों में मॉडल नमक संकर्म की स्थापना और नमक निर्माताओं, औद्योगिक कर्मियों को सर्वोत्तम प्रथाओं का प्रदर्शन करने के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित करता है। इस संस्थान ने सरकारी और गैर-सरकारी एजेंसियों जैसे SEWA, ANANDI, AHAM, आदि के साथ मिलकर नमक और समुद्री रसायनों पर देश भर में नमक समूह विकसित किया है।

### Thematic core competences

Bulk chemicals are the commodity chemicals that are made on a very large scale to satisfy the local and national needs. CSIR-CSMCRI is one of the world's leading institutes known for various R&D activities related to salt and marine biochemical products. This is the only institute in India to carry out commendable R&D innovations and fundamental studies in the area of salt manufacturing processes. In its endeavor, CSMCRI has developed cost-effective technologies for production of high purity solar salts, Double Fortified Salt (DFS) and potassic fertilizer to meet the national need. The institute works closely with various industries and other R&D and academic institutes to offer technological excellence on economically and environmentally sustainable processes on salt and marine chemicals. Several national and international patents have been granted to the institute in the area of salt and marine chemicals and technologies have been developed and transferred to salt industries. As a part of the social mission, this institute also works on the survey of lands for suitability of development of salt works, establishing model salt works at various parts of the country and conducts training programs for salt manufacturers, industrial personnel to demonstrate the best practices of salt manufacturing. This institute has also



developed salt cluster across the country on salt & marine chemicals with governmental and Non-Governmental agencies like SEWA, ANANDI, AHAM, etc.

### जलीय NaCl विलयन में जिप्सम के घुलनशीलता व्यवहार का मौलिक अध्ययन Fundamental studies on the solubility behavior of gypsum in aqueous NaCl solutions

जिप्सम ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) आम नमक में प्रमुख अशुद्धता में से एक है जो सोडियम क्लोराइड के साथ आता है और इसे अलग करना मुश्किल है। इसलिए, उच्च शुद्धता वाले नमक को प्राप्त करने के लिए, एडिटिव्स द्वारा विलेयता व्यवहार में बदलाव एक सामान्य प्रवृत्ति है। जलीय NaCl विलयन में कैल्शियम सल्फेट डाइहाइड्रेट (जिप्सम,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) के घुलनशीलता व्यवहार का अध्ययन फिटकरी ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) (10 wt% तक) तथा पॉली एल्युमिनियम क्लोराइड ( $[\text{Al}(\text{OH})_a\text{Cl}_b]_n$ ,  $a \text{ \& } b, a > 1.05; n \sim 15$ ) (6 wt% तक) जैसे फ्लोकेटिंग एजेंट मिलाकर  $35^\circ\text{C}$  तापमान पर किया गया।  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  की घुलनशीलता फिटकरी मिलाने के कारण घट गई जबकि पॉलीएल्युमिनियम क्लोराइड मिलाने पर, विलेयता महत्तम में परिवर्तन के बिना, बढ़ गई।  $35^\circ\text{C}$  पर क्वार्टनरी प्रणाली ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{alum}/\text{PAC} + \text{H}_2\text{O}$ ) के लिए घनत्व ( $\rho$ ) और ध्वनि की गति ( $u$ ) को भी निर्धारित किया गया।  $\rho$  और  $u$  की मापों का उपयोग विलयन आइसेंट्रोपिक कम्प्रेसिबिलिटी (KS) और आयन-हाइड्रेशन (nh) विशेषताओं का अनुमान लगाने के लिए किया गया।

Gypsum ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) is one of the major impurities in common salt which comes along with the sodium chloride and difficult to separate. Therefore, altering the solubility behavior by additives is a common interest to obtain high purity salt. The effect of addition of flocculating agents such as alum ( $\text{KAl}(\text{SO}_4)_2 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$ ) (up to 10 wt%) and poly aluminum chloride ( $[\text{Al}(\text{OH})_a\text{Cl}_b]_n$ ,  $a \text{ \& } b, a > 1.05; n \sim 15$ ) (up to 6 wt%) on the solubility ( $s$ ) behavior of calcium sulfate dihydrate (Gypsum,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) in aqueous NaCl solutions has been examined at  $35^\circ\text{C}$ . The solubility of  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  decreased with the addition of alum whereas it increased with the addition of poly aluminum chloride without any significant shift in the solubility maximum. Density ( $\rho$ ) and speed of sound ( $u$ ) have also been determined for the quaternary systems ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O} + \text{NaCl} + \text{alum}/\text{PAC} + \text{H}_2\text{O}$ ) at  $35^\circ\text{C}$ . The measurements of  $\rho$  and  $u$  have been used to estimate solution isentropic compressibility ( $\kappa_S$ ) and ion-hydration ( $nh$ ) characteristics.

*J. Chem. Eng. Data* 63 (2018) 2743–2752

### $\text{CaCO}_3$ के आकारिकी पर एडिटिव्स, तापमान और pH का प्रभाव Effect of additives, temperature and pH on the morphology of $\text{CaCO}_3$

कैल्शियम कार्बोनेट ( $\text{CaCO}_3$ ) के बायोमिमेटिक संश्लेषण ने कागज, रबर, प्लास्टिक और पेंट उद्योगों में अपने इस्तेमाल के कारण अत्यधिक ध्यान आकर्षित किया है। इसका इस्तेमाल आकारिकी, संरचना, आकार, विशिष्ट सतह क्षेत्र, चमक, तेल अवशोषण, रासायनिक शुद्धता आदि पर निर्भर करता है। जिसमें आकारिकी सबसे महत्वपूर्ण घटकों में से एक है।  $\text{CaCO}_3$  के तीन निर्जल क्रिस्टलीय पॉलीमोर्फ हैं: कैल्साइट, अर्गोनाइट और

The biomimetic synthesis of calcium carbonate ( $\text{CaCO}_3$ ) has received much attention for their application in paper, rubber, plastics, and paint industry. The application depends upon morphology, structure, size, specific surface area, brightness, oil adsorption, chemical purity etc. The morphology is one of the most important.  $\text{CaCO}_3$  has three anhydrous crystalline polymorphs: calcite, aragonite and





वैटराइट कैल्साइट उष्मागतिकी रूप से सबसे स्थिर रूप है, अर्गोनाइट और वैटराइट कमरे के तापमान पर अस्थिर होते हैं और प्राकृतिक स्थिति में कैल्साइट में बदल जाते हैं। गैर-आयनिक सर्फैक्टेंट  $\text{CaCO}_3$  आकारिकी और कण आकार को प्रभावी ढंग से नियंत्रित कर सकते हैं। मानक संश्लेषण में, 0.5 M का  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  विलयन 80/40 पॉलीसोर्बेट के जलीय विलयन में डाला गया। इस विलयन में 0.5 M  $\text{CaCl}_2$  का एक विलयन एक चुंबकीय स्टिरर का उपयोग करके अच्छी तरह मिलाया गया। जिससे  $\text{CaCO}_3$  की अंतिम सांद्रता 16 mM प्राप्त हुई। मिश्रण को 1 मिनट के लिए हिलाया गया था, और फिर विलयन को लक्षणों के अध्ययन के लिए एकत्र किए जाने से पहले 6 घंटे के लिए स्थिर रखा गया। इस प्रक्रिया को विभिन्न सांद्रता, pH, तापमान और जरण समय पर दोहराया गया। PXRD और FTIR द्वारा पॉलीमॉर्फ्स (कैल्साइट, अर्गोनाइट और वैटराइट) की उपस्थिति की पुष्टि की गई।

vaterite. The calcite is thermodynamically most stable phase, Aragonite and vaterite are unstable at room temperature and transform in to calcite in natural condition. The non-ionic surfactant can effectively control the morphology and particle size of  $\text{CaCO}_3$ . In a standard synthesis, a solution of 0.5 M  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  was injected into an aqueous solution of polysorbate 80/40. A solution of 0.5 M  $\text{CaCl}_2$  was mixed with above solution under vigorous stirring by using a magnetic stirrer. This gave a final  $\text{CaCO}_3$  concentration of 16 mM. The mixture was stirred for 1 min, and then the solution was kept under static conditions for 6h before the product was collected for characterization. The procedure was repeated at various concentration, pH, temperature and aging time. The presence of polymorphs (Calcite, Aragonite and Vaterite) was confirmed by PXRD and FTIR.

## प्रायोगिक नमक परिक्षेत्र में उत्पादित सौर नमक का आयोडीनीकरण

### Iodization of solar salt produced at experimental salt farm

आयोडीन एक सूक्ष्म पोषक और आहार खनिज है जिसकी कमी एक प्रमुख स्वास्थ्य समस्या है जैसे कि घेघा। चूँकि मृदा में आयोडीन का प्राकृतिक स्तर कम है और फसलों द्वारा

अवशोषित नहीं किया जाता, इसलिए इसे मानव की जरूरतों को पूरा करने के लिए आवश्यक मात्रा में नमक के साथ प्रदान किया जाता है। सीएसएमसीआरआई ने नमक, जो मुक्त प्रवाहित भी है, के आयोडीनीकरण के लिए एक किफायती तरीका विकसित किया है। प्रायोगिक नमक परिक्षेत्र (ईएसएफ) में उत्पादित लगभग 2 टन नमक का,  $\text{KIO}_3$  को आयोडाइजिंग एजेंट के रूप में उपयोग करके आयोडीनीकरण किया गया। नमक में मौजूद मैग्नीशियम

आयनों के बराबर मात्रा में सोडियम कार्बोनेट का उपयोग करके नमक को मुक्त प्रवाह योग्य बनाया गया। इस नमक को सीएसआईआर स्थापना दिवस के उपलक्ष्य पर सीएसआईआर-

Iodine is a micronutrient and dietary mineral whose deficiency is a major public health problem such as goiter. As the natural level of



**चित्र:** सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई कर्मचारियों के बीच सीएसएमसीआरआई निर्मित आयोडीन युक्त नमक का वितरण।

**Figure:** Distribution of CSMCRI-made iodized salt among CSIR-CSMCRI staff.

iodine in the soil are low and not taken up by crops, it is added to salt to provide essential amount to meet the human needs. CSMCRI has developed an economical method for iodization of salt which is also free flowing. Approximately 2 ton of salt produced at ESF was iodized utilizing  $\text{KIO}_3$  as an iodizing agent. The salt was made free flowing utilizing sodium carbonate in an equivalent amount of

magnesium ions presents in salt. The salt was distributed among CSIR-CSMCRI staff and invitees on the occasion of CSIR Foundation Day.



सीएसएमसीआरआई के कर्मचारियों तथा आमंत्रित सदस्यों को वितरित किया गया।

## समुद्री और अधोभूमि लवण जल से उच्च शुद्धता के नमक का उत्पादन

### High purity salt production from sea and subsoil brine

सौर नमक की शुद्धता आर्थिक और औद्योगिक अनुप्रयोग के दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण मापदंडों में से एक है। इस दिशा में सीएसएमसीआरआई ने तकनीकों को अपना कर सोलर पैन पर ही औद्योगिक श्रेणी नमक के उत्पादन के लिए नवीन तकनीकों का विकास किया है। इन अभिनव तरीकों को सत्यापित करने के लिए, सीएसएमसीआरआई-ईएसएफ में कुल 875 मीट्रिक टन नमक उत्पादन के लिए बड़े पैमाने पर प्रयोग किए गए, जिसमें से 200MT समुद्री नमक और 675 MT अधोभूमि नमक हैं। दोनों प्रकार के नमक औद्योगिक ग्रेड II नमक के तौर पर विश्लेषित किए गया, जैसा कि तालिका में दिखाया गया है।

Purity of solar salt is one of the important parameters from the economic and industrial application point of view. In this direction CSMCRI has developed innovative technologies to produce industrial grade salt at solar pan itself by adopting the technologies. To revalidate the innovative methods large scale experiments were carried at CSMCRI-ESF to produce 875 MT of total salt, out of which 200MT is sea salt and 675 MT are subsoil salt. Both the salts are analyzed to of Industrial grade II salt as shown in the table.

#### अधोभूमि नमक का विश्लेषण परिणाम

#### Analysis results of Subsoil salt

विवरण Description	अधोभूमि लवण (अप्रक्षालित) Subsoil (Unwashed)	अधोभूमि लवण (प्रक्षालित) Subsoil (Washed)	औद्योगिक नमक ग्रेड II विनिर्देश Industrial Salt Grade II Specifications
	% (W/W) पूरी तरह सूखे नमक को आधार मान कर % (w/w) - On Dry Basis		
सोडियम क्लोराइड (NaCl के रूप में), द्रव्यमान प्रतिशत, न्यूनतम Sodium chloride (as NaCl), percent by mass, Min	95.45	98.58	98.5
कैल्शियम लवण (Ca के रूप में), द्रव्यमान प्रतिशत, अधिकतम Calcium salts (as Ca), percent by mass, Max	0.24	0.15	0.2
मैग्नीशियम लवण (Mg के रूप में), द्रव्यमान प्रतिशत, अधिकतम Magnesium salts (as Mg), percent by mass, Max	0.80	0.20	0.1
सल्फेट्स (SO <sub>4</sub> के रूप में), द्रव्यमान द्वारा प्रतिशत, अधिकतम Sulphates (as SO <sub>4</sub> ), percent by mass, Max	1.10	0.47	0.6





समुद्री नमक का विश्लेषण परिणाम  
Analysis results of Sea salt

विवरण Description	अधोभूमि लवण (अप्रक्षालित) Subsoil (Unwashed)	औद्योगिक नमक ग्रेड II विनिर्देश Industrial Salt Grade II Specifications
	% (W/W) पूरी तरह सूखे नमक को आधार मान कर % (w/w) - On Dry Basis	
सोडियम क्लोराइड (NaCl के रूप में), द्रव्यमान प्रतिशत, न्यूनतम Sodium chloride (as NaCl), percent by mass, Min	98.54	98.5
कैल्शियम लवण (Ca के रूप में), द्रव्यमान प्रतिशत, अधिकतम Calcium salts (as Ca), percent by mass, Max	0.37	0.2
मैग्नीशियम लवण (Mg के रूप में), द्रव्यमान प्रतिशत, अधिकतम Magnesium salts (as Mg), percent by mass, Max	0.08	0.1
सल्फेट्स (SO <sub>4</sub> के रूप में), द्रव्यमान द्वारा प्रतिशत, अधिकतम Sulphates (as SO <sub>4</sub> ), percent by mass, Max	0.88	0.6

सौर नमक संकर्मों में लवण जल के रिसाव की रोकथाम  
Percolation prevention of brine in solar salt works

रिसाव (परकोलेशन) उन प्रमुख कारकों में से एक है जो सौर नमक उत्पादन को कम करता है। जिसकी रोकथाम के लिए, नमक जैसी सस्ती वस्तु को ध्यान में रखते हुए, आर्थिक रूप से संगत तरीकों की ओर ध्यान दिया गया है। रिसाव को रोकने के लिए, सीएसएमसीआरआई ने बेंटोनाइट और गुआर गम के उपयुक्त मिश्रण का उपयोग करके एक विधि विकसित की है, जो रिसाव को काफी कम कर देती है। इस विधि का परीक्षण सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई प्रायोगिक नमक परिक्षेत्र में किया गया और हिंदुस्तान यूनिलीवर (एचयूएल) प्रायोजित परियोजना के तहत राजस्थान के नावा में सौर नमक के दो संकर्मों में बड़े पैमाने पर प्रदर्शित किया गया। बेंटोनाइट और गुआर गम का संयोजन नमक पैन में लवण जल (ब्राइन) के रिसाव में कमी के लिए अत्यधिक उपयुक्त और किफायती पाया गया।

Percolation is one of the major factors which decreases the yield of solar salt production. Considering the cheap commodity like salt, economically feasible methods has drawn attraction to prevent percolation. To prevent percolation, CSMCRI has developed a method using an appropriate mixture of bentonite and Gaur gum which reduces percolation drastically. This method was tested in CSIR-CSMCRI experimental salt farm and also performed at large scales in two of the solar salt works at Nawa, Rajasthan under a Hindustan Unilever (HUL) sponsored project. The combination of bentonite & guar gum was found highly suitable and cost-effective means of brine percolation reduction in salt pans.



चित्र: राजस्थान के नावा में लवण जल रिसाव को रोकने के लिए सीएसएमसीआरआई द्वारा विकसित विधि का प्रदर्शन।

**Figure:** Demonstration of CSMCRI developed method for prevention of brine percolation at Nawa, Rajasthan

### प्रायोगिक नमक परिक्षेत्र में अर्ध-मशीनीकरण गतिविधियाँ Semi-mechanization activities at experimental salt farm

अधिकांश भारतीय सौर नमक संकर्मों में पारंपरिक रूप से विशाल श्रम शक्ति शामिल होती रही है। लेकिन बड़े और मध्यम Most of the Indian solar salt works were involving huge labour work traditionally. But



चित्र: सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के प्रायोगिक नमक फार्म में अर्ध-मशीनीकृत उपकरण।

**Figure:** Semi-mechanization equipment at Experimental Salt Farm of CSIR-CSMCRI.

नमक संकर्म, जहां विशाल श्रम शक्ति लिस है, ज्यादातर उद्योग श्रमिकों की कमी और श्रम लागत के कारण अकसर नुकसान में the large and medium salt works, where huge labour work involved, most often found in losses due to labour shortage and labour cost. To





रहते हैं। नमक के उत्पादन में शामिल कठिन शारीरिक श्रम को कम करने के लिए, सीएसएमसीआरआई ने कुछ उपकरण जैसे कि साल्ट रिडगर, स्क्रेपर, लोडर और रिडर कम लोडर और वाशरी को अपनाकर अर्ध-मशीनीकरण गतिविधियों को अपनाया है। उपकरणों के संचालन के लिए, आवश्यक अवसंरचनाएं जैसे कॉम्पैक्ट नमक पैन बेड, ईट अस्तर के साथ नमक स्टेकिंग प्लेटफॉर्म तैयार किए गए। नमक की गुणवत्ता को उन्नत करने के लिए नमक की धुलाई का परीक्षण किया गया और यांत्रिक नमक धोने में नमक के नुकसान का अनुमान लगाया गया।

reduce the drudgery of labor involved in the harvesting of salt, CSMCRI has adopted semi-mechanization activities by adopting some equipment such as Salt Ridger, Scraper, Loader, and Ridger cum Loader and Washery. For the operation of the equipment, the required infrastructures like compacted salt pan beds, salt staking platform with brick lining were prepared. The salt washery was tested for upgradation of quality of salt and losses of salt during washing in mechanical salt washery was estimated.

**नमक वाशरी में धोने के बाद नमक का विश्लेषण**  
**Analysis of salt quality after washing in salt washery**

नमूना विवरण Sample Details	CaSO <sub>4</sub> % (w/w)	MgSO <sub>4</sub> % (w/w)	MgCl <sub>2</sub> % (w/w)	KCl % (w/w)	NaCl % (w/w)	श्वेतता Whiteness
अप्रक्षालित नमक Unwashed salt	0.87	0.68	2.77	0.22	96	77
प्रक्षालित नमक Washed salt	0.53	0.15	0.69	0.06	99	82

**आदर्श मॉडल नमक फार्म के लिए बुनियादी ढाँचे का विकास**  
**Infrastructure development for Prototype Model Salt Farm**

उचित डिजाइन और लेआउट किसी भी सफल नमक संकर्म के लिए महत्वपूर्ण मापदंडों में से एक है। इस दिशा में, सीएसएमसीआरआई ने ब्राइन प्रबंधन के विभिन्न चरणों में ESF में नमक संकर्मों में वैज्ञानिक डिजाइन और लेआउट को अपनाया है। आदर्श मॉडल के लिए, 2.5 एकड़ जमीन में विभिन्न खण्ड जैसे कि कुंड चरण I और II, संघनित्र चरण I से IV और प्री-क्रिस्टलाइज़र्स तथा क्रिस्टलाइज़र में नमक उत्पादन प्रक्रिया के दौरान लवण जल के विभिन्न चरणों पर वैज्ञानिक डिजाइन और लेआउट के मानदंड पर विचार किया गया। नमक संकर्मों में पारंपरिक उत्पादन प्रक्रिया का अनुसरण कर, नमक के तालाबों में नमक के अधिक उत्पादन को प्राप्त करने के लिए आदर्श मॉडल नमक क्षेत्र में, वाष्पीकरण दर को बढ़ाने के लिए एकीकृत दृष्टिकोण को लागू किया गया। तालाब में मेड़ के माध्यम से रिसाव को कम करने की तकनीकों का उपयोग आदर्श मॉडल नमक क्षेत्र के निर्माण में किया गया। कुण्ड- I से क्रिस्टलाइज़र

The proper design and layout is one of the important parameters for any successful salt work. In this direction, CSMCRI has adopted scientific design and layout of salt work at the ESF on various stages of the brine management. For the prototype model, the criteria for scientific design and layout at various stages of brine during the salt production process in various compartments such as reservoir stage I and II, condenser phase I to IV and pre-crystallizers and crystallizers in 2.5 acres of land were considered. An integrated approach to enhance the evaporation rate has been implemented in the prototype model salt farm for getting a higher yield of salt in salt ponds itself, following the convectional production process. The techniques for reducing seepage through bund of the ponds have been used for the construction of the prototype model salt



**चित्र:** सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के ESF में विभिन्न अनुसंधान एवं विकास गतिविधियों के लिए प्रोटोटाइप इन्फ्रास्ट्रक्चर विकास।

**Figure:** Prototype Infrastructure development for various R&D activities at ESF of CSIR-CSMCRI.

की ओर ढलान को इस तरह से बनाया गया कि बिना किसी अतिरिक्त पम्प के उपयोग के प्रक्रिया के विभिन्न चरणों में लवण जल गुरुत्वाकर्षण से प्रवाहित हो सकता है। प्रभावी नमक उत्पादन के लिए प्रत्येक तालाब में आरसीसी प्रीकास्ट पाइप के रूप में कंक्रीट से बने निर्गम मार्ग श्रृंखला में प्रदान किए गये। भविष्य में आदर्श प्रथाओं को बेहतर अर्थव्यवस्था के साथ प्रायोगिक नमक परिक्षेत्र के लिए आधुनिक तकनीकों को प्रभावी तरीके से लागू करने में मदद मिलेगी।

farm. The slope towards reservoir-I to Crystallizer was achieved in such a manner that brine at different stages of the process can flow by gravity, without any additional force using pumping. The concrete outlets in the form of RCC precast pipe are provided at each pond in series feeding system for effective salt production. The prototype practices in future will help to implement modern techniques to ESF in an effective manner with better economy.

### मॉडल साल्ट फार्म के लिए सहायक बुनियादी ढाँचे का विकास

#### Development of accessory infrastructure for Model Salt Farm

किसी भी नमक कार्य के लिए, एक उचित लेआउट के अलावा, अन्य गौण बुनियादी ढांचागत सुविधायें भी अत्यंत महत्वपूर्ण हैं जैसे कि लवण जल (ब्राइन) भरने के लिए पर्याप्त संख्या में बोरवेल, सही सड़क, उचित क्रिस्टलाइजर और उपकरण रखने के लिए पार्किंग छप्पर आदि। सीएसएमसीआरआई-ईएसएफ में नमक संकर्मों के नवीकरण के लिए, कई कार्य किए गए। नमक के तालाब के लिए बड़े आकार के क्रिस्टलाइजर को ईंट के फर्श के साथ विकसित किया गया और कीमती 25°Be के सान्द्र लवण जल (ब्राइन) का रिसाव से होने वाले नुकसान को कम करने के लिए प्लास्टिक लाइनर का उपयोग किया गया।

For any salt work, apart from a proper layout work, the other accessory infrastructure is also very important like the sufficient number of borewell for brine feeding, proper road, proper crystallizer, and parking shed for keeping the equipment. To renovate the salt works at CSMCRI-ESF, several works were conducted. The large size crystallizers for the salt pond have been developed with the brick flooring and laying plastic liner inside to reduce any percolation losses from valuable 25° Be concentrated brine.





**चित्र:** सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई प्रायोगिक नमक फार्म पर विकसित विभिन्न सहायक बुनियादी ढांचे।

**Figure:** Various accessory infrastructure developed at CSIR-CSMCRI Experimental Salt Farm.

इसका उद्देश्य सौर नमक उत्पादन के दौरान लवण क्रिस्टल की क्रिस्टलीकरण प्रक्रिया और गुणवत्ता में सुधार करना है, यह नमक उत्पादन प्रक्रिया के दौरान वाष्पीकरण दर को बढ़ाने के लिए, नमक की फसल को यांत्रिक हारवेस्टर का उपयोग करने के लिए संभव बनाता है, और इस तरह नवीकरण के लिए वार्षिक रखरखाव तथा जनशक्ति लागत को भी कम करता है। ईएसएफ में आदर्श मॉडल नमक क्षेत्र के पास नई जलबाध्य मैकडैम सड़क का, नमक उत्पादन, मौसम के दौरान बेहतर जल प्रबंधन और नमक से संबंधित गतिविधियों के कामकाज के लिए, उपयुक्त जल निकासी व्यवस्था के साथ निर्माण किया गया जो मानसून में गाद/कटाव के बाद वार्षिक रखरखाव लागत को कम करती है। निर्मित सड़क में बाढ़, कटाव, लहरों की क्रिया आदि के सापेक्ष संतोषजनक प्रदर्शन मिला। स्थायी प्राकृतिक पार्किंग शेड सुविधा (आकार 17 x 10 मीटर) को नमक उपकरणों अर्थात् नमक हार्वेस्टर, ट्रैक्टर, ट्रॉली, नमक लोडर, मिनी लोडर, बेल्ट कन्वेयर इत्यादि की पार्किंग, सामग्री/उत्पादों के भंडारण तथा प्रतिकूल मौसम की स्थिति के सापेक्ष सुरक्षा प्रदान करने के लिए विकसित किया गया।

The purpose is to improve the crystallization process and quality of salt crystals during the solar salt production, it makes possible to harvest salt crop using mechanical harvester, to enhance the evaporation rate during salt producing process and this way, reduce the annual maintenance cost towards renovation and manpower. The new water bound macadam road near prototype model salt farm at ESF constructed with suitable drainage arrangement for better water management and functioning of salt-related activities during crop harvesting season, which reduces the annual maintenance cost after siltation/erosion action due to monsoon. The constructed road found satisfactory performance against flooding, erosion, wave action etc. The permanent nature parking shed facility (size 17 x 10 m) was developed for housing/parking the salt equipment i.e. Salt harvesters, Tractors, trolley, Salt Loader, Mini Loader, Belt conveyor and storage of material/by-products and provide protection against adverse weather conditions.



## बिटर्न प्रबंधन के लिए बुनियादी ढाँचा

### Infrastructure for bittern management

नमक उत्पादन के बाद बची हुई बिटर्न में बड़ी व्यावसायिक क्षमता होती है। उचित बुनियादी ढाँचे की कमी के कारण, अक्सर बिटर्न बर्बाद हो जाती है। एक मॉडल के रूप में, ईएसएफ में मूल्यवान बिटर्न के प्रभावी प्रबंधन के लिए सीएसएमसीआरआई-ईएसएफ में एक बिटर्न स्टोरेज तालाब बनाया गया। नियमित रूप से वार्षिक रखरखाव लागत को कम करने और रिसाव से कम नुकसान के साथ प्रभावी कामकाज के लिए ब्राइन फीडिंग चैनलों को पुनर्निर्मित किया गया और ईट और कंक्रीट फर्श के साथ लाइनें बनाई गईं।

The left-out bittern after the common salt production has huge commercial potential. Due to lack of proper infrastructure, most often the bittern gets wasted. As a model, a bittern storage pond was created at CSMCRI-ESF for the effective management of valuable bittern. The brine feeding channels were renovated and lines with brick and concrete flooring to reduce the regular annual maintenance cost and effective functioning with fewer percolation losses.



चित्र: बिटर्न प्रबंधन के लिए ईएसएफ में लवण जल भरण चैनल और बिटर्न भंडारण तालाब का जीर्णोद्धार।

Figure: The brine feeding channel & bittern storage pond renovations at ESF for bittern management.

## नावा, राजस्थान में सौर नमक की गुणवत्ता में सुधार

### Improvement of quality of solar salt at Nawa, Rajasthan

जस्थान के नावा क्षेत्र में लवण जल में मुख्यतः सोडियम आयन क्लोराइड, सल्फेट्स, कार्बोनेट्स और बाइकार्बोनेट जिनमें कैल्शियम, मैग्नीशियम और अन्य अघुलनशील लवण होते हैं के रूप में होते हैं। इसके अलावा लवण जल में शैवाल भी पाई जाती है जो क्लोर-क्षार उद्योगों में उपयोग के लिए नमक में वांछनीय नहीं है। यह देखा गया कि सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई द्वारा विकसित वैज्ञानिक प्रक्रियाओं के माध्यम से अच्छी गुणवत्ता के NaCl को क्रिस्टलीकृत किया जा सकता है। नमक की गुणवत्ता में सुधार करने के लिए, असंतृप्त लवण जल को पहले शैवाल से छुटकारा पाने के लिए ब्लीचिंग पाउडर के साथ प्रशोधित किया गया तद्पुनरान्त कार्बोनेट और बाइकार्बोनेट

The brine in Rajasthan (Nawa area) mainly contain sodium ions in the form of their chlorides, sulfates, carbonates, and bicarbonates with minor amounts of calcium, magnesium, and other insoluble salts. In addition, algae are also found in brine which is not desirable in the salt for use in chlor-alkali industries. It was observed that good quality NaCl could be crystallized through scientific processes developed by CSIR-CSMCRI. To improve the quality of salt, unsaturated brine was first treated with bleaching powder to get rid of algae followed by the treating the





**चित्र:** सौर नमक की गुणवत्ता में सुधार के लिए राजस्थान के नावा में फील्डवर्क।

**Figure:** Fieldwork at Nawa, Rajasthan to improve the quality of solar salt.

आयनों से छुटकारा पाने के लिए हाइड्रोक्लोरिक अम्ल के साथ संतृप्त लवण जल को प्रशोधित किया गया। उसके बाद अम्ल-प्रशोधन संतृप्त लवण जल (सेचुरेटेड ब्राइन) को निलंबित अशुद्धियों, जो नमक क्रिस्टल में अशुद्धियों के लिए नाभिक के रूप में कार्य करता है, को बैठाने के लिए एक फ्लोकुलेटिंग एजेंट के साथ मिलाया गया। उदासीकृत और साफ लवण जल को नमक पैन पर चार्ज किया गया। नमक के नमूनों को विभिन्न समय अंतराल पर एकत्र किया गया और उन्हें काले कणों जैसे दृश्य अशुद्धियों को हटाने और शुद्धता के लिए करेक्टराइज़ किया गया। नमक का विश्लेषण शैवाल, कार्बोनेट और बाइकार्बोनेट की उल्लेखनीय कमी को दर्शाता है तथा विश्लेषण से नमक की गुणवत्ता में औद्योगिक ग्रेड नमक के बीआईएस मानकों (> 98.5 wt%) के अनुसार सुधार हुआ।

saturated brine with hydrochloric acid to get rid of carbonate and bicarbonate ions. A flocculating agent was then mixed with acid-treated saturated brine to settle the suspended impurities which otherwise act as nuclei for impurities in salt crystals. The neutralized clarified brine was charged into the salt pans. Salt samples were collected at different time intervals and were characterized for purity and removal of visible impurities such as black particles. The analysis of salt shows a dramatic reduction of algae, carbonates and bicarbonates and the quality of salt has been improved to Industrial Grade Salt as per BIS standards (>98.5 wt%).

## नमक के उत्पादन में सुधार हेतु डाई साहाय्य सौर वाष्पीकरण

### Dye assisted solar evaporation to improve the yield of salt production

सौर नमक एक मौसमी उत्पाद है, जो आमतौर पर दिसंबर से जून के महीने में उत्पादित होता है। यह पूरी तरह से वाष्पीकरण के लिए सौर ऊर्जा पर निर्भर करता है। इसलिए, लवण जल (ब्राइन) वाष्पीकरण के लिए सौर ऊर्जा का अधिकतम उपयोग वांछनीय है क्योंकि हम इस सस्ती वस्तु के लिए किसी अन्य

Solar salt production is a seasonal crop which generally produced from the month of December to June. It solely depends on solar energy for evaporation. So, it is desirable to maximize the utilization of solar energy for brine evaporation as we cannot afford any other



ऊर्जा का उपयोग नहीं कर सकते हैं क्योंकि यह नमक की लागत में वृद्धि करेगा। अतः, हमारा लक्ष्य खाद्य रंजकों का उपयोग करके लवण जल के वाष्पीकरण को बढ़ाना था जो इस तरह की प्रक्रियाओं के लिए उपयुक्त हैं। गैर-विषैले (खाद्य ग्रेड), लवण जल तथा अंतिम बिटर्न में अत्यधिक घुलनशील, विस्तृत तरंग दैर्ध्य अवशोषण रेंज, उच्च अवशोषण गुणांक तथा प्रभावी लागत जैसे कई कारकों के आधार पर विभिन्न खाद्य ग्रेड रंजकों का चयन किया गया। इन मानदंडों के आधार पर, उपरोक्त अध्ययन के लिए हमने दो रंजकों ब्रिलिएंट ब्लू (बीबी) और चॉकलेट ब्राउन (सीबी) का चयन किया। हमने अवशोषण सीमा को अधिकतम करने के लिए दोनों (बीबी + सीबी) को मिश्रित किया और वाष्पीकरण दर का अध्ययन किया और उनकी तुलना पहले किए गए अध्ययन (बीबी + एफजी) मिश्रित डाई प्रणाली से की। यह देखा गया कि कम सांद्रता (1-2ppm) का (बीबी + सीबी) मिश्रित डाई प्रणाली ब्राउन की वाष्पीकरण दर को > 30% तक बढ़ाने में बहुत प्रभावी है और प्राप्त लवण रंगहीन थे। यह देखा गया है कि डाई के साथ वाष्पीकरण से प्राप्त लवणों की साइटोटॉक्सिसिटी हमारे ईएसएफ से प्राप्त गैर-आयोडीन युक्त खाद्य लवणों के साथ तुलनीय होती है और आयोडाइज्ड लवणों के लिए बेहतर जैव-अनुकूलता दिखाती है। इससे पता चलता है कि ये लवण गैर विषैले हैं और खाने योग्य हो सकते हैं। सिम्मा-एलिट्रिच के इन-विट्रो टॉक्सिकोलॉजी परख किट, एमटीटी

energy for the production of this cheap commodity, which otherwise will increase the cost of the salt. So, our goal was to enhance brine evaporation by using edible dyes which are suitable for this kind of processes. Various edible grade dyes were selected based on several factors such as non-toxic (edible grade), highly soluble in brine and end bittern, wide wavelength absorption range, high absorption coefficient and cost-effectiveness. Based on these criteria we selected two dyes Brilliant blue (BB) and chocolate brown (CB) for the above studies. We blended both (BB+CB) to maximize the absorption range and studied the evaporation rate and compared them with earlier studied (BB+FG) blended dye system. It was observed that (BB+CB) blended dye system is very effective in enhancing brine evaporation rate (>30%) at lower concentration (1-2ppm) and the salts obtained were colorless. It has been observed that the cytotoxicity of salts obtained from dye assisted evaporation are comparable with non-iodized edible salts obtained from our ESF and shows better biocompatibility to the iodized salts. This shows that these salts are non-toxic and can be edible. The cell viability assay

**Medium Scale**



**Large Scale**



**चित्र:** नमक उत्पादन में सुधार के लिए ईएसएफ पर रंजक साहाय्य सौर वाष्पीकरण छोटे और मध्यम स्तर के प्रयोगों।

**Figure:** Small & medium scale experiments at ESF by dye assisted solar evaporation to improve the yield of salt production.





विभिन्न मिश्रित रंगों के साथ नमकीन के घनत्व में परिवर्तन  
Change in density of brine with different mixed dyes

दिनों की संख्या No of Days	ब्राइन घनत्व (डिग्री बोमी) Brine Density (degree Baume)			
	रिक्त Blank	एफजी + बीबी FG+ BB	एफजी + सीबी FG+CB	सीबी + बी बी CB+BB
0	7.5	7.5	7.5	7.5
6	8.0	8.5	8.5	8.5
13	9.5	10.0	10.0	10.2
19	12.4	13.1	13.0	14.0
28	16.4	16.8	17.0	19.4
30	17.5	17.8	18.0	25.0
35	20.1	20.3	20.5	25.0
42	25.5	25.5	25.6	26.0

आधारित स्टॉक नं- TOX-1 किट का उपयोग करके सेल व्यवहार्यता परख सम्पन्न किया गया।

was performed by using in vitro toxicology assay kit, MTT based stock no.-TOX-1 kit from Sigma-Aldrich.

इलेक्ट्रो-डायलिसिस का उपयोग करके पोटेशियम क्लोराइड से पोटेशियम नाइट्रेट के  
रूपांतरण के लिए कुशल और लागत प्रभावी तरीका

Efficient and Cost Effective Way for the Conversion of Potassium Nitrate from  
Potassium Chloride Using Electro-dialysis

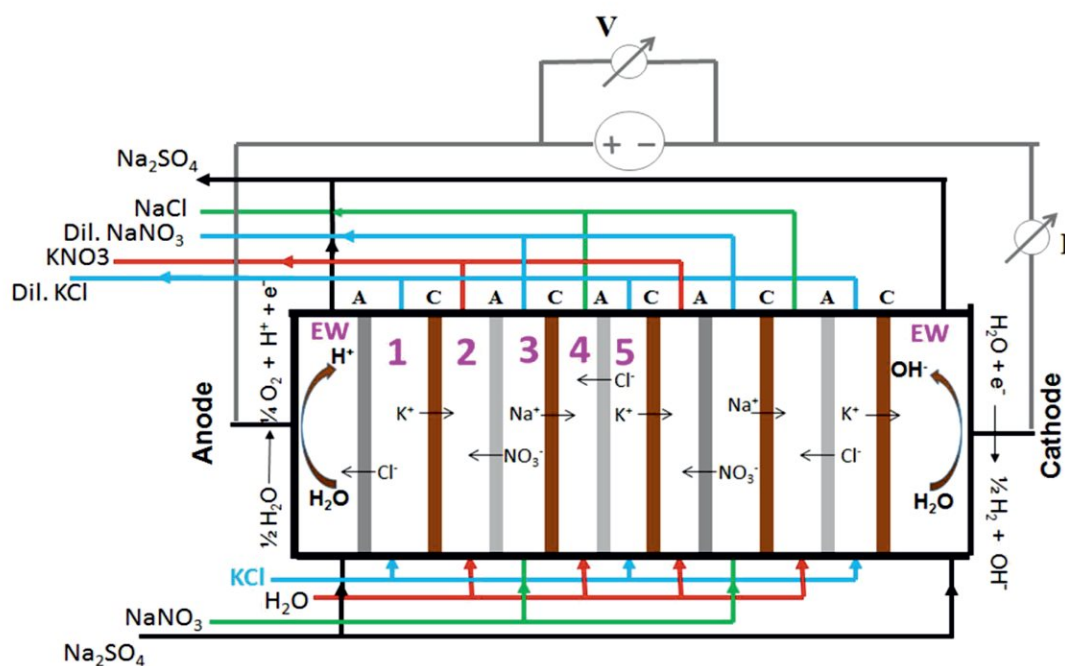
पोटेशियम नाइट्रेट ( $\text{KNO}_3$ ) दो पोषक तत्वों का घुलनशील स्रोत है और आमतौर पर फसलों के पोषण के लिए नाइट्रेट और क्लोराइड मुक्त पोटेशियम उर्वरक के रूप में उपयोग किया जाता है।  $\text{KNO}_3$  का उपयोग विशेष रूप से उन स्थितियों में वांछित है जहां अत्यधिक घुलनशील और क्लोराइड मुक्त पोटेशियम की आवश्यकता होती है। नाइट्रेट के रूप में सम्पूर्ण नाइट्रोजन, बिना किसी अतिरिक्त क्रिया और मिट्टी में बदलाव के, पौधे द्वारा तुरंत ग्रहण किए जाने के लिए उपलब्ध होती है। लगभग दस लाख टन  $\text{KNO}_3$  का सालाना उत्पादन होता है, जिसे उर्वरक के रूप में उपयोग किया जाता है। पोटेशियम नाइट्रेट उर्वरक, आमतौर पर नाइट्रेट स्रोत के साथ पोटेशियम क्लोराइड की अभिक्रिया करके बनाया जाता है। पोटेशियम क्लोराइड से पोटेशियम नाइट्रेट के रूपांतरण के लिए मेटाथेसिस इलेक्ट्रोडायलिसिस (एमईडी) प्रणाली विकसित की गई। प्रयोगों को 200 सेमी<sup>2</sup> के प्रभावी झिल्ली क्षेत्र में 10 जोड़ी सेल के साथ, चार खंडों के इलेक्ट्रो-रूपांतरण इकाई का उपयोग करके पुनः परिसंचरण मोड में किया गया। वर्तमान अध्ययन के लिए उपयोग किए जाने वाले

Potassium nitrate ( $\text{KNO}_3$ ) is a soluble source of two nutrients and commonly used as a fertilizer for crops that benefit from nitrate nutrition and potassium that is free of chloride. Use of  $\text{KNO}_3$  is especially desirable in conditions where a highly soluble and chloride-free potassium is required. All of the nitrogen is immediately available for plant uptake as nitrate, requiring no additional action and transformation in the soil. About 1,000,000 tons of  $\text{KNO}_3$  is produced annually, which is used as a fertilizer. Potassium nitrate fertilizer is typically made by reacting potassium chloride with a nitrate source. Metathesis electrodialysis (MED) system for the conversion of potassium nitrate from potassium chloride is developed. The experiments are carried out in recirculation mode using a four compartment electro-conversion unit of 200 cm<sup>2</sup> effective membrane area with 10 cell pairs. The cation exchange membrane and anion exchange



धनायन विनिमय मेम्ब्रेन और ऋणायन विनिमय मेम्ब्रेन को क्रमशः सल्फोनेशन, क्लोरोमेथिलेशन और एमिनेशन द्वारा एक स्टाइरिन-डाइविनाइलबेंजीन आधारित इंटरपॉलीमर फिल्म से परिवर्तित किया गया। मेम्ब्रेन का रासायनिक, यांत्रिक और थर्मल गुणों के माध्यम से लक्षण-वर्णन किया गया। मेम्ब्रेन ने पर्याप्त तापीय और यांत्रिक स्थिरता के साथ उत्कृष्ट विद्युत रासायनिक गुणों का प्रदर्शन किया। पोटेशियम नाइट्रेट का उच्च उत्पाद शुद्धता (99%) के साथ लगभग 97% रूपांतरण प्रयोगों के सेट के दौरान हासिल किया गया। चार विभिन्न विभवों (1.5, 2, 2.5, और 3 V / सेल पेयर) का उपयोग मेटाथेसिस इलेक्ट्रोडायलिसिस के प्रयोगों के विभिन्न समूहों के दौरान किया गया, जिनमें से पोटेशियम नाइट्रेट के उत्पादन के लिए, 83% धारा दक्षता के साथ, 2 V / सेल पेयर  $0.82 \text{ kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$  की कम ऊर्जा खपत के साथ अधिक कुशल क्षमता वाले पाये गए।

membrane used for the present study are converted from a styrene-divinylbenzene based interpolymer film by sulfonation and chloromethylation followed by amination, respectively. Membranes are characterized by means of chemical, mechanical, and thermal properties. Membranes show excellent electrochemical properties with adequate thermal and mechanical stability. About 97% conversion of potassium nitrate is achieved during the sets of experiments with high product purity (99%). Four different applied potentials (1.5, 2, 2.5, and 3 V/cell pair) are used during different sets of experiments in metathesis electrodialysis, out of which 2 V/cell pair is found to be more efficient potential with lower energy consumption of  $0.82 \text{ kWh} \cdot \text{kg}^{-1}$  for the production of potassium nitrate with 83% current efficiency.



चित्र: पोटेशियम क्लोराइड से पोटेशियम नाइट्रेट के रूपांतरण के लिए मेटाथेसिस इलेक्ट्रोडायलिसिस (MED) प्रणाली।

**Figure:** Metathesis electrodialysis (MED) system for the conversion of potassium nitrate from potassium chloride.

ACS Sustain. Chem. Eng. 04 (2016) 3220-3227





## मेटाथेसिस इलेक्ट्रोडायलिसिस और नैनोफिल्ट्रेशन के संयोजन से कम मूल्य के पोटैशिक उर्वरक (KCl) से उच्च मूल्य वाले पोटैशिक उर्वरक ( $K_2SO_4$ ) का उत्पादन, शुद्धिकरण व सांद्रण

### Production, Purification and concentration of high value potassic fertilizer ( $K_2SO_4$ ) from low value potassic fertilizer (KCl) using combination of metathesis electro dialysis and nanofiltration

यह कार्य सीएसआईआर नेटवर्क परियोजना (KTEN, XII-पंचवर्षीय योजना) में प्रस्तावित कार्य के एक भाग के रूप में किया गया। हमने एक mED इकाई (प्रभावी क्षेत्रफल 200 सेमी<sup>2</sup>) में एक स्वदेशी (पॉलीइथाइलीन इंटरपॉलीमर आधारित) का उपयोग करके मेटाथेसिस इलेक्ट्रोडायलिसिस द्वारा कम मूल्य वाले पोटैशिक उर्वरक (KCl) से उच्च मूल्य वाले पोटैशिक उर्वरक ( $K_2SO_4$ ) तैयार किए (प्रयुक्त प्रत्येक प्रकार की मेम्ब्रेन की संख्या 24 थी)। इस प्रक्रिया में उत्पादित  $K_2SO_4$  में अशुद्धता के रूप में NaCl और KCl नमक होता है। इसलिए,  $K_2SO_4$  के उत्पादन, शुद्धिकरण और सांद्रता के लिए mED और नैनो फिल्ट्रेशन (NF) का संयोजन किया गया। कई पैरामीटर जैसे कि प्रयुक्त वोल्टेज, अभिकारकों का अनुपात ( $Na_2SO_4$  और KCl) और उनकी सांद्रता को mED प्रक्रिया के माध्यम से सर्वोत्तम शुद्धता के साथ अपेक्षाकृत उच्च सांद्रता के साथ  $K_2SO_4$  प्राप्त करने के लिए अनुकूलित किया गया। mED द्वारा प्राप्त  $K_2SO_4$  को आगे NF में पॉली (पिपेरैजिनमाइड) पतली फिल्म कम्पोजिट मेम्ब्रेन का उपयोग करके सांद्रित किया गया और उत्पाद धारा में  $Cl^-$  और संबद्ध मोनोवालेट कैटायन को दूर किया गया। फीड पीएच और प्रयुक्त दबाव जैसे एनएफ मापदंडों को 98% की शुद्धता के साथ जलीय  $K_2SO_4$  के उच्च सांद्रता प्राप्त करने के लिए समायोजित किया गया। इस प्रकार यह प्रक्रिया ठोस  $K_2SO_4$  की आसान और लागत प्रभावी उत्पादन और पुनःप्राप्ति के लिए एक उपयुक्त तरीका प्रदान करती है। संयुक्त प्रक्रिया द्वारा 78000 मिलीग्राम/लीटर की अधिकतम सांद्रता हासिल की गई। अशुद्धता की सांद्रता भी बहुत कम थी (<1%)। प्रयोग प्रति दिन 25 लीटर उत्पादन पर किए गए।

This work is carried out as a part of work proposed in CSIR network project (KTEN, XII-five years plan). We prepared high value potassic fertilizer ( $K_2SO_4$ ) from low value potassic fertilizer (KCl) by metathesis electro dialysis using indigenous (polyethylene interpolymer based) mED unit (effective area 200 cm<sup>2</sup> and no of each type of membrane used was 24). In this process the produced  $K_2SO_4$  contains NaCl and KCl salt as impurity. Hence, combination of mED and Nano filtration (NF) was employed for the production, purification and concentration of  $K_2SO_4$ . Several parameter such as applied voltage, ratio of reactants ( $Na_2SO_4$  and KCl) and their concentration were optimized to obtain  $K_2SO_4$  with relatively high concentration along with best purity via the mED process. The  $K_2SO_4$  obtained by mED was further subjected to NF using poly(piperazineamide) thin film composite membrane to concentrate and to eliminate the  $Cl^-$  and associated monovalent cations in the product stream. The NF parameters such as feed pH and applied pressure were adjusted to obtain high concentration of aqueous  $K_2SO_4$  with purity as high as 98%. This process thus provides a suitable way for easy and cost-effective production and recovery of solid  $K_2SO_4$ . A maximum concentration of 78000 mg/L was achieved by the combined process. The concentration of impurity was also very less (< 1%). The experiments were carried out at 25 lt production per day.

RSC Advances, 06 (2016) 71807-71817







# विषयवस्तु: उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण Theme: Fine Chemicals & Catalysis

## विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई तीन दशकों से भी अधिक समय से “उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण” केंद्रित विषय पर विविध और अनुप्रयुक्त अनुसंधान पर कार्य कर रहा है। इस संस्थान के विभिन्न विभागों से कई वैज्ञानिकों ने विविध उत्प्रेरित परिवर्तनों पर अंतर्दृष्टि प्राप्त करने में अत्यधिक योगदान किया, जिसका महत्व उत्कृष्ट रसायन, फार्मास्युटिकल, कृषि रसायन एवं इंद्र उद्योग में है। विभिन्न समांगी एवं विषमांगी उत्प्रेरित परिवर्तनों पर आधारित हाइड्रोफॉर्मिलेशन, असममित परिवर्तनों, चयनात्मक अपचयन, आइसोमेराइजेशन, क्षरण, विषमचक्रीय यौगिकों का संश्लेषण/ प्रकार्यत्मकरण और निष्क्रिय C-H/ C-O बंध प्रकार्यत्मकरण प्रतिक्रियाओं द्वारा इन औद्योगिक रूप से व्यवहार्य उत्प्रेरण परिवर्तनों का विकास किया गया। “उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण” विषय के अंतर्गत CO<sub>2</sub> का मूल्यवर्धित रसायनों, उदाहरण हेतु- फर्मिक अम्ल, चक्रीय कार्बोनेट और अन्य महत्वपूर्ण बिल्डिंग ब्लॉक में परिवर्तन तथा बायोमास व्युत्पन्न रसायनों का मूल्यवर्धन, हमारे कुछ प्रमुख शोध प्रयासों में से हैं। प्रौद्योगिकी/ प्रक्रिया/ उत्पाद विकास, अंतरराष्ट्रीय स्तर की प्रतिष्ठित पत्रिकाओं में गुण-पूर्ण प्रकाशनों (500 से अधिक) तथा विभिन्न सामाजिक गतिविधियों द्वारा संस्थान का आऊटपुट भली प्रकार से संतुलित है। कुछ प्रक्रियाएँ बौद्धिक संपदा अधिकार द्वारा संरक्षित हैं तथा उनमें से कुछ को विभिन्न उद्योगों/ लाइसेंस धारकों को हस्तांतरित किया गया है। महत्वपूर्ण बात यह है कि उन उत्प्रेरक/ प्रक्रियाओं में से कुछ का व्यावसायिक उपयोग किया जा रहा है। इस संक्षिप्त अवलोकन के साथ हम 2016-17 के दौरान किए गए कुछ उल्लेखनीय कार्यों को प्रस्तुत कर रहे हैं।

## Thematic core competences

CSIR-CSMCRI has been working in diverse and highly applied research areas based on the central theme of “Fine Chemicals and Catalysis” for more than three decades. Numerous scientists from various divisions of this institute have contributed immensely in gaining insight of a variety of catalytic transformations that find potential significance in fine chemicals, pharmaceutical, agrochemical and perfumery industries. These industrially viable catalytic transformations have been developed relying on various homogeneous and heterogeneous catalyst systems with an emphasis on hydroformylation, asymmetric transformations, selective oxidation, isomerization, degradation, synthesis/ functionalization of heterocyclic compounds and inert C-H/ C-O bond functionalization reactions. Within the theme of “Fine Chemicals and Catalysis”, conversion of CO<sub>2</sub> to value-added chemicals e.g. formic acid, cyclic carbonates and other important building blocks, and value-addition to biomass-derived chemicals are some of our major ongoing research endeavors. The institute’s output is well balanced by technology/ process/ product developments, quality publications (more than 500) in internationally reputed journals and various societal activities. IP rights protect some of those processes and a few of those are transferred to various industries/ licensees. Importantly, a few of those catalysts/ catalytic



processes are being exploited commercially. With this concise overview, we are delighted to present some of our noteworthy works that were carried out during 2016–17.

## असममित उत्प्रेरण Asymmetric Catalysis

इस समीक्षा अवधि के दौरान, असममित उत्प्रेरण पर हमारा शोध मुख्य रूप से विभिन्न उत्क्रम्य- एवं/या प्रतित्रिविम चयनात्मक C-C और C- हेटरोएटम बंध निर्माण प्रतिक्रियाओं पर केंद्रित रहा है, जो कृत्रिम रूप से, महत्वपूर्ण प्रकाश सक्रिय बिल्डिंग ब्लॉक प्रस्तुत करता है। शुद्ध प्रकाशीय यौगिकों का उच्च मूल्य होने के कारण, हमने उन उत्प्रेरकों को इस प्रकार डिज़ाइन किया है की वे यथोचित रूप से स्थिर हो और लक्ष्य अणुओं में उच्च उत्क्रम्य-प्रेरण प्रदान करने में सक्षम हो और जिनका पुनचक्रण किया जा सके। कुछ महत्वपूर्ण उपलब्धियों का यहाँ उल्लेख किया गया है।

During the period under review, our research on asymmetric catalysis has been primarily focused on various enantio- and/or diastereoselective C–C and C–heteroatom bond-forming reactions furnishing synthetically important optically active building blocks. Owing to the high cost of optically pure compounds, we have designed those catalysts in such ways that they are reasonably stable and capable of imparting high enantio-induction in the target molecules and conceivably recyclable. Some significant achievements have been illustrated here.

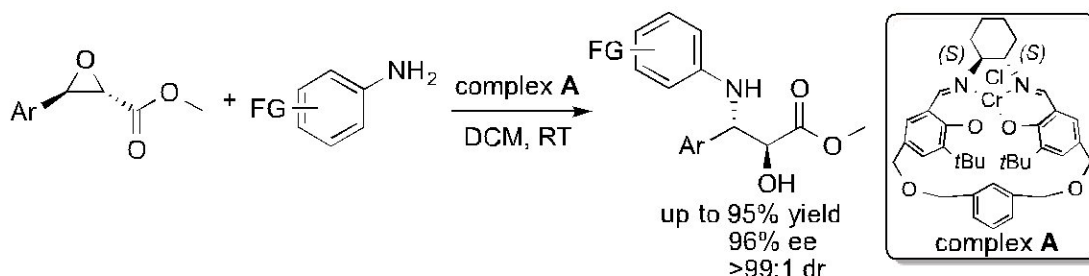
### मिथाइल फ़िनाइलग्लाइसीडेट के उत्क्रम्य चयनात्मक अमीनोलिसिस के माध्यम से औषधीय रूप से प्रासंगिक $\beta$ -एमिनो- $\alpha$ -हाइड्रॉक्सीएस्टर का असममित उत्प्रेरित संश्लेषण

#### Catalytic asymmetric syntheses of pharmaceutically relevant $\beta$ -amino- $\alpha$ -hydroxyesters via enantioselective aminolysis of methyl phenylglycidate

औषधीय रूप से प्रासंगिक यौगिकों में  $\beta$ -एमिनो- $\alpha$ -हाइड्रॉक्सी एस्टर की प्रचुरता को देखते हुए इन अणुओं का संश्लेषण मौलिक रूप से महत्वपूर्ण है। कॉलर जैसे बैकबोन वाले काइरल मैक्रोसाइक्लिक Cr(III) सेलन कॉम्प्लेक्स A का संश्लेषण, गुणधर्म निर्धारण किया गया और विभिन्न एनिलीन के साथ उनका एरोमैटिक एपॉक्सी एस्टर के असममित अमीनोलाइसिस में उत्प्रेरक की तरह उपयोग किया गया जिससे  $\beta$ -एमिनो- $\alpha$ -हाइड्रॉक्सी एस्टर की तीव्र तथा उच्च उत्पादकता (95% तक) और बेहतरीन प्रतित्रिविम एवं उत्क्रम्य- चयनात्मकता (96% तक  $dr > 99/1$  ee) पाई गई। बिना किसी क्रियाशीलता और चयनात्मकता के नुकसान के इन मैक्रोसाइक्लिक Cr(III) कॉम्प्लेक्स A को पुनः प्राप्त किया और चार बार पुनः चक्रित किया।

Given the abundance of  $\beta$ -amino- $\alpha$ -hydroxyesters in pharmaceutically relevant compounds, the asymmetric synthesis of these molecules is fundamentally important. The chiral macrocyclic Cr (III) salen complex A with a chiral collar-like backbone has been synthesized, characterized and used as the catalyst for the asymmetric aminolysis of aromatic epoxy ester with various anilines giving an expedient access to  $\beta$ -amino- $\alpha$ -hydroxyesters in high yields (up to 95%) and excellent diastereo- and enantio-selectivities ( $dr > 99/1$ , ee up to 96%). The macrocyclic Cr (III)-complex A has been recovered and recycled for four consecutive catalytic reactions without appreciable loss of reactivity and selectivity.





चित्र: एपॉक्सी एस्टर का मैक्रोसाइक्लिक Cr (III) -उत्प्रेरित उत्क्रम्य-चयनात्मक एमिनोलाइसिस।

Figure: Macrocyclic Cr(III)-catalyzed enantioselective aminolysis of epoxy esters.

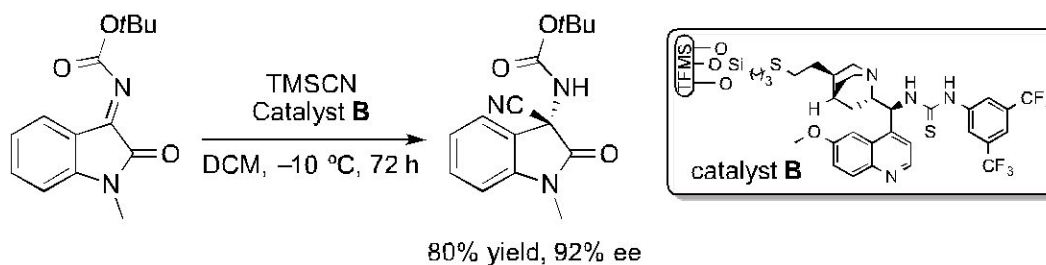
ChemCatChem 09 (2017) 322

### कार्बनिक उत्प्रेरकों के माध्यम से असममित सायनेशन

#### Asymmetric cyanation by means of organocatalysts

पिछले दशक में उत्क्रम्य-संपन्न सायनो यौगिकों के उत्प्रेरित संश्लेषण में उल्लेखनीय रूप से ध्यान आकर्षित किया है, जिसके परिणाम स्वरूप मिलने वाले सायनो – यौगिक शोध हेतु सहज ही बिल्डिंग ब्लॉक की तरफ काम करते हैं। इस दिशा में हमने विभिन्न उत्प्रेरित सायनेशन रणनीतियां विकसित की। मिसोपोरस सिलिका संबलित थायोयूरिया-आधारित कार्बनिक-उत्प्रेरक B का मूल्यांकन ट्राइमेथिलसिलिल साइनाइड का विभिन्न इसिटिन व्युत्पन्न N – Boc केटिमीनस् के असममित योजन के लिए कुशल पुनर्चक्रणीय उत्प्रेरक के रूप में किया गया, जिसने साइनेटेड उत्पादकों की उच्च प्राप्ति एवं उत्क्रम्य चयनात्मकता (92% तक ee) प्रदान की।

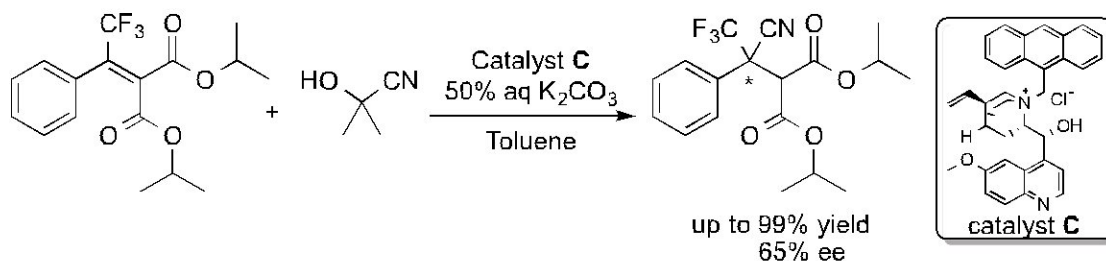
In last two decades, the catalytic synthesis of enantioenriched cyano compounds has received remarkable attention as the resulting cyano-compounds serve as simply amendable building blocks. Along this direction, we have developed various catalytic cyanation strategies. The mesoporous silica supported thiourea-based organocatalyst B was evaluated as an efficient recyclable catalyst for the asymmetric addition of trimethylsilyl cyanide to various isatin-derived N-Boc ketimines giving the cyanated products in high yields and enantioselectivities (up to 92% ee)



चित्र: इसिटिन व्युत्पन्न N – Boc केटिमीनस् का संबलित थायोयूरिया-उत्प्रेरित सायनेशन।

Figure: Supported thiourea-catalyzed cyanation of isatin-derived N-Boc ketimines.

ChemistrySelect 02 (2017) 11912



**चित्र:** सिन्कोना एल्कलॉइड-आधारित पीटीसी का उपयोग करते हुए ट्राइफ्लोरोमेथिलेटेड साइनो यौगिकों का असममित संश्लेषण।

**Figure:** Asymmetric synthesis of trifluoromethylated cyano compounds using cinchona alkaloid-based PTC.

एसीटोन साइनोहाइड्रिन का  $\beta$ -स्थान पर ट्राइफ्लोरोमेथिलेटेड प्रोकाइरल केंद्र युक्त विभिन्न एल्काइलिडिनमेलोनेट के असममित योजन के लिए विभिन्न लवण C का प्रावस्था अंतरण उत्प्रेरक (पीटीसी) के रूप में उपयोग किया गया। जिससे संबंधित  $\beta$ -डायएस्टर नाइट्रिल की उत्कृष्ट प्राप्ति हुई (99% तक) लेकिन उत्क्रम्य चयनात्मकता माध्यम रही (65% तक)। परिणामी डायएस्टर नाइट्रिल उत्पादों को काइरल ट्राइफ्लोरोमेथाइल प्रतिस्थापित  $\gamma$ -एमीनो ब्यूटेरिक अम्ल में परिवर्तित किया जा सकता है, जो औषधीय यौगिकों के महत्वपूर्ण वर्ग के रूप में कार्य करता है।

The quinine salt C was utilized as a phase transfer catalyst (PTC) for asymmetric addition of acetone cyanohydrine to various alkylidene-malonates containing trifluoromethylated prochiral center in the  $\beta$ -position. This afford the corresponding  $\beta$ -diester nitriles in excellent yield (up to 99%), however, with moderate enantioselectivity (up to 65%). The resultant diester nitrile products can be transformed into chiral trifluoromethyl- substituted  $\gamma$ -amino butyric acids, which act as important class of pharmaceutical compounds.

ChemistrySelect 03 (2018) 4838–4843

## N-काइरल एमीन ऑक्साइड का उत्प्रेरित असममित संश्लेषण

### Catalytic asymmetric synthesis of N-chiral amine oxides

काइरल N-ऑक्साइड को जटिल अणुओं के असममित संश्लेषण में लिगेंड के रूप में उनके बढ़ते उपयोग को देखते हुए काफी महत्व मिला है। N-काइरल एमीन ऑक्साइड के प्रथम असममित संश्लेषण को अनसिमेट्रीक  $\gamma$ -हाइड्रॉक्सी तृतीयक एमीन (91:9 er तक) के डायनेमिक काइनेटिक रिसोल्यूशन के माध्यम से विकसित किया गया। एक द्विनाभकीय टाइटेनियम कॉम्प्लेक्स आवश्यक हाइड्रॉक्सी-निर्देशित N-ऑक्सीकरण को पूरा करने के लिए एक अद्वितीय तंत्र के माध्यम से संचालित होता है: एक टाइटेनियम सेंटर अमीनॉल सबस्ट्रेट के हाइड्रॉक्सी फंक्शन को दूसरे टाइटेनियम सेंटर के करीब निकटता में रखता है, जो N-सेंटर को ऑक्सीडेट उत्क्रम्य चयनात्मकता प्रदान

Chiral N-oxides have received tremendous significance given their increasing use as ligands in the asymmetric synthesis of complex molecules. The first asymmetric synthesis of N-chiral amine oxides has been developed via dynamic kinetic resolution of unsymmetrical  $\gamma$ -hydroxy tertiary amines (up to 91:9 er). A binuclear titanium complex operates through a unique mechanism to accomplish the required hydroxy-directed N-oxidation: one titanium center holds the hydroxy function of the aminol substrate to the close proximity of the other titanium center, which supplies the oxidant enantio-selectively to the N-center. The concept was further expanded towards the kinetic

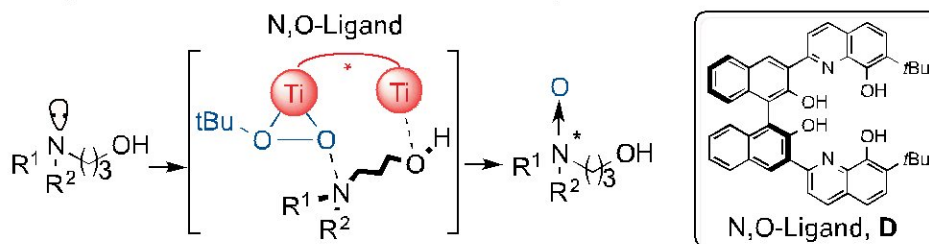




करता है। इस अवधारणा को पूर्व विद्यमान त्रिविम केन्द्र वाले रेसिमिक  $\gamma$ -एमिनो अल्कोहल के काइनेटिक रिसोल्यूशन तक आगे विस्तार किया, जिसमें उत्क्रम्यसमृद्ध द्वितीयक (99.9:0.1 er तक) और प्राथमिक (99.7:0.3 er तक)  $\gamma$ -एमिनो एल्कोहल का एक महत्वपूर्ण समूह मिलता है, जो अन्यथा संश्लेषित करना मुश्किल है।

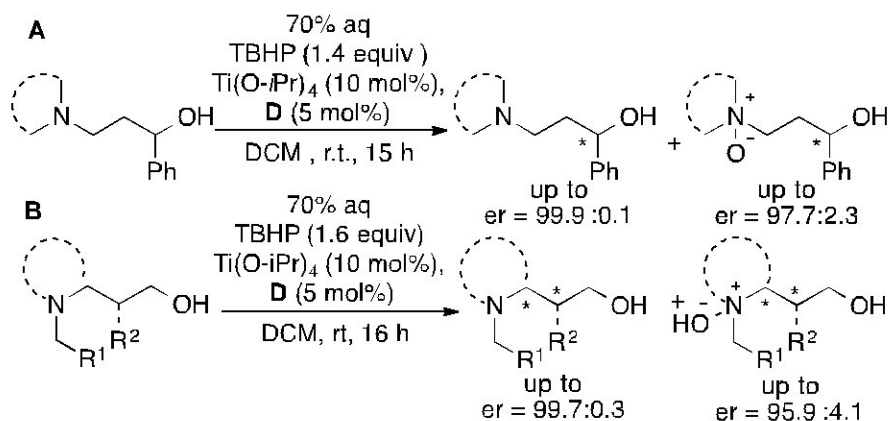
resolution of racemic  $\gamma$ -amino alcohols with a preexisting stereocenter giving an important class of enantioenriched secondary (up to 99.9:0.1 e.r.) and primary (up to 99.7:0.3 e.r.)  $\gamma$ -amino alcohols that are otherwise difficult to synthesize.

#### Asymmetric N-Oxidation via Bimetallic Catalysis:



चित्र: द्विधात्विय टाइटेनियम उत्प्रेरक के माध्यम से असममित N-ऑक्सीकरण।

Figure: Asymmetric N-oxidation by means of a bimetallic titanium catalyst.



चित्र: रेसिमिक- $\gamma$ -एमिनो अल्कोहल का काइनेटिक रिसोल्यूशन।

Figure: Kinetic resolution of racemic  $\gamma$ -amino alcohols.

Angew. Chem. Int. Ed. 2016, 55, 13043–13046

### द्विनाभिकीय Cu (II) काइरल कॉम्प्लेक्स उत्प्रेरित उत्क्रम्य चयनात्मक नाइट्रोएल्डोल अभिक्रिया

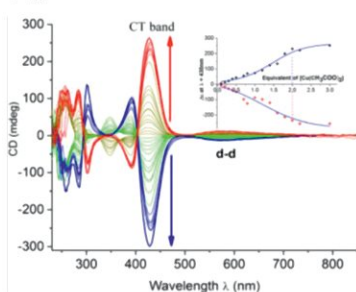
#### Binuclear Cu (II) chiral complex catalyzed enantioselective nitroaldol reaction

(1R,2R)-(+)- एवं (1S,2S)-(-)- डाइफिनाइलइथिलीन डाइएमिन के साथ 3,3'-मिथाइलीनबीस (5-त्रि ब्यूटाइल)-2-हाइड्रोक्सीबेनजलडिहाइड से उत्क्रम्य शुद्ध मेक्रोसाइक्लिक

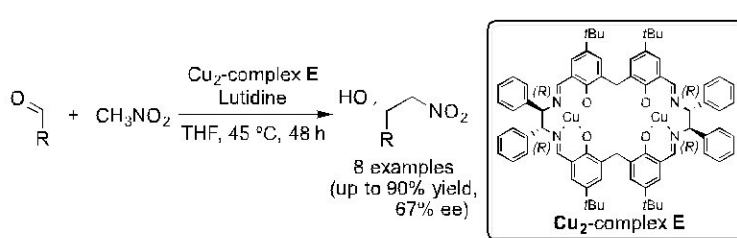
Enantiopure macrocyclic ligands were synthesized from (1R,2R)-(+)- and (1S,2S)-(-)- diphenylethylenediamine with 3,3'-methylenebis(5-(tert-butyl)-2-



लीगेन्ड को संश्लेषित कर उनका गुणवर्णन किया गया। लीगेन्ड से Cu(II) धातु केन्द्र में काइरलिटी अंतरण एवं काइरल प्रतिलोम का अध्ययन सर्कुलर डाइक्रोइस्म स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा किया गया। उत्क्रम्य शुद्ध द्विनाभिकीय Cu(II) कॉम्प्लेक्स ( $\Delta\Delta$  एवं  $\Lambda\Lambda$ ) का 90% प्राप्ति तथा 67% उत्क्रम्य चयनात्मकता के साथ असममित नाइट्रोएल्डोल अभिक्रिया के द्वारा  $\beta$ -नाइट्रोएल्कोहॉल बनाने के लिए उत्प्रेरक के रूप में उपयोग किया गया।



[I]



[II]

चित्र: [I] Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O का THF (1×10<sup>-4</sup> M) में सीडी स्पेक्ट्रा का उपयोग करके लिगेन्ड के सापेक्ष अनुमापन का प्रदर्शन; [II] Cu<sub>2</sub>-द्विलक उत्प्रेरित असममित नाइट्रोएल्डोल अभिक्रिया।

**Figure:** [I] Titration of Cu(CH<sub>3</sub>COO)<sub>2</sub>.H<sub>2</sub>O against ligand performed using CD spectra recorded in THF (1×10<sup>-4</sup> M); [II] Cu<sub>2</sub>-dimer catalyzed asymmetric nitroaldol reaction.

*Appl. Organomet. Chem.* 2016, 30, 95–101

## विषमचक्रीय यौगिकों के संश्लेषण और क्रियाशीलता की दिशा में उत्प्रेरण

### Catalysis towards the synthesis and functionalization of heterocyclic compounds

विविध संरचनात्मक पैटर्न वाले विषमचक्रीय यौगिक न केवल असंख्य प्राकृतिक उत्पादों में सर्वव्यापी हैं, बल्कि ये औषधि, कृषि रसायन और उत्कृष्ट रसायन उद्योगों में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसलिए इन अणुओं के लिए अग्रणी उत्प्रेरक विधियों का विकास और उनके प्रकार्यात्मिकरण का मूलभूत महत्व है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने विभिन्न अभिक्रिया प्रणालियों को विकसित किया है जिनसे अत्यधिक प्रकार्यात्मक O- और N- विषमएरोमैटिक यौगिकों का जिसमें फ्यूरोन, एजोलस् और फ्यूज्ड पिरिडीन नाभिक शामिल हैं संश्लेषित किया जा सके।

Heterocyclic compounds with diverse structural patterns are not only omnipresent in myriad natural products but also play a significant role in pharmaceutical, agrochemical and fine chemical industries. Thus the development of catalytic methods leading to these molecules and their functionalization are of fundamental importance. CSIR-CSMCRI has developed various reaction systems that allow for the synthesis of highly functionalized O- or N-heteroaromatic compounds including furan, azoles and fused pyridine nucleus.





## CF<sub>3</sub> युक्त चतुष्प्रतिस्थापित फ्यूरेन्स के गठन के लिए कैसकड अभिक्रिया

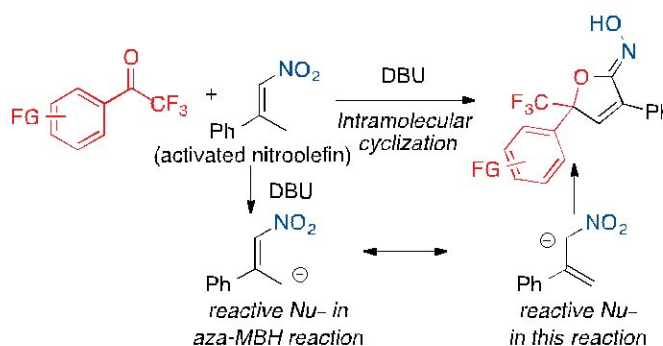
### Cascade reaction for the construction of CF<sub>3</sub> containing tetra-substituted furans

कई प्राकृतिक उत्पादों और फार्मास्युटिकल में CF<sub>3</sub>-प्रकार्यात्मकृत फ्यूरेन भाग के महत्व के कारण, हमने एक उत्प्रेरक प्रोटोकॉल की स्थापना की है, जहां C-CF<sub>3</sub> स्टीरियोजेनिक केंद्र को धातु मुक्त परिस्थितियों में फ्यूरेन ढांचे में शामिल किया गया। 1,8-डाइएजोबाईसाइक्लो [5.4.0] अनडेक-7-ईन (डीबीयू) की उत्प्रेरक मात्रा की उपस्थिति में, ट्राइफ्लूरोमेथिल कीटोनस् सौम्य अभिक्रिया परिस्थितियों में उत्कृष्ट प्राप्ति के साथ CF<sub>3</sub>-अलंकृत फ्यूरेन ढांचे को प्रदान करने के लिए सक्रियकृत नाइट्रोओलेफिन्स के साथ आंतरआणविक चक्रीयकरण से गुजरता है।

Owing to the importance of CF<sub>3</sub>-functionalized furan moieties in many natural products and pharmaceuticals, we have established a catalytic protocol where a C-CF<sub>3</sub> stereogenic center was incorporated in the furan framework under metal-free conditions. In the presence of catalytic quantity of 1,8-diazabicyclo [5.4.0] undec-7-ene (DBU), trifluoromethyl ketones underwent intramolecular cyclization with activated nitroolefins to furnish the CF<sub>3</sub>-decorated furan framework in excellent yields under mild reaction conditions.

चित्र: CF<sub>3</sub>-प्रकार्यात्मकृत फ्यूरेन व्युत्पन्न का संश्लेषण।

Figure: Synthesis of CF<sub>3</sub>-functionalized furan derivatives.



RSC Adv. 2016, 6, 104148–104153

## फ्यूज्ड N-विषमचक्रीयों का संश्लेषण Synthesis of fused N-heterocycles

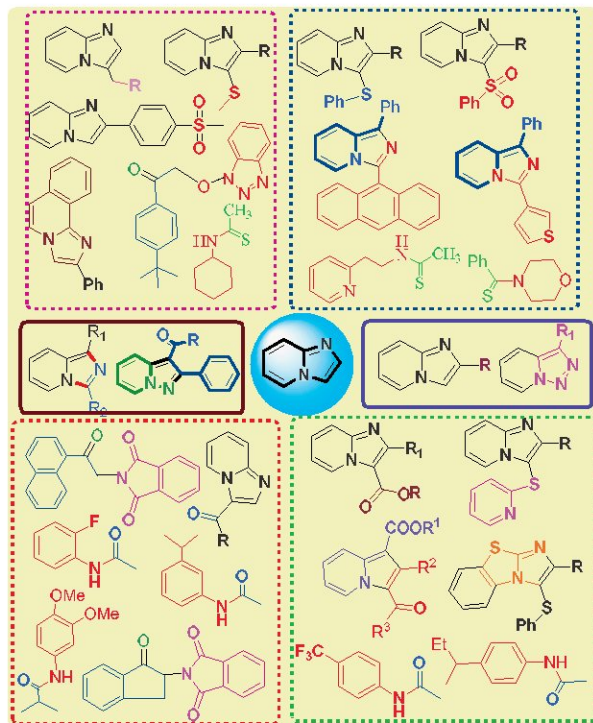
सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने सस्ते ताम्र उत्प्रेरक या धातु – मुक्त परिस्थितियों में फ्यूज्ड N- विषमचक्रीय की श्रृंखला के संश्लेषण और प्रकार्यात्मकीकरण को विकसित किया है, जैसे इमिडाजो [1,2-a] पाइरिडीनस्, इमिडाजो [1,5-a] पाइरिडीनस्, पाइराजोलो [1,5-a] पाइरिडीनस्, इंडोलीजिन जिससे जोलिमिडीन- एक एंटीअल्सर दवा, शामिल है। सभी विकसित तकनीकों के निम्नलिखित फायदे हैं: (i) व्यवसायिक और/या आसानी से उपलब्ध शुरुआती सामग्री का उपयोग (ii) फिफायती ताम्र उत्प्रेरक का उपयोग या धातु – मुक्त परिस्थिति, (iii) सौम्य अभिक्रिया परिस्थितियाँ (सामान्य ताप आदि), (iv)

CSIR-CSMCRI has advanced the synthesis and functionalization of a series of fused N-heterocycles, such as imidazo [1,2-a] pyridines, Imidazo [1, 5-a] pyridines, Pyrazolo [1, 5-a] pyridines, Indolizines including zolimidine – an antiulcer drug, either by using inexpensive copper catalysts or under metal-free conditions. All the developed techniques have the following advantages: (i) use of commercially and/or readily available starting materials, (ii) use of economical copper catalysts or under metal-free conditions, (iii) mild reaction conditions (room temperature etc.), (iv) applicability for a range of



प्रकार्यात्मकों की एक श्रृंखला के लिए लागू (v) सौम्य विलायक या विलायक – मुक्त परिस्थितियों का उपयोग (vi) संश्लेषिक व्यावहारिकता की जांच के लिए कुछ अणुओं को ग्राम पैमाने पर अभिक्रियाओं में प्रदर्शित किया गया। उन रूपरेखा का सारांश यहां प्रस्तुत किया गया है।

functionalities, (v) use of benign solvents or solvent-free conditions, (vi) some of the molecules have been demonstrated at gram scale reactions to probe the synthetic practicality. A summary of those frameworks has been presented herewith.



चित्र: फ्यूज्ड विषमचक्रीयों का संश्लेषण और प्रकार्यात्मीकरण।

Figure: Synthesis and functionalisation of Fused Heterocycles.

The Chemical Record 2017, 17, 1019–1038

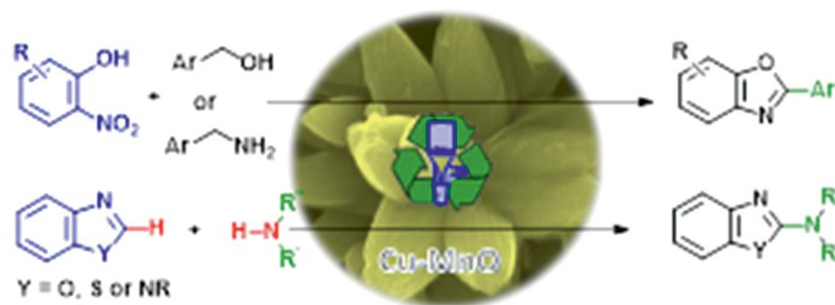
### विषमचक्रीय यौगिकों के संश्लेषण और प्रकार्यात्मीकरण के लिए सरल विधि

#### Simple method for synthesis and functionalization of heterocyclic compounds

संश्लेषिक कार्बनिक रसायन विज्ञान में एजोल महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। संश्लेषिक और औषधि रसायनज्ञों के लिए एजोल का संश्लेषण और प्रकार्यात्मीकरण महत्वपूर्ण है। हमने एक विषमांगी उत्प्रेरक प्रणाली विकसित की है तो सौम्य परिस्थितियों में एजोल्स के C-2 प्रकार्याकृत वेजोऑक्साजोलस् और C-2 एमीनीकरण के संश्लेषण की अनुमति देता है।

Azoles play an important role in synthetic organic chemistry. Synthesis and functionalization of azoles are important for synthetic and medicinal chemists. We have developed a heterogeneous catalyst system that allows synthesis of C-2-functionalized benzoxazoles and C-2 amination of azoles under mild conditions.





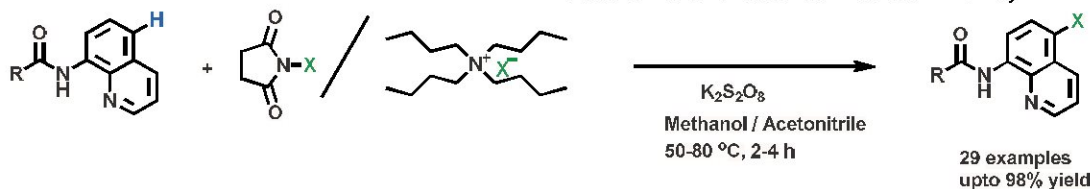
चित्र: एजोल का संश्लेषण और प्रकार्यात्मीकरण।

Figure: Synthesis and functionalization of azoles.

ChemistrySelect 2016, 1, 2542–2547

इसके अलावा, हमने 8-एमिडोक्विनोलिन तंत्र के रिजियोचयनात्मक हैलोजनीकरण (Cl, Br, I) के लिए सरल ऑक्सीडेटिव विधि विकसित की है। सरल परिचालन तकनीक, संक्रमण धातु – मुक्त प्रोटोकॉल, व्यापक सब्सट्रेट विस्तार और उच्च चयनात्मकता जैसे लाभों ने क्रियाविधि को संबंधित समुदाय के लिए आकर्षक बना दिया है।

Furthermore, we have developed a simple oxidative method for the regioselective halogenation (Cl, Br, I) of 8-amidoquinoline systems. Advantages including simple operational technique, transition-metal-free protocol, broad substrate scope and high selectivity have made the methodology attractive to the concerned community.



चित्र: 8-एमिडोक्विनोलिन का हैलोजनीकरण।

Figure: Halogenation of 8-amidoquinolines.

ChemistrySelect 2017, 2, 2745–2749

## अकार्बनिक पदार्थ के माध्यम से उत्प्रेरण

### Catalysis by means of inorganic materials

अकार्बनिक पदार्थ द्वारा उत्प्रेरण पर शोध में संश्लेषण, लक्षण वर्णन और उत्प्रेरित तापीय, प्रकाशीय और विद्युतरसायनिक रूपांतरण अभिक्रियाओं के लिए अच्छी तरह से परिभाषित ठोस उत्प्रेरक और संबंधित प्रकार्यात्मक सामग्री का प्रदर्शन शामिल है। व्यावहारिक परिस्थितियों में उत्प्रेरक सामग्री के अध्ययन के लिए उत्प्रेरक संश्लेषण तकनीक और उन्नत स्पेक्ट्रोस्कोपी में ज्ञान प्राप्त करने के अलावा, हम उच्च औद्योगिक मांग के विभिन्न उत्कृष्ट रसायनों को तैयार करने में उन उत्प्रेरक सामग्रियों को प्रयोग करने पर ध्यान केंद्रित करते हैं। 2016-17 की अवधि के दौरान सम्पन्न कुछ उपलब्धियों को यहाँ संक्षेप में प्रस्तुत किया गया है।

The research on the catalysis by inorganic materials involves synthesis, characterization and performance of well-defined solid catalysts and related functional materials for gas storage and catalytic thermal, photo and electrochemical conversion processes. Apart from gaining knowledge



in catalyst synthesis techniques and advanced spectroscopy for the study of catalyst materials under working conditions, we focus on applying those catalyst materials in preparing various fine chemicals of high industrial demand. Some achievements accomplished during the period 2016–17 are summarized herein.

### ठोस एसिड उत्प्रेरक पर n- ब्यूटाइल एसीटेट का संश्लेषण

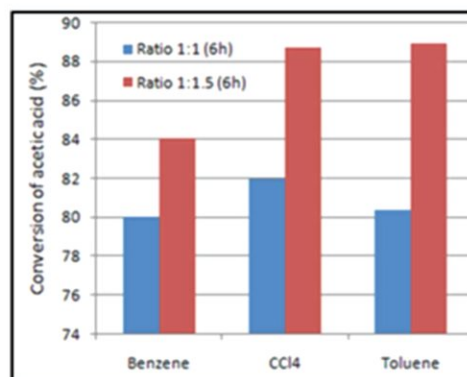
#### Synthesis of n-butyl acetate over solid acid catalysts

ब्यूटाइल एसीटेट (BuOAc) का उपयोग कैंडी, आइसक्रीम, चीज, शीतल पेय, चिविंग गम, और सिके हुए कई खाद्य उत्पादों में फलों के कृत्रिम स्वाद के लिए किया जाता है। उसके अलावा, यह अक्सर रासायनिक उद्योगों द्वारा मध्यम ध्रुवीयता के उच्च-क्वथन विलायक के रूप में उपयोग किया जाता है। परंपरागत रूप से BuOAc का संश्लेषण एसीटिक एसिड के n-ब्यूटेनॉल के साथ प्रोटिक अम्ल जैसे  $H_2SO_4$  या p-TSA की उपस्थिति में एस्टरीफिकरण द्वारा किया जाता है। विभिन्न धातु ऑक्साइड और रेजिन आधारित ठोस अम्ल उत्प्रेरण पर BuOAc के संश्लेषण के हमारे अध्ययन में पुष्टि हुई कि एम्बरलीस्ट-आधारित उत्प्रेरक प्रणाली में BuOAc 100% चयनात्मकता के साथ उच्च सक्रियता और एसीटिक अम्ल (89%) के रूप में 90°C पर, 1:1.5 मोलर अनुपात के अल्कोहॉल और टॉलूइन के स्थिरक्वाथी विलायक का उपयोग करते हुए अधिकतम रूपांतरण दर्शाता है। उत्प्रेरक पाँच प्रतिक्रिया चक्रों तक अच्छे पुनर्प्रयोग का प्रदर्शन भी किया।

Butyl acetate (BuOAc) is used as a synthetic fruit flavor in numerous food products such as candy, ice cream, cheeses, soft drinks, chewing gums and baked goods. In addition, it is often used by the chemical industries as a high-boiling solvent of moderate polarity. Traditionally BuOAc is synthesized by the esterification of acetic acid with n-butanol in the presence of protic acids e.g.,  $H_2SO_4$  or p-TSA. Our study for the synthesis of BuOAc over various metal oxides and resin based solid acid catalysts confirmed that an amberlyst-based catalyst system displayed higher activity with 100% selectivity of BuOAc and maximum conversion in terms of acetic acid (89%) at 90°C using 1:1.5 molar ratio of acid to alcohol and toluene as an azeotropic solvent. The catalyst also exhibited good re-usability till five reaction cycles.

चित्र: मोलर अनुपात और विलायकों का प्रभाव।

Figure: Effect of molar ratio & solvents.





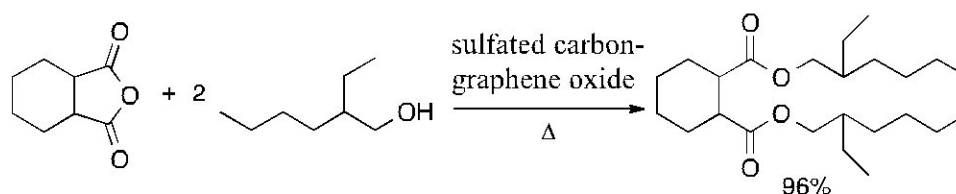


## 2-एथिल हेक्सेनॉल के साथ हाइड्रोजनीकृत थेलिक एनहाइड्राइड (HPAn) का एस्टरीकरण

### Esterification of hydrogenated phthalic anhydride (HPAn) with 2-ethyl hexanol

कार्बन-आधारित उत्प्रेरक की एक श्रृंखला तैयार की गई और इसका परीक्षण शीर्षक अभिक्रिया के परीक्षण हेतु डाइ-2-एथिलहेक्सिल हेक्साहाइड्रोथेलेट के संश्लेषण के लिए किया गया, जिसका उपयोग पॉलीमर उद्योग में एक प्लास्टिसाइजर के रूप में किया जाता है। चयनात्मक उत्पाद के निर्माण की ओर, कार्बन आधारित उत्प्रेरक की क्रियाशीलता रुझान सल्फेटेड कार्बन ग्रेफिन ऑक्साइड संमिश्र (96%) > सल्फेटेड कार्बन (90%) > ग्रेफिन ऑक्साइड (83%) पाया गया। बिना किसी क्रियाशीलता हानि के इस सल्फेटेड कार्बन ग्रेफिन ऑक्साइड संमिश्र को चार अभिक्रिया चक्रों तक पुनः उपयोग किया गया।

A series of carbon-based catalysts were prepared and tested for the title reaction to synthesize di-2-ethylhexyl hexahydrophthalate, which is used as a plasticizer in polymer industry. Towards the selective product formation, the reactivity trend of carbon-based catalysts was found to be sulfated carbon-graphene oxide composite (96%) > sulfated carbon (90%) > graphene oxide (83%). The sulfated carbon-graphene oxide composite catalyst was reused up to four reaction runs without appreciable loss of activity.



चित्र: 2-एथिल हेक्सेनॉल के साथ HPAn का एस्टरीकरण।

Figure: Esterification of HPAn with 2-ethyl hexanol.

## कार्बन माइक्रोस्फीयर समर्थित $\text{MoO}_3$ -प्रवर्धित ओलेफिन का एपॉक्सीकरण

### Carbon microsphere supported $\text{MoO}_3$ -promoted epoxidation of olefins

हमने एकल पात्र में जैव-व्युत्पन्न कार्बन माइक्रोस्फीयर पर संबलित मोलिब्डेनम ऑक्साइड नैनोकणों को संश्लेषित किया। डी-ग्लूकोज और खोई को कार्बन स्रोत के रूप में उपयोग कर निम्न तापमान पर हाइड्रोथर्मल विधि द्वारा इस उत्प्रेरक को संश्लेषित किया गया। सूक्ष्मदर्शी विश्लेषण दर्शाता है कि खोई के कार्बोनाइजेशन के परिणाम स्वरूप असमान कार्बन माइक्रोस्फीयर का निर्माण हुआ, जबकि ग्लूकोज कार्बन अभिकारक समान रूप से गोलाकार कार्बन स्फीयर बनाता है। SEM और STEM एलीमेंटल मानचित्रण यह दिखाता है कि कार्बन माइक्रोस्फीयर पर मोलिब्डेनम ऑक्साइड नैनोकण का एक समान फैलाव है। डी-ग्लूकोज से प्राप्त कार्बन माइक्रोस्फीयर पर संबलित 1%  $\text{MoO}_3$  ऑक्सीडेंट के रूप में कार्बनिक

We have synthesized molybdenum oxide nanoparticles (NPs) supported onto bio-derived carbon microspheres in one pot. The aforementioned catalyst was synthesized by the low temperature hydrothermal (LTH) method using D-glucose and bagasse as the carbon source. Microscopy analysis showed the carbonization of bagasse resulted in the formation of non-uniform carbon microspheres, whereas glucose carbon precursor produced uniformly spherical carbon spheres. SEM and STEM elemental mapping show the uniform dispersion of molybdenum oxide NPs over carbon microspheres. 1%  $\text{MoO}_3$  supported on carbon microspheres derived from D-glucose showed excellent catalytic activity up to 100%



त्रितीयक व्युटाइल हाइड्रोपेरोक्साइड का उपयोग करके 100% ओलेफिन रूपांतरण और 100% इपॉक्साइड चयनात्मकता के लिए उत्कृष्ट उत्प्रेरक गतिविधि दिखाई।

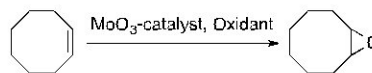


चित्र: साइक्लो ऑक्टेन एपॉक्सीकरण।

**Figure:** Cyclooctene epoxidation.

ओलेफिन एपॉक्सीकरण के लिए संश्लेषित उत्प्रेरक की उप्रेण गतिविधि का मूल्यांकन किया गया। नमूने के तौर पर 80°C पर एक ऑक्सीडेंट के रूप में TBHP के साथ विभिन्न उत्प्रेरकों का उपयोग करके साइक्लोऑक्टीन के साथ प्रतिक्रिया की गई। हमने बाद में अनुकूलित उत्प्रेरक प्रणाली (1A-MoO<sub>3</sub>/GCMS) को ओलेफिनिक सबस्ट्रेट की विस्तृत श्रृंखला जिसमें शामिल है, सायक्लोहेक्सिन, सायक्लोऑक्टीन 1,2-एपॉक्साइड, स्टाइरिन, n-हेक्सीन, 3 व्युटिन-2 ऑल और लिमोनीन सबस्ट्रेट के सफल रिजियोचयनात्मक एपोआक्सीकरण के लिए उपयोग किया, जिसने उच्च प्राप्ति के साथ संबंधित एपोऑक्साइड प्रदान किया।

olefin conversion and 100% epoxide selectivity by using organic tert-Butyl hydroperoxide as an oxidant.



The catalytic activity of the synthesized catalyst was evaluated for olefin epoxidation. The model reaction was carried out with cyclooctene using different catalysts with TBHP as an oxidant at 80°C. We subsequently applied the optimized catalyst system (1A-MoO<sub>3</sub>/GCMS) to a wide range of olefinic substrates including cyclohexene, cyclooctene 1, 2-epoxide, styrene, n-hexene, 3-butene-2-ol, 3-butene-1-ol and limonene towards the successful regioselective epoxidation giving the corresponding epoxide in high yields.

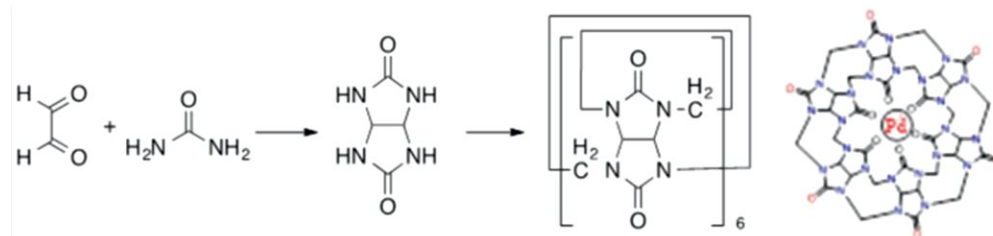
## कुकुरबिट[6]यूरिल पर पैलेडियम: जलीय माध्यम में विभिन्न अपचयनीय प्रकार्यात्मक समूहों का हाइड्रोजनीकरण

### Palladium on Cucurbit[6]uril: Hydrogenation of various reducible functional groups in aqueous medium

पैलेडियम को कुकुरबिट[6]यूरिल (CB[6]) (5% Pd लोडिंग) पर स्थिर किया गया और जलीय माध्यम में, अभिक्रिया पथ के हरित बनाते हुए, विभिन्न अपचयनीय प्रकार्यात्मक समूहों के हाइड्रोजनीकरण के लिए उपयोग किया गया। इस प्रकार एपॉक्साइड, कार्बोनिल, एजो, इमाइन, अल्कीन, अलकाइन,  $\alpha$ ,  $\beta$ -असंतृप्त एस्टर, नाइट्राइल और एजाइड प्रकार्यात्मक समूहों के हाइड्रोजनीकरण का सफलतापूर्वक किए गए, जिसमें अधिकांश मामलों में 99% रूपांतरण और चयनात्मकता प्रदान की गई। इसके अलावा, ठोस उत्प्रेरक ने अपनी उत्प्रेरण गतिविधि में किसी भी हानि के बिना बहुत अच्छा पुनःचक्रण गुण (10% अभिक्रिया चक्र तक) को प्रदर्शित किया।

Palladium was immobilized on cucurbit[6]uril (CB[6]) (5 wt% Pd loading) and used for the hydrogenation of various reducible functional groups in aqueous medium making the reaction path greener. Thus, hydrogenation of epoxide, carbonyl, azo, imine, alkene, alkyne,  $\alpha$ ,  $\beta$ -unsaturated ester, nitrile and azide functional groups was successfully conducted providing up to 99% conversion and selectivity for most of the studied cases. Further, the solid catalyst showed very good recyclability property (up to 10 reaction cycles) without any loss in its catalytic activity.





चित्र: कुकुरबिट[6]यूरिल (CB[6]) के संश्लेषण के लिए सामान्य योजनाचित्र और CB[6] पर Pd<sup>II</sup>

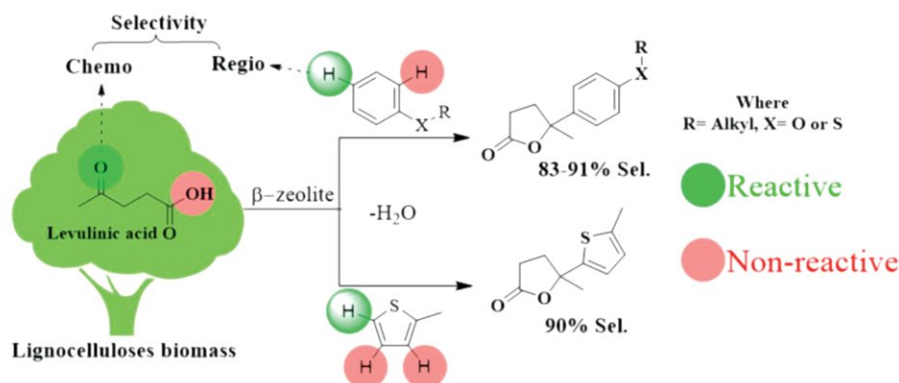
Figure: General scheme for the synthesis of cucurbit[6]uril (CB[6]) and Pd<sup>II</sup> on CB[6].

ChemistrySelect 2017, 2, 9911-9919

### उत्प्रेरक के रूप में H-β जिओलाइट का उपयोग कर एरोमेटिक्स के साथ बायोमास – आधारित लेवुलिनिक अम्ल से एरायलीकृत γ-वैलेरोलेक्टोन का रसायन एवं रिजियोचयनात्मक संश्लेषण Chemo- and regioselective synthesis of arylated γ-valerolactones from biomass-based levulinic acid with aromatics using H-β zeolite as catalyst

हमने विलायक मुक्त स्थिति में उत्प्रेरक के रूप में पुनःचक्रणीय β-जिओलाइट का उपयोग करते हुए लेवोलेनीक अम्ल (LA) जिसमें आक्सीजन और सल्फर युक्त इलेक्ट्रॉन-समृद्ध एरोमेटिक्स शामिल है से एराइलकृत γ-वैलेरोलेक्टॉन्स (Agvls) के संश्लेषण के लिए हरित सिंथेटिक प्रोटोकाल का प्रदर्शन किया है। अनुकूलित स्थिति में, LA और एनिसोल ने पैरा-प्रतिस्थापित γ-लैक्टॉन की 82% प्राप्ति के साथ पूर्ववर्ती का 90% रूपांतरण को प्रस्तुत किया। C-C बंध निर्माण के बाद आंतरआणविक एस्टरीकरण अभिक्रिया के दौरान देखा गया। अभिक्रिया अत्यधिक रसायन एवं रिजियोचयनात्मक पायी गयी जैसा की <sup>1</sup>H और <sup>13</sup>C NMR के द्वारा दर्शाया गया। विभिन्न एरोमेटिक यौगिकों के साथ अभिक्रिया की व्यापकता का अध्ययन, जिसमें पाँच-सदस्यीय विषमचक्रीय शामिल है, इस अभिक्रिया को सक्षम करने के लिए आवश्यक संरचनात्मक जरूरतों का खुलासा करती है। अभिक्रिया के दौरान कार्बनिक कार्बनयुक्त भाग के गठन, जो की उत्प्रेरक निष्क्रियता के लिए जिम्मेदार है, का पता कई भौतिकरासायनिक, स्पेक्ट्रोस्कोपिक और सूक्ष्मदर्शीय तकनीकों के माध्यम से किया गया। कैल्सीनेशन द्वारा इन कार्बनयुक्त भाग को हटाने से उत्प्रेरक की सक्रियता पुनर्जीवित हो गई।

We have demonstrated a green synthetic protocol for the synthesis of arylated γ-valerolactones (Agvls) from levulinic acid (LA) with oxygen or sulphur-containing electron-rich aromatics using recyclable β-zeolite as the catalyst under solvent-free condition. Under optimized condition, LA and anisole render 90% conversion of former with 82% yield of para-substituted γ-lactone. C-C Bond formation followed by intramolecular esterification is witnessed in the course of the reaction. The reaction is highly chemo- and regioselective as evidenced by <sup>1</sup>H and <sup>13</sup>C NMR. Reaction scope studies with various aromatic compounds including five-membered heterocycles unraveled the structural requirements necessary in enabling this reaction. Formation of organic carbonaceous moiety during the reaction, responsible for catalyst deactivation, was ascertained through several physicochemical, spectroscopic and microscopic techniques. The removal of these carbonaceous moiety by calcination regenerated the activity of the catalyst.



चित्र: H- $\beta$  जिओलाइट द्वारा उत्प्रेरित  $\gamma$ -वैलेरोलेक्टॉन का संश्लेषण।

Figure: Synthesis of  $\gamma$ -valerolactone catalyzed by H- $\beta$  zeolite.

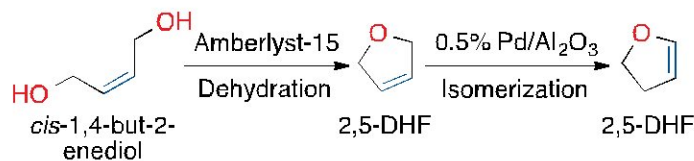
Indian Patent Office vide Application No. 201611023585; 2016

### cis-1,4-ब्यूट-2-ईनडायाऑल से 2,3-डायहाइड्रोफ्यूरेन का संश्लेषण

#### Synthesis of 2,3-dihydrofuran from cis-1,4-but-2-enediol

2,3-डायहाइड्रोफ्यूरेन (2,3-DHF) कई एंटीट्यूमर एजेंटों में सर्वव्यापी है। हमने दो चरणों के माध्यम से 2,3-DHF के एक सुरुचिपूर्ण संश्लेषण का वर्णन किया है। प्रथम चरण में cis-1,4-ब्यूट-2-ईनडायाऑल के निर्जलीकरण के द्वारा एक मध्यवर्ती के रूप में 2,5- डायहाइड्रोफ्यूरेन (2,5-DHF) प्राप्त हुआ और अनुवर्ती चरण में 2,5-DHF का 2,3-DHF में आइसोमेराइजेशन। निर्जलीकरण चरण में रेजिन उत्प्रेरक एम्बरलीस्ट-15 का उपयोग किया गया क्योंकि यह साइक्लोहेक्सेन माध्यम में अच्छी चयनात्मकता (88%) और रूपांतरण (98%) दिखाता है। 2,5-DHF से 2,3-DHF में आइसोमेराइजेशन को विलायक मुक्त परिस्थितियों में एक विषमांगी पैलेडियम उत्प्रेरक, 0.5% Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (95% तक चयनात्मकता और 90% रूपांतरण) के माध्यम से प्राप्त किया गया।

2,3-dihydrofuran (2,3-DHF) is ubiquitous in numerous antitumor agents. We have described an elegant synthesis of 2,3-DHF via two steps. In first step dehydration of cis-1,4-but-2-enediol furnishing 2,5-dihydrofuran (2,5-DHF) as an intermediate and subsequent isomerization of 2,5-DHF to 2,3-DHF. In the dehydration step, the resin catalyst Amberlyst-15 was used as it showed good selectivity (88%) and conversion (98%) in cyclohexane medium. The isomerization of 2,5-DHF to 2,3-DHF was achieved by means of a heterogeneous palladium catalyst, 0.5% Pd/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (up to 95% selectivity and 90% conversion) under solvent free conditions.



चित्र: 2,5-DHF का संश्लेषण।

Figure: Synthesis of 2,5-DHF.





## विषयवस्तु: पदार्थ विज्ञान Theme: Materials

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

कई वर्षों से यह संस्थान पदार्थ संबंधित विविध एवं अत्यधिक अनुप्रयुक्त अनुसंधान क्षेत्रों पर कार्य कर रहा है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने विभिन्न पदार्थों जैसे कि क्ले, जिओलाइट्स, धातु ऑक्साइड, हाइड्रोटेल्साइट, कार्बन, धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क (MOFs), प्रकार्यात्मकृत अकार्बनिक धातु कॉम्प्लेक्स और सतत विकास के लिए नैनोकणों के संश्लेषण पर उल्लेखनीय सामर्थ्य और विशेषज्ञता प्राप्त की है। इस संस्थान के विभिन्न विभागों के वैज्ञानिक और उनके समूह, पदार्थ विज्ञान पर राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं, सीएसआईआर के अन्य संस्थानों, शैक्षणिक संस्थानों और उद्योगों के साथ मिलकर काम कर रहे हैं। पदार्थों की एक श्रृंखला के उत्कृष्ट रसायनों, दवाओं और कृषि रसायनों में व्यावहारिक अनुप्रयोगों पर अंतर्दृष्टि प्राप्त करने के लिए भारी योगदान समर्पित किया गया। संस्थान का योगदान तकनीकी/ प्रक्रमों/ उत्पाद विकास, राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय प्रतिष्ठित पत्रिकाओं में गुणवत्ता वाले प्रकाशनों (400 से अधिक) और विभिन्न सामाजिक गतिविधियों द्वारा संतुलित है। कई प्रक्रम बौद्धिक संपदा अधिनियम के तहत संरक्षित हैं उनमें से कुछ प्रक्रमों को विभिन्न उद्योगों/ लाइसेंस धारकों को स्थानांतरित किया गया है। अनेक संश्लेषित पदार्थों का वाणिज्यिक रूप से उपयोग हो रहा है। वर्ष 2016-17 में पदार्थ विज्ञान पर आधारित शोध कार्यों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया जा रहा है।

### Thematic core competences

Over the years, this Institute has been working in miscellaneous and highly applied research areas on the central theme “Materials”. CSIR-CSMCRI has gained remarkable strengths and expertise on synthesis of various materials such as clays, zeolites, metal oxides, hydrotalcites, carbons, metal-organic frameworks (MOFs), functionalized inorganic metal complexes, and nano-particles for sustainable development. The scientists and their groups from various disciplines of this institute are working in materials, and collaborate with other national laboratories both inside and outside CSIR, academic institutions and industries. Enormous contribution has been devoted in gaining insight of a range of Materials and their practical applications in fine chemicals, pharmaceutical, and agrochemical industries. The Institute’s output is well balanced by technology/ process/ product developments, quality publications (more than 400) in both national and internationally reputed journals and various societal activities. IP rights protect some of those processes and a few of those are transferred to various industries/licensees. Many of those materials are being exploited commercially. In the following, some highlights on theme “Materials” are described that were carried out during the year 2016–17.

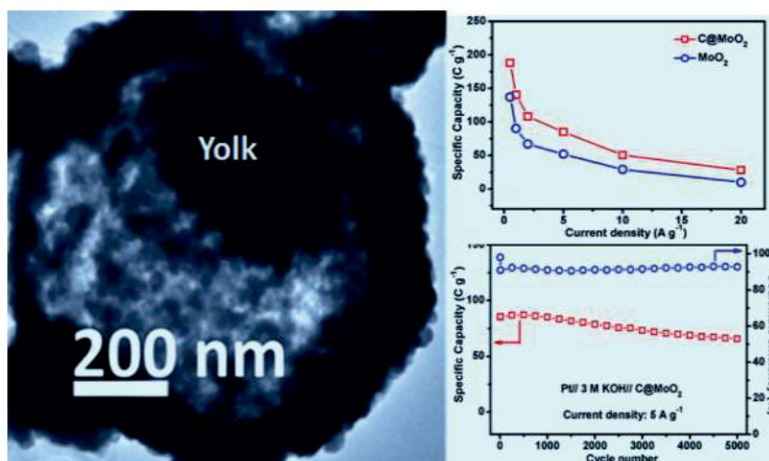


## विद्युतरसायन ऊर्जा भंडारण के लिए सक्रिय पदार्थों का विकास

### Development of the active materials for electrochemical energy storage

वर्तमान में, सौर और पवन ऊर्जा जैसे स्थायी और नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का उचित भंडारण और उपयोग शोध के प्रमुख विषय है। इस संबंध में विद्युत रासायनिक संधारित्र (ईसी) ने अपने उच्च ऊर्जा घनत्व, लंबे चक्र स्थिरता और तीव्र चार्ज-डिस्चार्ज विशेषताओं के कारण शोधकर्ताओं का ध्यान आकर्षित किया है। हालांकि ऑक्साइड आधारित पदार्थों का उनकी उच्च लागत, खराब चालकता और विषाक्तता के कारण बड़े पैमाने पर व्यावसायिक उपयोग करना असंभव है। बहुतायत में उपलब्धता, कम लागत, और अच्छे विद्युत रासायनिक प्रदर्शन के कारण, मोलिब्डेनम ऑक्साइड ( $\text{MoO}_2/\text{O}_3$ ) एक भरोसेमंद पदार्थ है। इस हेतु, हमने  $\text{C@MoO}_2$  कोटरगत यॉक-

Presently, appropriate storage and utilization of sustainable and renewable energy, such as solar and wind energy, is one of the prime research area. In this regards, so called electrochemical capacitors (ECs), have received significant attention due to their high energy density, long cycle stability, and fast charge-discharge characteristics. However, high cost, poor conductivity and toxicity of the developed oxide based materials are the main obstacles for their large scale commercial use. Owing to the abundance, low-cost, and good electrochemical performance, Oxides of Molybdenum ( $\text{MoO}_2/\text{O}_3$ ) are most promising candidates. In this line, we



**चित्र:** कैल्साइन्ड  $\text{C@MoO}_2$  की HR-TEM छवि, धारा घनत्व के बढ़ने के साथ विशिष्ट धारिता में बदलाव एवं धारा घनत्व का चक्रीय प्रदर्शन।

**Figure:** HR-TEM image of the calcined  $\text{C@MoO}_2$ , the variation in the specific capacity with the increasing the current density and cycling performance at current density.

शेल संरचना के लिए एक मृदु टेम्पलेट विधि प्रस्तुत की है, जिसमें सॉफ्ट टेम्पलेट के रूप में और सूक्रोज, CTAB, अमोनियम हेप्टामोलीब्डेट टेट्राहाइड्रेट धातु स्रोत के रूप में, और अमोनियम कार्बोनेट एक योजक के रूप में काम करता है। उपरोक्त  $\text{C@MoO}_2$  कोटरगत यॉक-शेल संरचना विद्युत रासायनिक संधारित्र के लिए उपयुक्त पदार्थ है। संश्लेषित  $\text{C@MoO}_2$  कोटरगत यॉक-शेल संरचना ने  $0.5 \text{ C g}^{-1}$  के धारा घनत्व पर  $188 \text{ C g}^{-1}$  की विशिष्ट धारिता प्रदर्शित की, जो शुद्ध  $\text{MoO}_2$  ( $137.1 \text{ C g}^{-1}$ ) से बहुत अधिक थी। संश्लेषित  $\text{C@MoO}_2$

have introduced a simple synthetic strategy for  $\text{C@MoO}_2$  hollow yolk-shell structure via a soft template method using CTAB and sucrose as the soft template, ammonium heptamolybdate tetrahydrate as the metal source, and ammonium carbonate as an additive. The synthesized  $\text{C@MoO}_2$  hollow yolk-shell structure showed a specific capacity of  $188 \text{ C g}^{-1}$  at the current density of  $0.5 \text{ A g}^{-1}$ , which was much higher to that of pure  $\text{MoO}_2$  ( $137.1 \text{ C g}^{-1}$ ). The synthesized  $\text{C@MoO}_2$  structure showed excellent cycling stability, with 78% retention of





संरचना ने,  $5 \text{ Ag}^{-1}$  के धारा घनत्व पर 5000 चक्रों के बाद भी प्रारंभिक क्षमता का 78% धारिता के साथ उत्कृष्ट चक्रिय स्थिरता दिखाई।

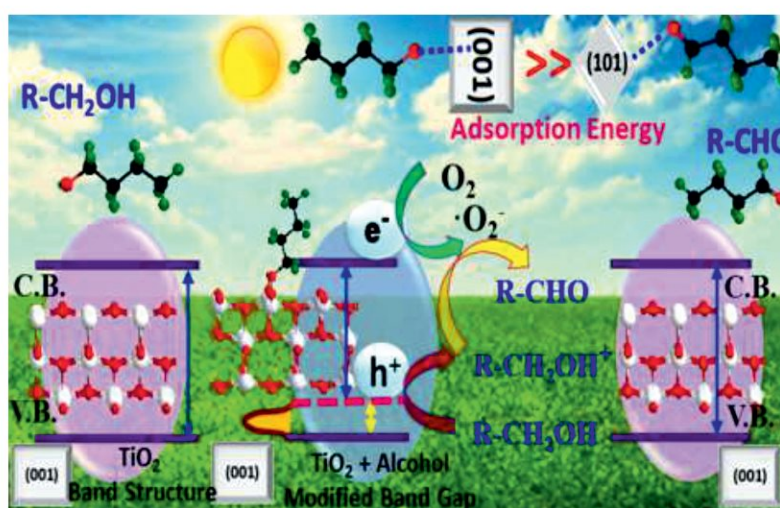
initial capacity after 5000 cycles at the current density of  $5 \text{ A g}^{-1}$ .

## दृश्य-प्रकाश सक्रिय प्रभावशील प्रकाश उत्प्रेरक का विकास

### Development of efficient visible-light active photocatalyst

पृथ्वी पर एकमात्र सतत ऊर्जा संसाधन के कारण, सौर ऊर्जा की स्वच्छ और किफायती ऊर्जा स्रोत के रूप में काफी संभावनाएं हैं। इसलिए, सौर ऊर्जा के विद्युत या रासायनिक ऊर्जा में प्रभावी परिवर्तन एवं/या पैदावार अर्थात् दृश्य प्रकाश प्रेरित रासायनिक परिवर्तन (प्रकाश उत्प्रेरण) आशाजनक है और विश्व भर में दो दशकों से शोध का विषय रहा है। इस दिशा में, हमने (001) फेसीटेड एनाटेस  $\text{TiO}_2$  और क्रॉस-लिंकड बायोपॉलीमर पर आधारित सिल्वर नैनो कणों से बना त्रिचर नैनो कम्पोजिट हाइड्रोजेल जैसे कुशल दृश्य प्रकाश सक्रिय प्रकाश उत्प्रेरक का विकास किया है। उपरोक्त (001) फेसीटेड एनाटेस  $\text{TiO}_2$  ने दृश्य प्रकाश में गैर सक्रिय एलिफैटिक/ चक्रिय अल्कोहल के संगत एलिडहाइड/ कीटोन में चयनात्मक ऑक्सीकरण का प्रदर्शन किया। अन्य  $\text{TiO}_2$  नैनोकणों से (001)

Owing to the only sustainable energy resource on earth, solar energy has great potential as clean and economical energy source. Hence, efficient conversion and/or harvesting of solar energy to electrical energy or chemical energy, i.e., visible light driven chemical conversion (photocatalysis) is promising and have been triggered worldwide during last two decade. In this direction, we have developed (001) faceted anatase  $\text{TiO}_2$  and cross-linked biopolymer stabilized exfoliated titanate nanosheet-supported AgNPs, a green sustainable ternary nanocomposite hydrogel, as an efficient visible light active photocatalyst. (001) faceted anatase  $\text{TiO}_2$  showed selective oxidation of non-activated aliphatic/cyclic alcohol to corresponding aldehyde/ ketone under visible



**चित्र:** विषैले 4-नाइट्रोफेनॉल के अपचयन और कार्बनिक रंजक के विरंजीकरण के माध्यम से पर्यावरणीय उपचार के लिए तद्वस्थाने एक्सफोलीएटेड नैनोकैम्पेट-समर्थित चांदी नैनोकणों (एएनजीपी) नैनोकम्पोजिट हाइड्रोजेल।

**Figure:** In situ exfoliated titanate nanosheet-supported silver nanoparticles (AgNPs) nanocomposite hydrogel for environmental remediation via reduction of toxic 4-nitrophenol and decolouration of organic dyes.



फेसीटेड एनाटेस  $\text{TiO}_2$  की अधिक सक्रियता की पहचान प्रधान क्वाण्टम केमिकल DFT गणना द्वारा की गई। जबकि विषैले 4 नाइट्रोफिनोल के अपचयन और कार्बनिक रंजको के विरजीकरण हेतु नैनो कम्पोजिट का उपयोग किया गया जो कि एक अच्छे दृश्य प्रकाश चालित प्रकाश उत्प्रेरित क्रियाशीलता दर्शायी। यहाँ यह ध्यान देना महत्वपूर्ण है कि उक्त 4 नाइट्रोफिनोल का अपचयन मात्र 5 मिलीग्राम उत्प्रेरक से  $\text{NaBH}_4$  की उपस्थिति में 16 सेकंड में पूर्ण किया गया।

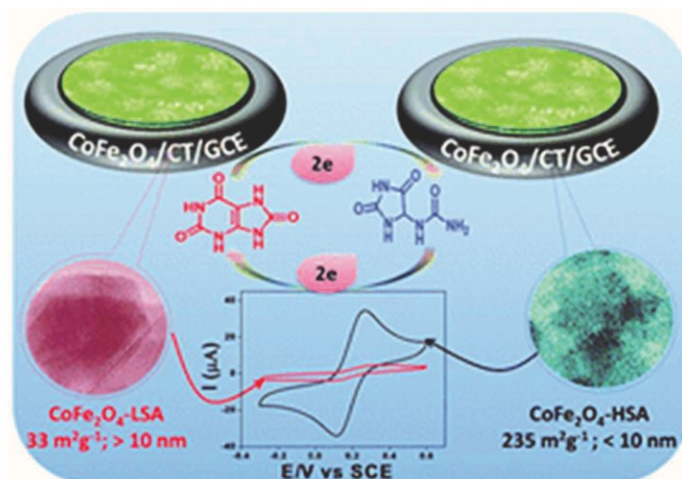
light. First principal quantum chemical DFT calculation was performed to identify the cause of superior activity of (001) faceted anatase  $\text{TiO}_2$  over other  $\text{TiO}_2$  nanoparticles. Whereas, nanocomposite were utilized for reduction of toxic 4-nitrophenol and decolouration of organic dyes and showed excellent visible light driven photocatalytic activity. It is important to note that reduction of 4-NP was complete within 16 s using 5 mg of catalyst in the presence of excess  $\text{NaBH}_4$ .

### यूरिक एसिड के चयनात्मक प्रकिण्व रहित संसूचन हेतु उत्कृष्ट संवेदनशीलता और स्थायित्व वाले कोबाल्ट फेराइट ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) नैनोकण

#### Cobalt ferrite ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) nanoparticles for selective non-enzymatic detection of uric acid with excellent sensitivity and stability

जैवसंवेदकों पर शोध करने वाले शोधार्थियों के लिए प्रकिण्व रहित यूरिक एसिड का संवेदनशील एवं चयनात्मक संसूचन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। यूरिक एसिड के प्रकिण्व रहित संसूचन हेतु कोबाल्ट फेराइट ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) नैनोकणों की सतह आधारित

Non-enzymatic detection of uric acid (UA) with high selectivity and sensitivity is a challenging task for researchers working on biosensors. Little attention has been given to explore the surface area dependent sensitivity of cobalt



चित्र: कोबाल्ट फेराइट-चिटोस नैनोकम्पोजिट से संशोधित ग्लासी कार्बन इलेक्ट्रोड ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-HSA} / \text{CT} / \text{GCE}$ ) द्वारा यूरिक एसिड संवेदन के दौरान इलेक्ट्रॉन परिवहन का योजना आरेख।

**Figure:** Schematic diagram of electron transportation during uric acid sensing in cobalt ferrite-chitosan nanocomposite modified glassy carbon electrode ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-HSA/CT/GCE}$ )

संवेदनशीलता की तरफ बहुत कम ध्यान दिया गया है। यहाँ हम ऐसे ही  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  नैनो कणों ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-HAS}$ ) को जैव संवेदक के रूप में प्रस्तुत कर रहे हैं जो कोबाल्ट फेराइट

ferrite ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4$ ) nanoparticles for non-enzymatic UA detection. Herein, we are reporting a  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  nanoparticle ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-HSA}$ ) based novel biosensor system consisting of a





काइटोसैन नैनोकम्पोजिट से संशोधित ग्लासी कार्बन इलेक्ट्रोड हैं। इसके उच्च BET सतही क्षेत्रफल ( $235 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ), कण आकार (10 नैनोमीटर) के कारण ये विभिन्न विपरीत कारकों (जैसे यूरिया, ग्लूकोज, एस्कॉर्बिक अम्ल, कोलेस्ट्रॉल एवं इनके मिश्रण) की उपस्थिति में भी प्रक्रिये रहित यूरिक एसिड के संवेदनशील एवं चयनात्मक संसूचन हेतु सफल साबित हुए हैं।  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  नैनोकणों का सामान्य परिस्थितियों में एक सरल विधि द्वारा संश्लेषण किया गया प्रस्तावित प्रक्रिये रहित यूरिक एसिड संवेदक एक विस्तृत संवेदी सीमा ( $1.99\text{--}19.23 \mu\text{M}$ ), बहुत ही कम संसूचन सीमा (LOD) ( $0.3 \mu\text{M}$ ), उच्च संवेदनशीलता ( $42.57 \times 10^3 \mu\text{A mM}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ ) और 30 से  $70^\circ\text{C}$  तापान्तर पर भी सहक्रियाशील विद्युतउत्प्रेरण गतिविधि प्रदर्शित करता है। इस  $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-HSA/CT/GCE}$  जैवसंवेदक की संवेदन क्षमता को मानव मूत्र नमूने में यूरिक एसिड की मात्रा के आकलन में विकसित विधि तथा नैदानिक प्रक्रिया द्वारा पुष्ट किया गया। रिपोर्ट किए गए जैवसंवेदक की संवेदनशीलता, चयनात्मकता और स्थायित्व जैसे गुण, इसे जैव चिकित्सा अनुप्रयोगों के लिए एक उपयुक्त संभाव्य बनाते हैं।

cobalt ferrite–chitosan nanocomposite modified glassy carbon electrode ( $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-HSA/CT/GCE}$ ). Due to their high BET surface area ( $235 \text{ m}^2 \text{ g}^{-1}$ ; particle size:  $\sim 10 \text{ nm}$ ), they are found sensitive and selective for non-enzymatic detection of UA even in the presence of different interferents (urea, glucose, ascorbic acid, cholesterol, and a mixture of these).  $\text{CoFe}_2\text{O}_4$  nanoparticles were synthesized by a simple route under ambient conditions. The proposed enzyme-free UA sensor exhibited synergistic electrocatalytic activity for UA and displayed a wide sensing range ( $1.99\text{--}19.23 \mu\text{M}$ ) with quite a low limit of detection (LOD) ( $0.3 \mu\text{M}$ ), and high sensitivity ( $42.57 \times 10^3 \mu\text{A mM}^{-1} \text{ cm}^{-2}$ ) even between temperatures of 30 and  $70^\circ\text{C}$ . Further, the sensing performance of the  $\text{CoFe}_2\text{O}_4\text{-HSA/CT/GCE}$  biosensor was validated by estimating UA concentration in a human urine sample using the currently developed method and the clinical procedure. The sensitivity, selectivity and stability (durability) of the reported biosensor make it a suitable potential candidate for biomedical applications.

## लीथियम पृथक्करण हेतु आयनसीव नैनोपदार्थ एवं SPES/ आयनसीव कम्पोजिट मेम्ब्रेन

### Ionsieve Nanomaterial and SPES/Ionsieve Composite Membrane for the Separation of Lithium

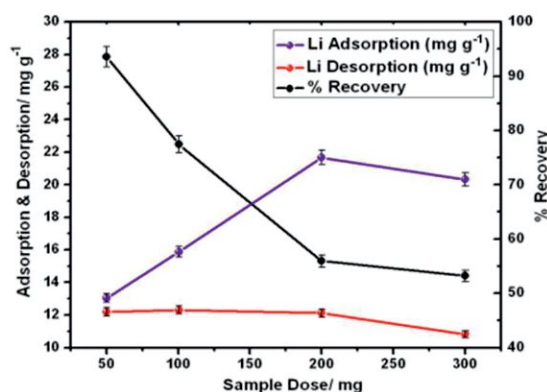
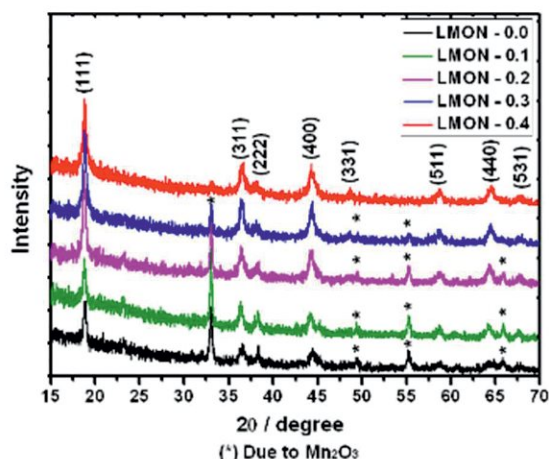
लिथियम आयन बैटरी, सिरेमिक्स, उच्च चिकनाई वाले ग्रीस और दवाओं के क्षेत्र में व्यापक अनुप्रयोगों के कारण लिथियम धातु का विशेष महत्व है। जलीय घोल से लिथियम धातु की रिकवरी इसकी जलस्नेह प्रवृत्ति के कारण एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। मैग्नीशियम डोप्ड लिथियम मैग्नीज ऑक्साइड नैनोसंरचित आयनसीव का निर्माण एक सरल पद अभिक्रिया द्वारा किया गया तथा XRD एवं TEM विश्लेषण के द्वारा पुष्टी की गयी। लैटिस मापदंडों पर धातु स्रोत की सांद्रता एवं अशुद्धि के रूप में उत्पादित मैग्नीज ऑक्साइड का वर्णन किया गया। लैंगमुइर समताप विश्लेषण द्वारा इन नैनो संरचनात्मक आयनसीव पर लिथियम के अधिशोषण एवं विशोषण लक्षणों का मूल्यांकन किया गया। प्रोटोनेटेड नमूनों (HMON) का क्षेत्रफल प्रारम्भिक

Lithium metal has tremendous importance because of its wide applications in the fields of lithium ion batteries, ceramics, high performance lubricating greases and medicines. The recovery of Li metal from an aqueous solution is a challenging task because of its high affinity towards water. Magnesium doped lithium manganese oxide nanostructured ionsieve materials are prepared through single step solid state reaction and confirmed by XRD and TEM analysis. The effect of doping metal precursor concentration on lattice parameter and the amount of manganese oxide formed as impurity phase is described. The Li adsorption/desorption characteristics of these nanostructured ionsieves are evaluated using Langmuir isotherm analysis. The surface area of



सतही क्षेत्रफल  $47.3967\text{m}^2\text{g}^{-1}$  से अम्लीय इचड पीट निर्माण की वजह से 95% बढ़ गया और यह BET एवं TEM विश्लेषण

the protonated sample (HMON) is found to be increased by 95% from its initial surface area of



चित्र: लिथियम मैंगनीज ऑक्साइड नैनोसंरचित आयनसीव पदार्थ का पीएक्सआरडी पैटर्न और इसके नमूने की % रिकवरी के संबंध में डोज अध्ययन।

**Figure:** PXRD pattern of lithium manganese oxide nanostructured ion sieve materials & its sample dose study in regard to % recovery.

द्वारा पुष्ट किया गया। लिथियम के अधिशोषण की अधिकतम क्षमता  $10\text{g L}^{-1}$  के अधिशोष्य डोज पर  $16.4853\text{mg g}^{-1}$  पाई गई। अम्लरहित लिथियम का पृथक्करण SPES/ आयनसीव कम्पोजिट मेम्ब्रेन के विद्युत अपोहन द्वारा किया गया जो उच्च लिथियम पृथक्करण क्षमता को दर्शाता है। इस तरह की मेम्ब्रेन का उपयोग लिथियम बैटरी से लिथियम के चयनात्मक पृथक्करण के लिए किया जा सकता है।

$47.3967\text{m}^2\text{g}^{-1}$  due to the etched pits formation after acid treatment confirmed by BET and TEM analysis. The maximum Li adsorption capacity for the adsorbent dose of  $10\text{g L}^{-1}$  is found to be  $16.4853\text{mg g}^{-1}$ . The acid free separation of lithium is carried out using SPES/ion sieve composite membranes by electrodialysis, which shows the higher lithium separation ability. Such type of membranes can be used for the selective recovery of lithium from used Li batteries.

### श्वेत प्रकाश संकलन हेतु आयनिक तरल माइक्रोइमल्शन Ionic liquid microemulsions for white light harvesting

जैवचिकित्सा, फोटोवोल्टिक और प्रकाश उत्सर्जक डायोड अनुप्रयोगों में श्वेत-प्रकाश उत्सर्जक पदार्थों का उपयोग तेजी से हो रहा है। आम तौर पर श्वेत-प्रकाश उत्सर्जक सिस्टम एकल या कई घटकों से बना होता है जो प्राथमिक रंगों जैसे लाल, हरे और नीले रंग का दृश्य वर्णक्रमीय परास उत्सर्जन करता है। इस संबंध में, QDs और कार्बनिक रंजकों पर आधारित प्रणालियाँ तैयार की गई हैं और उनकी व्याख्या की गई। QD आधारित प्रणालियों के बीच भी बहु-रंगी उत्सर्जन करने वाले एकल-घटक QDs कई

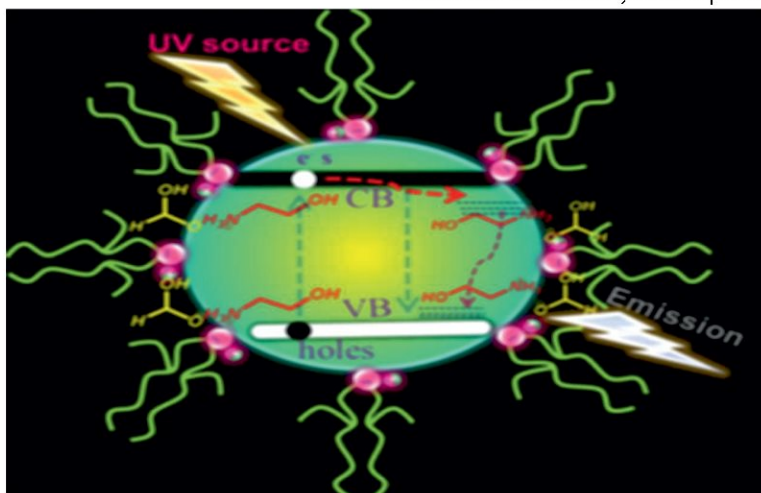
White-light-emitting materials are gaining increasing attention in areas of biomedical, photovoltaics and light-emitting diodes applications. Normally the white-light emitting systems are composed of single or multiple components that emit the primary colors red, green, and blue covering the whole visible spectral window. In this regard, the systems based on QDs and organic dyes have been prepared and elucidated. Even among QD based systems the single-component QDs emitting





कारणों की वजह से बहुघटकीय QDs की तुलना में बेहतर है अतः, प्रभावी लागत दृष्टिकोण के माध्यम से उच्च गुणवत्ता वाले

multicolour are better suited than the multicomponent QDs because of multiple reasons. Therefore, it is important to find high-



**चित्र:** आयनिक तरल माइक्रोइमल्शन के द्विआधारी मिश्रण द्वारा स्थिर CdS क्वांटम डॉट्स से विकसित श्वेत-प्रकाश-उत्सर्जक पदार्थ।

**Figure:** White-light-emitting materials developed from CdS quantum dots stabilized by binary mixture of ionic liquids microemulsions.

एकल स्रोत श्वेत-प्रकाश उत्सर्जक को ढूँढना महत्वपूर्ण है। इसलिए आयनिक तरल पदार्थों के द्विआधारी मिश्रण के भौतिक-रासायनिक गुणों की जांच एवं सामंजस्य बनाने के प्रयोज्य अध्ययन किए गये। यह देखा गया है कि 2-हाइड्रॉक्सीएथाइलअमोनियम फॉर्मेट और डाईओक्टाइल सल्फोसकसीनेट प्रोलाइनियम आईसोप्रोपिल एस्टर का द्विआधारी मिश्रण, आइसोऑक्टेन के साथ माइक्रोइमल्शन बनाते हैं जो कि कमरे के ताप पर CdS के क्वांटम डॉट्स (QD) को स्थायित्व देते हैं। इस तरह के संकर पदार्थ नियंत्रित प्रकाश उत्सर्जन दर्शाते हैं जिसमें प्रकाशीय चमक वार्षिकता को माइक्रोइमल्शन की बूँदों के आकार को समजित कर 43% की क्वांटम दक्षता के साथ शुद्ध श्वेत में समायोजित किया जा सकता है।

quality single source white light emitters through cost-effective approaches. So, studies were done to investigate and tune the physicochemical properties of binary mixture of ionic liquids. It has been observed that binary mixture of 2-hydroxyethylammonium formate, and dioctyl sulfosuccinate proliniumisopropyl ester with isooctane forms the microemulsions which can stabilize CdS Quantum Dots (QDs) at room temp. Such hybrid materials exhibited tunable light emission wherein the photoluminescence chromaticity could be precisely adjusted to pure white with a quantum efficiency (QE) of ~43%, by adjusting the droplet size of MEs.

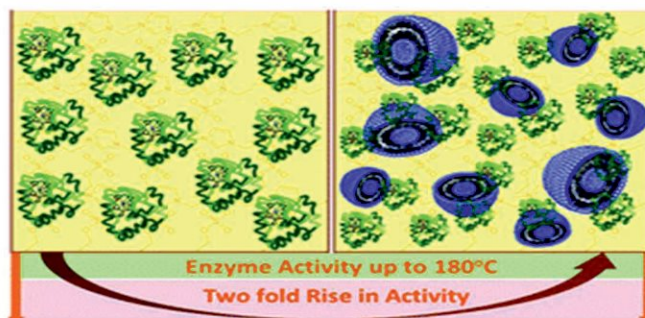
Chem. Comm. 52 (2016) 6320-6323  
Ind. J. Chem., 55A (2016) 544-553



## जैवअणुओं की तापीय स्थिरता के लिए आयनिक तरल पदार्थ Ionic liquids for thermal stability of biomolecules

जैवअणुओं की तापीय स्थिरता एक ऐसा विषय है जिसने कई शोधकर्ताओं को एक हरित दृष्टिकोण का पता लगाने के लिए आकर्षित किया है। आयनिक तरल पदार्थों की सुलभ विलायक क्षमता और सतही क्रियाशीलता के कारण ये जैवअणुओं के परिरक्षण माध्यम और स्थायी ताप वाले सर्फैक्टेंट-प्रोटीन कोलाइडल फॉर्मूलेसन के रूप में विकसित हुए हैं। हालांकि, ऐसे कोलाइडल सिस्टम के निर्माण में कई बाधाएं भी हैं। इसलिए, आयनिक तरल आधारित कोलाइडल फॉर्मूलेसन का विकास

Thermal stability of biomolecules is an issue which has drawn attraction of many researchers to find out a greener approach. The rise of ionic liquids as thermally stable green solvents liaising with an accessible solvating ability and surface activity has generated new opportunities to utilize them as a medium for the preservation of biomolecules and to develop thermally stable surfactant-protein colloidal formulations. However, there are several hurdles in the formulation of such colloidal systems.



**चित्र:** साइटोक्रोम सी की थर्मल स्थिरता और पेरोक्सीडेस गतिविधि के लिए आयनिक तरल आधारित कोलाइडल फॉर्मूलेसन का योजना आरेख।

**Figure:** Schematic diagram Ionic liquid based colloidal formulation for thermal stability and peroxidase activity of cytochrome C.

किया गया और विभिन्न आयनिक तरल पदार्थ-प्रोटीन अभिक्रियाओं के उष्मागतिकीय व्यवहार को समतापीय अनुमापन कैलोरीमापी द्वारा व्यवस्थित रूप से अध्ययन किया गया। यह देखा गया कि इस तरह के आयनिक तरल आधारित कोलाइडल माध्यम में साइटोक्रोम सी घुल जाता है और उच्च पेरोक्सीडेज गतिविधि (आयनिक तरल से ~2 गुना और जलीय बफर से ~4 गुना) दर्शाता है। गौरतलब है कि प्रकिण्व ने उच्च तापमान जैव-उत्प्रेरक रिएक्टर के रूप में सिस्टम की उपयुक्तता का प्रदर्शन करते हुये, IL कोलाइडल विलयनों में 180°C तक संरचनात्मक स्थिरता और कार्यात्मक गतिविधि दोनों को बनाए रखा।

Therefore, ionic liquid based colloidal formulations were developed and the thermodynamic behavior of various ionic liquids-proteins interactions were studied systematically by isothermal titration calorimetry. It has been observed that Cytochrome c dissolved in such ionic liquid based colloidal medium shows high peroxidase activity (~2 times to that in neat IL and ~4 times to that in an aq. buffer). Significantly, the enzyme retained both structural stability and functional activity in IL colloidal solns. up to 180°C, demonstrating the suitability of the system as a high temp. bio-catalytic reactor.

Biochimica et biophysica acta 1860(5) (2016) 1017-1025  
Chem. Comm. 52 (2016) 497-500





## प्रोटोटाइप मॉडल सॉल्ट फार्म में बेहतर स्थायित्व के लिए फ्लाई ऐश आधारित कंक्रीट ब्लॉक

### Fly ash based concrete blocks for better durability in prototype model salt farm

भारत में प्रतिवर्ष 112 मिलियन टन फ्लाई ऐश उत्पन्न होता है, जिसमें से केवल 38% का उपयोग किया जाता है। इसका उपयोग विभिन्न प्रयोजनों में हो सकता है, उदाहरण के तौर पर

The fly ash generation in India is 112 MT/year from which only 38 % utilized every year. This can be utilized from various purposes for example, can be utilized for construction of solar salt



चित्र: एक्सपेरिमेंटल सॉल्ट फार्म में फ्लाई ऐश और स्टोन ग्रीट आधारित कंक्रीट ब्लॉक से मेढ़ का निर्माण।

**Figure:** Construction of bunds from fly ash and stone grit based concrete blocks at Experimental Salt Farm.

इसे सौर नमक की गुणवत्ता और उत्पादन को बेहतर बनाने के लिए प्रभावी और किफायती ढंग से सौर नमक संकर्म के निर्माण में किया जा सकता है। सीमेंट निर्माण संयंत्रों से उत्पन्न किफायती अपशिष्ट पदार्थ जैसे 10% फ्लाई ऐश और 16% पत्थर ग्रीट के उपयोग से कंक्रीट ब्लॉक का निर्माण कर उसका उपयोग प्रोटोटाइप मॉडल सॉल्ट फार्म के तालाबों के मेढ़ों को मजबूत करने के लिए किया गया। फ्लाई ऐश आधारित एवं फ्लाई ऐश और स्टोन ग्रीट मिश्रण आधारित कंक्रीट ब्लॉकों की संपीड़ित सामर्थ्य क्रमशः 8.5 N/mm<sup>2</sup> और 9.5 N/mm<sup>2</sup> पाई गई, जो मानक ईंट की सामर्थ्य (7.0 N/mm<sup>2</sup>) से बेहतर थी। इससे पता चला कि भार के हिसाब से फ्लाई ऐश का 20% उपयोग सीमेंट की कंक्रीट की 30% संपीड़ित ताकत को केवल 7-28 दिनों की अवधि में बढ़ा देता है, जो सीमेंट हाइड्रेशन पर उत्सर्जित चूने और फ्लाई ऐश की पोझोलैनिक अभिक्रिया के

works effectively and economical ways to improve the quality and crop of Salt. The economical waste material generated from cement manufacturing plants, Dry Fly ash of 10% by weight and stone grit of 16% weight were used to construct the Concrete Blocks for strengthening of the bunds of the ponds of prototype model salt farm. The compressive strength achieved using the fly ash based and mixture of fly ash and stone grit based concrete blocks were 8.5 N/mm<sup>2</sup> and 9.5 N/mm<sup>2</sup> respectively, which was better than the standard brick strength (7.0 N/mm<sup>2</sup>). It has shown that 20 % use of Fly ash by weight increases the 30 % Compressive strength of Concrete block with cement only in age of 7-28 days which is due to the progress of cement hydration and pozzolanic reaction of the fly ash with lime liberated from cement hydration. Fly



फलस्वरूप होता है। कंक्रीट में फ्लाई ऐश का उपयोग लागत में कमी और साथ ही बेहतर स्थायित्व, कम पारगम्यता, W/C में कमी, एल्कली एग्रीगेट अभिक्रियाओं के कारण प्रसार में कमी और सबसे महत्वपूर्ण सीमेंट की मात्रा में कमी के साथ लंबी अवधि का सामर्थ्य प्रदान करता है।

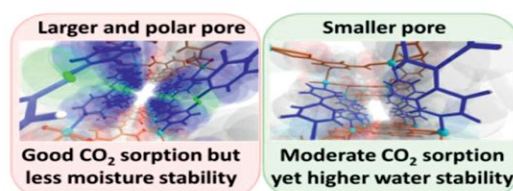
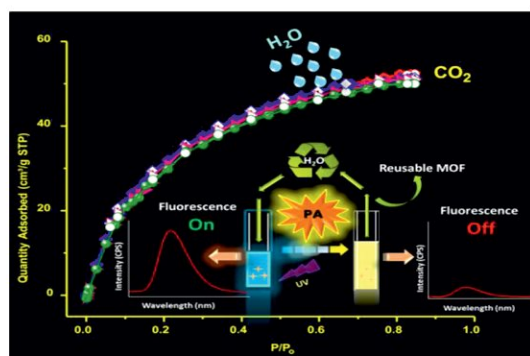
ash in concrete is used for the purpose of economy and at the same time fly ash contributes in better durability, reduced permeability, reduction in W/C ratio, reduction in expansion due to alkali aggregate reaction, and improved long term strength and most importantly reduction in cement content.

## नम जलवायु में CO<sub>2</sub> अधिशोषण एवं जलीय अवस्था में पिकरिक एसिड के उच्च चयनात्मक और संवेदनशील संसूचन हेतु स्तंभ-परत MOF का निर्माण

### Construction of pillar-layer MOFs for CO<sub>2</sub> adsorption under humid climate, high selectivity and sensitive detection of picric acid in aqueous phase

आर्द्र स्थिति में CO<sub>2</sub> का अधिशोषण बहुत महत्वपूर्ण है क्योंकि फ्लू गैस में कुछ हद तक नमी होती है, वही पर्यावरण संरक्षण, आतंकवाद विरोधी गतिविधियों हेतु जलीय प्रावस्था में नाइट्रो-एरोमेटिक्स (NACs) संवेदन भी अतिमहत्वपूर्ण है। हालांकि नमी में अस्थिरता के कारण धातु-कार्बनिक ढांचे (एमओएफ) का इन दोनों पहलुओं पर उपयोग दुर्लभ और चुनौतीपूर्ण है।

Adsorption of CO<sub>2</sub> under humid condition is important as flue gas contains some degree of moisture, while aqueous phase nitro-aromatics (NACs) sensing is crucial concerning environmental protection and anti-terrorism activities. However, implementing both these aspects in metal-organic frameworks (MOFs) is rare and challenging due to their moisture



चित्र: समआकारिक स्तंभ-परत MOFs जलीय अवस्था में पिकरिक एसिड के संवेदी संसूचन के साथ उच्च चयनात्मकता के साथ नम स्थितियों में CO<sub>2</sub> अधिशोषण दिखाती है।

**Figure:** Isostructural pillar-layer MOFs showing CO<sub>2</sub> adsorption under moist conditions with high selectivity in consort with sensitive detection of picric acid in aqueous phase.

बहु कार्यात्मक MOF के निर्माण के लिए विभिन्न तरीकों में स्तंभ-परत 'विधि मजबूत संरचनाओं' को डिजाइन करने के लिए सबसे तर्कसंगत और प्रभावी तरीकों में से एक है, और फ्रेमवर्क इंटरपेनेट्रेशन को नियंत्रित करता है। इस हेतु, हमने Zn (II) आयनों पर आधारित तीन समसंरचनात्मक, स्तंभ-परत MOF

instability. Among various strategies to construct multifunctional MOFs, the 'pillar-layer' method is one of the most rational and effective ways to design robust structures, and control framework interpenetration. To this end, we prepared three isostructural, pillar-layer MOFs based on Zn(II) ions, where criss-





तैयार किए, जहां लिंकर्स द्वारा क्रिस्-क्रॉस स्तंभत्व ट्यूनिंग द्वारा छिद्र के खुलने एवं विद्युतिक वातावरण में तापीय या आर्द्र स्थायित्व को नियंत्रित किया जा सकता है। जबकि फ्रेमवर्क, एजो समूह को लिंकर (azp) से जोड़ने पर  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  चयनात्मकता ( $>200$ ) दर्शाती है, bpy लिंकर युक्त संरचना जल वाष्प के संसर्ग के 10 दिनों तक  $\text{CO}_2$  अधिशोषण-विशोषण में न्यूनतम हानि के साथ बेहतर हाइड्रोलाइटिक स्थिरता प्रदर्शित करता है। हालांकि, तीसरा ढांचा, जिसमें विशालतम bpe लिंकर शामिल है, अस्थिर है। महत्वपूर्ण रूप से, जलीय माध्यम में पिकरिक एसिड (पीए) की संवेदनशील जाँच को प्रतिदीप्ति शमन के माध्यम से किया गया, जहां एजो समूह संलग्नित लिंकर आधारित संरचना का शमन स्थिरांक ( $3.11 \times 10^4 \text{ M}^{-1}$ ) bpy लिंकर ( $1.53 \times 10^4 \text{ M}^{-1}$ ) से लगभग दोगुना पाया जाता है। प्रायोगिक एवं क्रियाविधि संबंधी अध्ययन का एक संयोजन यह सुझाता है कि गतिशील और स्थिर शमन एवं अनुनाद ऊर्जा हस्तांतरण की समवर्ती उपस्थिति के कारण दोनों फ्रेमवर्कों में उच्च प्रतिदीप्ति शमनता पाई गई। इसके अलावा, पिकरिक एसिड और azp लिंकर के सह-क्रिस्टल में मजबूत गैर सहसंयोजक पारस्परिकताएं भी सबूत के प्रत्यक्ष प्रमाण प्रदान करती हैं। आर्द्र स्थिति में  $\text{CO}_2$  अधिशोषण, उच्च चयनात्मकता और जलीय प्रावस्था में पिकरिक एसिड की बहुत कम मात्रा के संसूचन जैसे गुणों ने सततता के लिए इन MOF को बहुउद्देशीय पदार्थ के रूप में स्थापित किया है।

cross pillaring by the linkers tune the pore opening and pore electronic environment that in turn modulate thermal and/or moisture stabilities. While the framework, incorporating azo group in the linker (azp) exhibits excellent  $\text{CO}_2/\text{N}_2$  selectivity ( $>200$ ), bpy linker containing structure displays superior hydrolytic stability with minimum loss in  $\text{CO}_2$  adsorption-desorption cycles up to 10 days of water vapour exposure. However, the third framework, involving largest bpe linker is unstable. Importantly, aqueous phase sensitive detection of picric acid (PA) has been achieved through fluorescence quenching, where quenching constant for azo moiety integrated linker-based structure ( $3.11 \times 10^4 \text{ M}^{-1}$ ) is found almost double to that of bpy linker based one ( $1.53 \times 10^4 \text{ M}^{-1}$ ). A combination of experimental and mechanistic studies reveals that concurrent presence of dynamic and static quenching as well as resonance energy transfer (RET) are responsible for such a high fluorescence quenching in both the frameworks. Moreover, strong non-covalent interactions, as observed in the co-crystal of PA and azp linker, provide direct proof of evidence. Together,  $\text{CO}_2$  adsorption under humid condition, high selectivity and very low limit of PA detection in aqueous phase manifest the present MOFs as multipurpose materials for sustainability.

ACS Sustainable Chem. Eng. 05 (2017) 11307-11315

### Eu(III) सम्मिश्र एवं इसकी संदीप्त पतली फिल्म का संश्लेषण और प्रकाश-भौतिकीय गुण Synthesis and photo-physical properties of Eu(III) complexes and its luminescent thin films

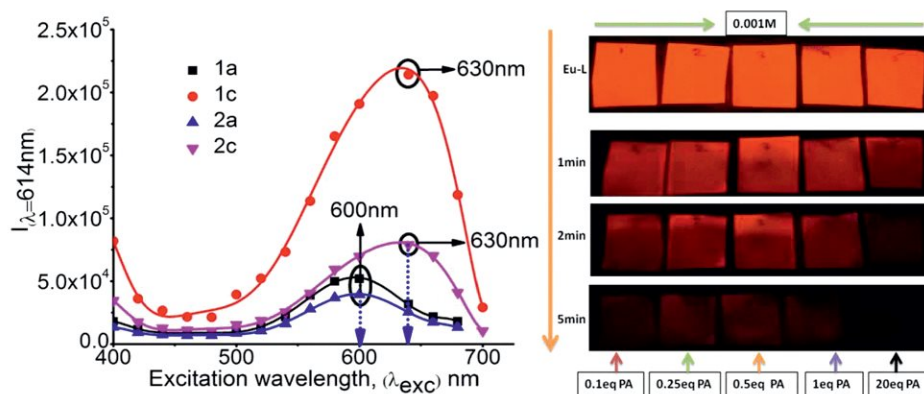
हाल के वर्षों में लैंथेनाइड सम्मिश्रों का प्रदीप्त गुण और बहुलकों के यांत्रिक गुणों के संयोजन ने शोध क्षेत्र में बहुत रुचि पैदा की है। अन्य पदार्थों में, पॉलीविनाइल एल्कोहल (PVA) को आर्थिक रूप से सस्ता, उच्च जैव अनुकूलता के साथ उत्कृष्ट फिल्म बनाने की प्रकृति, योजक बल, पायसीकरण, जैविक रूप से अपघटन, जल में विलेयता और गैर-विषैली प्रकृति के कारण फिल्म बनाने हेतु उपयोग में लिया जाता है। इस हेतु लुमिफोर

Combination of luminescent properties of lanthanide complexes and mechanical properties of polymers generated huge interest in the recent years. Among others, polyvinyl alcohol (PVA) is considered as economically cheap, high biocompatibility with excellent film-forming properties, cohesive force, emulsification, biodegradability, water solubility and non-toxicity, which have attracted the preparation of PVA based film materials. To this



(L) धारक फिनेथ्रोलीन एवं इसके संगत यूरोपियम (III) या टर्बियम (III) शामिल  $\text{Ln}^{3+}$  आधारित कॉम्प्लेक्स का संश्लेषण किया गया। इन दोनों चमकीले कॉम्प्लेक्सों को विभिन्न बहुलक आधारी के साथ मिलाया गया। ये लैंथेनाइड सम्मिश्र UV स्रोत का अवशोषण कर धातु केंद्रित "लाल उत्सर्जन" दर्शाते हैं। इन पीवीए आधारित बहुलक आधारी और पारदर्शी फिल्मों के विस्तृत प्रकाश-भौतिकीय गुणों का अध्ययन किया गया। इसके अतिरिक्त ये संदीप्त  $\text{Eu(III)}$  सम्मिश्र कागज पट्टिका के संयोजन पर उच्च लाल संदीप्त दर्शाते हैं। चूंकि ये कागज पट्टिकाएं पिकरिक एसिड अथवा नाइट्रो-एरोमैटिक यौगिकों के साथ उपचार पर लाल रंग का उत्सर्जन करते हैं, संदीप्त तीव्रता में परिवर्तन से पिकरिक एसिड की उपस्थिति का संसूचन किया जा सकता है। तदनुसार पिकरिक एसिड के पहचान हेतु आर्थिक रूप से सस्ती सरल और नंगी आँखों से दृश्यमान विधि विकसित की गयी और उसका प्रदर्शन किया गया।

end, lumiphore (L) containing phenanthroline and its respective  $\text{Ln}^{3+}$  based complexes incorporating europium (III) or terbium (III) were synthesised. Both these luminescent complexes were doped in a series of polymeric matrix. This lanthanide complex emitting metal centered "red emission" by absorbing UV source. This PVA based polymeric matrix and detailed photophysical properties of these transparent films has been studied. In addition, the luminescent  $\text{Eu(III)}$  complex upon doping in paper strips found to give strong red luminescent. Since these strips are emitting red colour, upon treating them with picric acid (PA) or nitro-aromatic compounds, a change in the luminescent intensity has been used to detect the presence of PA. Accordingly this economically cheap, simple naked eye detection method for the detection of PA has been fabricated and demonstrated.



**चित्र:** जलीय प्रावस्था में पिकरिक एसिड (पीए) के चयनात्मक संवेदन के लिए  $\text{Ln(III)}$  आधारित प्रोब का उत्सर्जन स्पेक्ट्रा, पेपर-स्ट्रिप निगरानी के साथ।

**Figure:** Emission spectra of  $\text{Ln(III)}$  based probes for selective sensing of picric acid (PA) in aqueous media along with paper-strip monitoring.

Sensor and Actuator B: Chemical 250 (2017) 215-223  
Chemistry Select 01 (2016) 1943 – 1948  
Optical Materials 2017, 70, 83–91



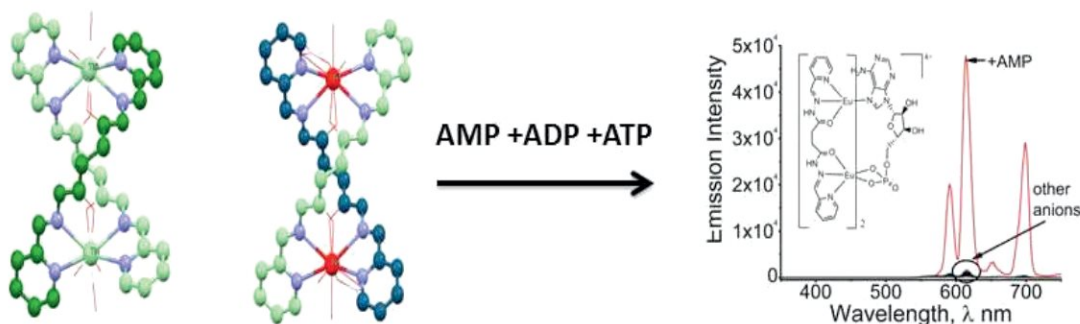


## एएमपी की पहचान हेतु हेलिकेट संवेदक

### Helicate as sensor for AMP recognition

Eu एवं Tb आधारित उप-सहसंयोजी रूप से असंतृप्त द्विसूत्री हेलिकेट पदार्थों का संश्लेषण और लक्षण वर्णन किया गया। धातु आयनों पर चर सह-लीगेण्ड को आसानी से उचित ऋणायनों द्वारा प्रतिस्थापित किया जा सकता है। एडीपी, एटीपी और अन्य ऋणायनों की उपस्थिति में एएमपी की एक विशिष्ट संदीप्त प्रतिक्रिया देखी गई। यह विशिष्टता दो धातु केंद्रों के संयोजन में एएमपी की आकार संगतता एवं उप-सहसंयोजी क्षेत्र में शमन सह-लीगेण्ड गोले के प्रतिस्थापन के फलस्वरूप होती है। यहाँ एएमपी की अत्यधिक आवेशित एडीपी और एटीपी पर असाधारण चयनात्मकता का वर्णन किया गया।

A series of coordinatively unsaturated double stranded helicates comprising Eu and Tb were synthesized and characterized. The labile coligands at the metal ions can be easily substituted by appropriate anions. A specific luminescence response of AMP in presence of ADP, ATP and other anions is observed. The specificity is assigned to the perfect size match of AMP to bridge the two metal centers and to replace quenching coligands in the coordination sphere. The unusual selectivity towards AMP over highly charged ADP and ATP is illustrated.



**चित्र:** जलीय प्रावस्था में एडीपी, एटीपी एवं अन्य ऋणायनों की उपस्थिति में एएमपी की चयनात्मक 'टर्न-ऑन' संदीप्त प्रतिक्रिया के लिए उप-सहसंयोजी असंतृप्त द्विसूत्री हेलिकेट्स।

**Figure:** Coordinatively unsaturated double-stranded helicates for selective "turn on" luminescence response of AMP in presence of ADP, ATP, and other anions in aqueous phase.

Angew Chem Int Ed. 55 (2016) 9625-9629

## दृश्य-प्रकाश उत्सर्जक डायोड संचालित प्रकाश-उत्प्रेरक

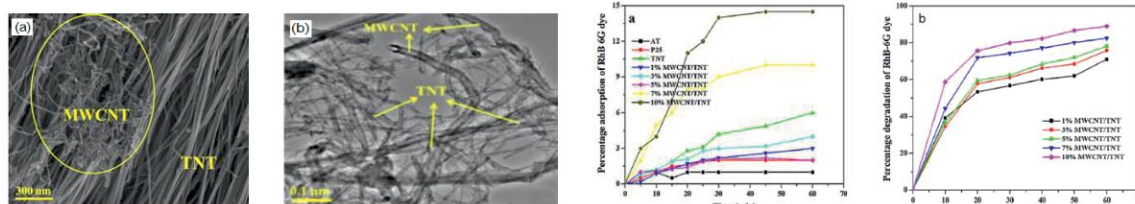
### Visible-light emitting diode driven photocatalysts

"सूर्य" स्वच्छ और नवीकरणीय ऊर्जा का एक स्रोत है और प्रकाश-उत्प्रेरक प्रतिक्रिया के लिए सौर प्रकाश का उपयोग विद्युत शक्ति की खपत को कम करने में मदद करता है। इसे देखते हुए, सौर प्रकाश के दृश्य स्पेक्ट्रम एवं ऊर्जा कुशल और कम लागत वाले प्रकाश उत्सर्जक डायोड (एलईडी) विकिरण स्रोतों का उपयोग करने के लिए प्रकाश-उत्प्रेरक पदार्थों के विकास पर ध्यान केंद्रित किया गया। जल में मौजूद रंजकों के

"Sun" is a source of clean and renewable energy and utilization of solar light for photocatalytic reaction helps to reduce the electrical power consumption. In view of this, development of photocatalytic materials were focused in order to utilize the visible spectrum of solar light or the energy efficient and low cost light emitting diodes (LEDs) the irradiation sources. Bismuth oxyhalide (Br, Cl, and I) nanoplates were synthesised by hydrothermal method for the use



क्षरण हेतु बिस्मथ ऑक्सीहेलाइड (Br, Cl और I) नैनोप्लेट्स को हाइड्रोथर्मल विधि द्वारा संश्लेषित किया गया। संश्लेषित प्रकाश-उत्प्रेरक बिस्मथ ऑक्सीहेलाइड नैनोप्लेट्स से रोडामीन बी रंजक के क्षरण हेतु प्रकाश उत्सर्जक डायोड विकिरण द्वारा पराबैंगनी और दृश्यमान सीमा में अलग-अलग तरंगदैर्घ्य पर प्रकाश-उत्प्रेरण गतिविधि को निर्धारित किया गया। सतह क्षेत्रफल तथा उत्प्रेरक की सतह पर रंजकों के अधिशोषण को बढ़ाने के लिए टाइटेनियम नैनोट्यूब (टीएनटी) कंपोजिट से भरी हुई मल्टीवाल कार्बन नैनोट्यूब MWCNT की विभिन्न मात्राओं को लेकर हाइड्रोथर्मल विधि द्वारा संश्लेषित की गई। संश्लेषित उत्प्रेरक के SEM और TEM छवियों को चित्र में दिखाया गया है। संश्लेषित प्रकाश-उत्प्रेरक में अधिशोषण एवं प्रकाश-उत्प्रेरण क्रिया का रोडामीन 6जी रंजक पर अध्ययन किया गया, और पाया गया कि यह उत्प्रेरक मानक पी-25 डीगुसा प्रकाश-उत्प्रेरक से बेहतर है।



चित्र: A) MWCNT-TNT कंपोजिट SEM छवि और B) RhB-6G के अधिशोषण और क्षरण के लिए उनकी दक्षता।

**Figure:** A) SEM images of MWCNT-TNT composites and B) their efficiency towards adsorption as well as degradation RhB-6G.

*Journal of Industrial and Engineering Chemistry* 34 (2016) 146–156

## कार्बन आधारित पदार्थ का संश्लेषण

### Synthesis of carbon-based materials

कच्चे माल के रूप में ग्लूकोज और ग्रेफीन ऑक्साइड का उपयोग कर सल्फोनेटेड कार्बन आधारित उत्प्रेरक तैयार किए गए। ग्रेफीन ऑक्साइड (जीओ) के PXRD में  $10^\circ 2\theta$  (001) पर एक तीव्र शिखर दिखाया, जो कि ग्रेफाइट पाउडर के ऑक्सीकरण को इंगित करता है, जिसमें  $26^\circ 2\theta$  (002) पर एक तीव्र शिखर मिलता है जो ग्रेफाइट परतों में ऑक्सीजन के समावेश के कारण बनता है। TEM छवियों से इसकी स्तरित संरचना की पुष्टि हुई है, जबकि कार्बन-ग्रेफीन ऑक्साइड समग्र

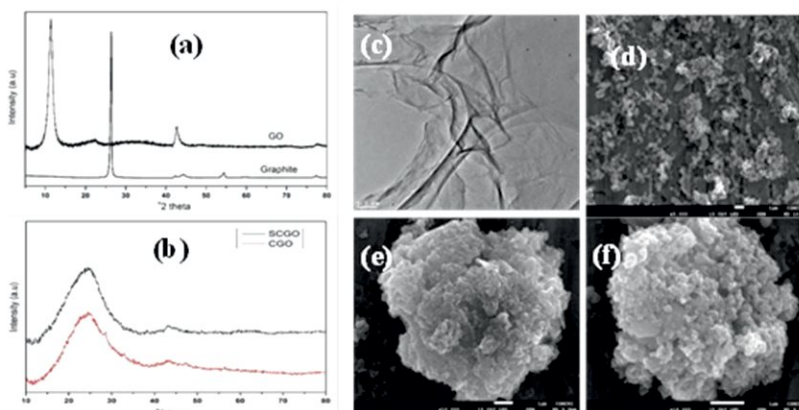
Sulfonated carbon based catalysts using glucose and graphene oxide as raw materials were prepared and characterized. PXRD of graphene oxide (GO) showed a sharp peak at  $10^\circ 2\theta$  (001) indicating the oxidation of graphite powder, which has a sharp peak at  $26^\circ 2\theta$  (002), by successful incorporation of oxygen species between the graphite layers. TEM images confirmed its layered structure, while PXRD of carbon-graphene oxide composite (CGO) showed amorphous structure showing a broad





(CGO) के PXRD ने  $25^\circ 2\theta$  पर एक व्यापक शिखर दिखाया, जो कि कुछ परतों के भीतर ग्रेफीन ऑक्साइड के ग्रेफीन में अपचयन के कारण होता है, जो सल्फेशन के बाद भी बना रहता है। हाइड्रोथर्मल कार्बन (HTC) की SEM छवियों में 1 माइक्रोन तक आकार वाले एक समान सूक्ष्मगोले दिखते हैं, जबकि CGO कंपोजिट में ग्रेफीन ऑक्साइड की परतों को ढकते हुए समुच्चयित मोनोलिथ-प्रकार के स्पंजी द्रव्यमान वाले गोले मिलते हैं। तैयार उत्प्रेरकों का अध्ययन थैलेट एस्टर के संश्लेषण हेतु एस्टरिफिकेशन अभिक्रिया में किया गया। सल्फेटेड कंपोजिट ने पुनःचक्रीयण के बाद चार अभिक्रिया चक्रों तक उच्चतम गतिविधि और अक्षुण्ण संरचना दिखाई।

peak at  $25^\circ 2\theta$  caused by GO reduction to graphene within a few layers, which remains similar after sulfation. SEM of hydrothermal carbon (HTC) shows uniform microspheres within a range of  $1\ \mu\text{m}$ , whereas CGO composite shows agglomerated monolith-type spongy mass of spheres covering the sheets of GO. The prepared catalysts were studied for the esterification reaction for the synthesis of phthalate ester. The sulfated composite showed highest activity and intact structure after recyclability till four reaction cycles.



चित्र: कार्बन-ग्रेफीन ऑक्साइड (सीजीओ) संमिश्र की पीएक्सआरडी पैटर्न और SEM छवियाँ।

Figure: PXRD pattern and SEM images of carbon-graphene oxide (CGO) composite.

## समुद्री शैवाल पॉलीसैकेराइड से जैव-आधारित एल्डिहाइड का संश्लेषण और बोवाइन सीरम एल्ब्यूमिन के साथ इसकी प्रतिक्रिया

### Synthesis of bio-based aldehyde from seaweed polysaccharide and its interaction with bovine serum albumin

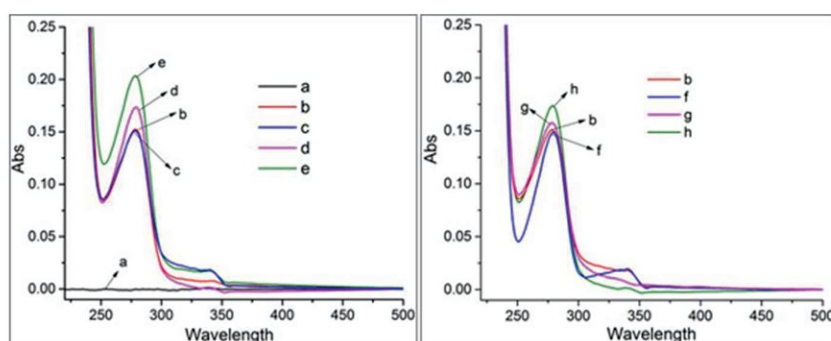
जैव-आधारित एल्डिहाइड, डाईएल्डिहाइड-कार्बोक्सिमेटाइल एगारोज (डीसीएमए) का सफल संश्लेषण कार्बोक्सिमेटाइल एगारोज (सीएमए) द्वारा किया गया। अधिकतम एल्डिहाइड उत्पाद हेतु अभिक्रिया पैरामीटर (यानी अभिक्रिया तापमान, पीएच और आवधिक सांद्रता) संतुलित किए गए। FTIR,  $^1\text{H}$  NMR, XRD, SEM, AFM, TGA, DSC, EA और GPC तकनीकों द्वारा डीसीएमए के संश्लेषण की पुष्टि की गई। एल्डिहाइड की प्रकार्यमकता की जांच हेतु,

Successful synthesis of bio-based aldehyde namely dialdehyde-carboxymethylagarose (DCMA) using carboxymethylagarose (CMA) is demonstrated. Further reaction parameters (i.e. reaction temperature, pH and periodate concentration) were optimized to achieve maximum aldehyde content and product yield. The synthesis of DCMA was confirmed by employing FTIR,  $^1\text{H}$  NMR, XRD, SEM, AFM, TGA, DSC, EA and GPC techniques. To investigate the aldehyde functionality, DCMA was allowed to



डीसीएमए की बीएसए के साथ अभिक्रिया करवाई गई और प्राप्त परिणाम संश्लेषित एलिडहाइड (फॉर्मेलिडहाइड) के साथ तुलनात्मक पाये गये। UV-vis, FTIR, फ्लोरोसेंट स्पेक्ट्रोस्कोपी, CD व DLS विश्लेषण द्वारा बीएसए के साथ डीसीएमए की अभिक्रिया की पुष्टि की गई। इस अध्ययन के परिणामों से पता चला कि जैव-आधारित एलिडहाइड फॉर्मेलिडहाइड की तरह व्यवहार करता है। यह अध्ययन प्रचुर मात्रा में उपलब्ध समुद्री जैवबहुलक की उपयोगिता दर्शाता है और बहुलक शोधकर्ताओं के लिए नए अनुसंधान क्षेत्र हेतु मार्ग प्रशस्त करता है।

interact with BSA and obtained results were found to be comparable with that of synthetic aldehyde (Formaldehyde). Further interaction of DCMA with BSA was confirmed by using UV-vis, FTIR, fluorescent spectroscopy, CD and DLS analysis. Results of this study revealed that bio-based aldehyde behaves like formaldehyde. This study adds value to abundant marine biopolymers and opens the new research area for polymer researchers.



चित्र: (ए) डीसीएमए, (बी) बीएसए, (सी) बीएसए डीसीएमए 0.25%, (डी) 0.5%, (ई) 1%, और बीएसए के साथ एफए (एफ) 0.25%, (जी) 0.5%, (एच) 1% और (I) एफए का यूवी-विज स्पेक्ट्रा

**Figure:** UV-vis spectra of (a) DCMA, (b) BSA, (c) BSA with DCMA 0.25%, (d) 0.5%, (e) 1%, and BSA with FA (f) 0.25%, (g) 0.5%, (h) 1% and (i) FA.

*Carbohydr Polym.* 2016; 150: 278-85

## तीव्र रंजक क्षरण के लिए समुद्री शैवाल पॉलीसैकेराइड आधारित नैनोकम्पोजिट्स

### Seaweed polysaccharides based nanocomposites for rapid dye degradation

सल्फेट समृद्ध समुद्री शैवाल पॉलीसैकेराइड्स, कैराजिनेन, अर्थात् कप्पा (K-), आयोटा (I-) एवं लेम्डा (λ-) से सल्फर और TiO<sub>2</sub> प्रकाश उत्प्रेरण में कार्बन डोपिंग के स्रोत के रूप में उपयोग को प्रदर्शित किया गया। सल्फेट समृद्ध कैराजिनेन की उपस्थिति में TiO<sub>2</sub> संश्लेषण के दौरान मुख्य रूप से उत्सर्जित अवशिष्ट कार्बन और सल्फर डोपिंग एक सक्रिय प्रकाश उत्प्रेरक के रूप में परिणत होता है। विभिन्न प्रकाश स्रोतों में संशोधित TiO<sub>2</sub> नैनोकंपोजिट के उपयोग से रंजक क्षरण पैटर्न का मूल्यांकन क्रियाशील ब्लैक-5, मिथाइलीन ब्लू और मिथाइल ऑरेंज के तीव्र क्षरण को दर्शाता है। सूर्य के प्रकाश में 1 से 4

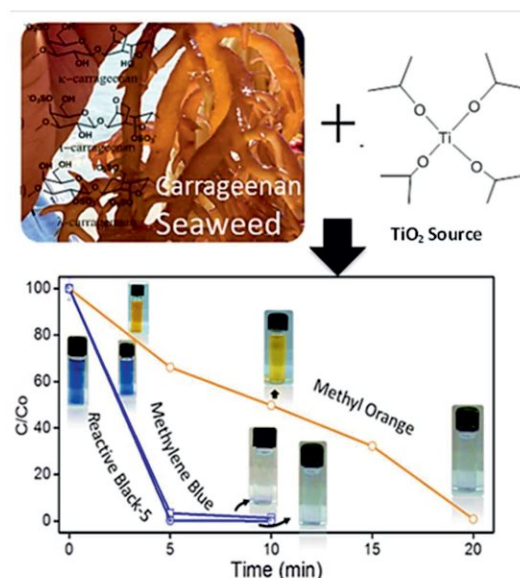
The direct use of sulphate rich seaweed polysaccharides, carrageenans, namely kappa (κ-), iota (ι-) and lambda (λ-) as source of sulphur and carbon doping in TiO<sub>2</sub> photocatalysts is demonstrated. During TiO<sub>2</sub> synthesis in the presence of sulphate rich carrageenan leave, mainly residual carbon and sulphur doping resulted in a highly active photocatalyst. Evaluation of the dye degradation pattern shows rapid degradation of reactive black-5, methylene blue & methyl orange using modified TiO<sub>2</sub> nanocomposites in different light sources. Robust dye degradation was achieved between





घंटे के बीच तेज रंजक क्षरण देखा गया, जबकि सौर सांद्रक द्वारा MB और RB-5 का अपघटन 5 मिनट से भी कम समय में संभव हो गया और MO रंजक 20 मिनट में ही रंगहीन हो गया। वर्तमान अध्ययन में औद्योगिक रूप से महत्वपूर्ण रंजकों के प्रकाशीय अपघटन हेतु सल्फर और अवशिष्ट कार्बन जैसे हेटरोएटमस् में समुद्री शैवाल कैराजिनेन के योगदान को विस्तृत किया गया।

1 and 4 h under daylight whereas, the use of a solar concentrator reduced the degradation time of MB and RB-5 to <5 min and MO solution was turned colourless within 20 min. The present study elaborates the effect of seaweed carrageenans in inducing heteroatoms like sulphur and residual carbon for the photodegradation of industrially important dyes.



**चित्र:** कैरेजेनन टेम्पलेट कार्बन और सल्फर डोप्ड  $\text{TiO}_2$  प्रकाशउत्प्रेरण के संश्लेषण की योजना और आरबी -5, एमबी, एमओ की तुलनात्मक क्षरण प्रोफाइल।

**Figure:** Scheme of synthesis of carrageenan template carbon and sulfur doped  $\text{TiO}_2$  photocatalyst, and comparative degradation profile of RB-5, MB, MO.

RSC Adv., 2016, 6, 61716-61724







## विषयवस्तु: उर्जा Theme: Energy

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

पिछले कुछ दशकों (साठ से अस्सी के दशक) के दौरान, सी.एस.आई.आर- सी.एस.एम.सी.आर.आई. सौर तापीय ऊर्जा का उपयोग करने वाली दूरगामी प्रौद्योगिकियों के अनुसंधान और विकास में अग्रणी रहा है। सौर तालाब, आसवन, प्रशीतन, सौर पंप, सांद्रक, स्टर्लिंग इंजन, सौर निष्क्रिय शीतलन, सौर ऊर्जा द्वारा अपशिष्ट जल उपचार और कई अन्य तकनीकों का अध्ययन संस्थान के कई वैज्ञानिकों द्वारा किया गया और कई को क्षेत्र में निष्पादित किया गया। वर्तमान में विभिन्न विकेंद्रीकृत सौर तापीय उपकरणों के प्रदर्शन और दक्षता में सुधार करने की दृष्टि से, पहले की सफलताओं के पुनःनिर्माण पर अनुसंधान और विकास चल रहा है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई की सौर तापीय गतिविधियाँ अतीत में दुनिया भर में काफी प्रसिद्ध थीं और आज भी इस क्षेत्र में सक्रिय अंतर्राष्ट्रीय सहयोग स्विट्जरलैंड में ETH ज्यूरिख, ब्रिटेन में यूनिवर्सिटी ऑफ़ एक्सेटर जैसे प्रसिद्ध संस्थानों के साथ मौजूद है। वर्तमान में सौर ऊर्जा प्रयोगशाला सभी प्रकार की आउटडोर सौर परीक्षण सुविधाएं जैसे सौर सेल और मॉड्यूल लक्षण वर्णन सेट अप, थर्मल इमेजर, स्पेक्ट्रोराडियोमीटर, विभिन्न श्रेणियों के पायरोमीटर, यूवी मीटर, सूर्य-उष्णमापक, स्वचालित मौसम स्टेशन, परावर्तनता मीटर, आंकड़ा प्रविष्ट के साथ थर्मोकपल सुविधा, आंकड़ा प्रविष्ट के साथ ताप प्रवाह संवेदक, ANSYS, ASAP आदि जैसे सॉफ्टवेयर से सुसज्जित है। इस प्रस्तावना के साथ, हम 2016-17 के दौरान विषयवस्तु ऊर्जा के तहत किए गए मुख्य कार्य प्रस्तुत करते हैं।

### Thematic core competences:

During the past few decades (sixties to eighties), CSIR-CSMCRI was a pioneer in research and development of far-reaching technologies utilizing solar thermal energy. Solar ponds, distillation, refrigeration, solar pumps, concentrators, sterling engines, solar passive cooling, waste water treatment by solar energy and many other technologies were studied by numerous scientists of the Institute and many were executed on field. Research and development are presently underway to build on the earlier successes, especially with a view to improving the performance and efficiency of the various decentralized solar thermal devices. Solar thermal activities of CSIR-CSMCRI were quite well known worldwide in the past and even today active international collaboration in this area exists with renowned institutes like ETH Zurich in Switzerland, University of Exeter in UK. At present the solar energy laboratory houses all kind of outdoor solar testing facilities like solar cell and module characterization set ups, thermal imager, spectroradiometer, different ranges of pyranometers, UV meter, pyr heliometer, automatic weather station, reflectivity meter, thermocouples with datalogging facility, heat flux sensor with datalogger, softwares like ANSYS, ASAP etc. With this preamble, we present salient work carried out under the theme ENERGY during 2016-17.



## पीने योग्य जल उत्पादन के लिए सौर तापीय आसवन इकाई Solar thermal desalination unit for potable water

सौर आसवन इकाई या स्टिल सुरक्षित पेयजल प्रदान करने के लिए अत्यधिक प्रभावी साबित हुए हैं। अधिकांश वाणिज्यिक जल शोधन प्रणालियों को विद्युत या अन्य जीवाश्म-ईंधन वाले ऊर्जा स्रोतों की आवश्यकता होती है, जबकि सौर आसवन प्रौद्योगिकी अन्य विलवणीकरण तकनीकों जैसे ही सुरक्षित गुणवत्ता वाले पीने के पानी का उत्पादन करती है; केवल ऊर्जा स्रोत अलग है यानी सूर्य। ब्रैकिश या खारे पानी को शुद्धिकरण के लिए स्टिल में डाला जाता है। स्टिल बारिश के सिद्धांत पर चलता है: वाष्पीकरण और संघनन। स्टिल को प्रत्येक सुबह भरा जाना है और यह सूर्यास्त के बाद तब तक आसुत जल का उत्पादन जारी रखता है जब तक जल का तापमान ठंडा नहीं हो जाता। दिन भर में उत्पादित कुल जल का आकलन अगले दिन, उसी समय एकत्र किए जल से किया जाता है। दुनिया भर में सौर तापीय आसवन का काफी विकास हुआ है, जैसा कि शोध प्रकाशनों और पेटेंट से स्पष्ट है। दुर्भाग्य से, बहुत कम ही सही मायने में जमीन पर मौजूद है। यह हमारे लिए स्पष्ट हो गया है किने प्रति यूनिट क्षेत्र का उत्पादन काफी हद तक बढ़ाया जाना चाहिए, अगर इसे आम आदमी के लिए हितकर बनाना है। तदनुसार, व्यवस्थित नवाचारों के माध्यम से, गुजरात में सौर ताप स्तरों को देखते हुए, उत्पादन को 1 -2 लीटर/मी<sup>2</sup>/दिन से 3.5 -5.5 लीटर/मी<sup>2</sup>/दिन तक बढ़ाना संभव था। इकाइयां अब मॉड्यूलर बना दी गयी हैं और इन्हें विकेंद्रीकृत तरीके से स्थापित की जा सकती है। खंडीय स्थापना के कारण, सफाई के लिए इकाइयों के आंतरिक तक आसानी से पहुंचने से रखरखाव की समस्याएं दूर हो गई हैं। संस्थान में अब तक डिजाइन की गई सबसे अच्छी इकाई की दक्षता वार्षिक औसत के आधार पर 30% (स्टिल पर पड़ने वाले सौर ऊर्जा के उपयोग की दृष्टि से) है। उत्पाद पानी का टीडीएस लगभग 20 पीपीएम है, भले ही फीड पानी 60,000 पीपीएम का हो।

वाष्पीकरण की दक्षता में सुधार के लिए प्रमुख डिजाइन तत्वों में शामिल हैं,

**1. सीढ़ीनुमा स्टिल का विकास:** सीढ़ी पानी को झुकी हुई स्थिति में रखने देता है, इस प्रकार झुकी हुई अवशोषक सतह

Solar distillation units or stills have proven to be highly effective to provide safe drinking water. Most commercial water purification systems require electrical or other fossil-fueled energy sources while solar distillation technology produces the safe quality drinking water as other desalination technologies; only the energy source is different i.e. the sun. Brackish or saline water is fed to the still for purification. The still operates on the same principle as rainwater: evaporation and condensation. The still is filled each morning and it continues to produce distillate after sundown until the water temperature cools down. The total water produced during the day is estimated from the water collected at the same time, the next day. World over solar thermal distillation have undergone many developments as evident from the numerous research publications and patents. Unfortunately, very little truly exists on the ground. It became apparent to us that the per unit area output must be enhanced substantially if it is to be made of interest to a common man. Accordingly, through systematic innovations, it was possible to enhance the output from 1 -2 L/m<sup>2</sup>/day to 3.5 -5.5 L/m<sup>2</sup>/day, considering solar insolation levels in Gujarat. The units are now made modular and can be set up in a decentralized manner. Due to the segmental installation, the maintenance problems have been overcome by easily accessing the interior of the units for cleaning. The efficiency of the best unit so far designed at the Institute is 30% (in terms of utilization of the solar energy falling on the still), on average, over a year. The TDS of the product water is about 20 ppm even if the feed water is of 60,000 ppm.

The major design elements to improve efficiency of evaporation includes,

**1. Development of stepped still:** The steps allow the water to be held in the tilted position, thus maximizing the absorption of solar beam





द्वारा सौर किरण विकिरण के अवशोषण को अधिकतम किया जाता है। CSIR-CSMCRI छाया प्रभाव से बचने के लिए त्रिकोणीय संसर्ग क्षेत्र पर ध्यान केंद्रित करता है।

**2. उत्तर-दक्षिण किनारों के साथ वी-टर्फ संरेखण में परावर्तक:** यह कलेक्टर के लिए सौर तीव्रता को बढ़ाने के लिए सांद्रक तकनीकों में सबसे सरल है।

radiation by the tilted absorber surface. CSIR-CSMCRI design focusses on triangular exposure area, avoiding shadow effect.

**2. Reflectors in V-trough alignment along the North-South edges:** This is the simplest of concentrating technologies to enhance solar intensity on collector.

## सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के प्रायोगिक नमक खेत में स्थापित सौर आसवन इकाइयाँ

### Solar distillation units installed at experimental salt farm of CSIR-CSMCRI

सौर नमक खेतों में, नमक की पैदावार के मौसम के दौरान, नमक श्रमिकों को साइट पर पीने योग्य पानी की कमी के कारण कठिनाइयों का सामना करना पड़ता है। फिर भी ऐसे स्थानों को बहुत अधिक धूप होती है और सौर आसवन प्रणाली में पीने योग्य पानी के लिए तद्स्थाने विलवणीकरण, श्रमिकों को काफी हद तक लाभ पहुंचाता सकता है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने सौर नमक खेतों में 150 मी<sup>2</sup> आसवन इकाइयों को डिजाइन, विकसित और स्थापित किया। ये इकाइयाँ एक दिन में समुद्र के पानी से 500 -600 लीटर ताजे पीने योग्य पानी का उत्पादन कर सकती हैं। नमक खेत मजदूरों द्वारा अपने दैनिक उपयोग के लिए पानी का उपयोग किया जाता है। इकाइयों को सुबह में समुद्री जल से चार्ज किया जाता था और पीने योग्य पानी एकत्र किया जाता था और पूरे दिन नमक श्रमिकों द्वारा उपयोग किया जाता था। अंत उपयोगकर्ताओं की प्रतिक्रिया के आधार पर और रिसाव की समस्याओं का ख्याल रखने के लिए, एसेम्बली को बाद में बदला गया था और प्रत्येक चरण को काले-पाउडर लेपित बेसिन पर रखा गया था और प्रत्येक चरण को इंटरलॉक करने के लिए सी-क्लैम्प पैटर्न का उपयोग किया गया, ताकि सीढ़ी के जोड़ों से और पूरे बेसिन से पानी के रिसाव को नियंत्रित किया जा सके। प्रारंभ में 10 (30 मी<sup>2</sup>) इकाइयाँ उत्तर-दक्षिण वी-टर्फ परावर्तक के साथ स्थापित की गई थीं, हालांकि, साइट पर उच्च हवा-भार के कारण, परावर्तक सुरक्षा कारणों से अलग कर दिए गए।

In solar salt farms, during the salt harvesting season, the salt workers face difficulties owing to shortage of potable water at-site. Nevertheless such locations are blessed with plenty of sunshine and in-situ desalination for potable water in solar distillation system or still, can benefit the workers to a great extent. CSIR-CSMCRI designed, developed and installed 150 m<sup>2</sup> of solar distillation units in solar salt farms. These units could produce 500 -600 L of fresh potable water from seawater in a day. The water was used by the salt farm workers for their daily use. The units were charged with seawater in the morning and potable water was collected and used by the salt workers throughout the day. Based on the feedback of end users and to take care of leakage problems, the assembling was altered later and each of the steps were placed on the black-powdered coated basin and C-clamp pattern was used for interlocking each step, so as to restrain water leakage from joints of the steps and the entire basin. Initially 10 (30 m<sup>2</sup>) units were installed with North-South V-trough reflectors, however, owing to the high wind-load at site, the reflectors were detached for safety reasons.



चित्र: संस्थान के प्रायोगिक नमक खेत में स्थापित वी-ट्रफ़ के परावर्तक के साथ सौर आसवन इकाइयाँ।

**Figure:** Solar distillation units with V-trough reflectors installed at experimental salt farm of the Institute.



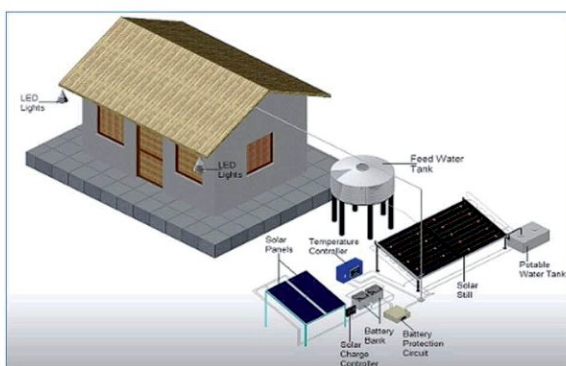
### लक्षद्वीप के कवरत्ती द्वीप पर सौर स्टिल Solar still at Kavaratti island of Lakshadweep

लक्षद्वीप के कवरत्ती द्वीप पर समुद्री जल से पीने योग्य पानी उपलब्ध कराने के लिए सौर आसवन इकाई का प्रदर्शन सीएसआईआर वीएसीसीआईएन परियोजना के तहत किया गया। उत्पादकता बढ़ाने और घर को रोशनी प्रदान करने के लिए एक ही इकाई का उपयोग की रणनीति इस प्रकार थी:

- दिन के समय में सौर तापीय ऊर्जा के उपयोग द्वारा सौर स्टिल का सामान्य संचालन।
- बैटरी बैंक (48 V, 400 AH) दिन के दौरान सौर पीवी (0.5 किलोवाट लोड) के माध्यम से चार्ज हो जाता है।
- बैटरी बैंक द्वारा संचालित डीसी हीटर (Kanthal FeCrAl मिश्र धातु -18 AWG -100 वाट) का उपयोग कर सोलर स्टिल का रात का उत्पादन बढ़ाया गया।
- बैटरी बैंक रात में एलईडी बल्ब / ट्यूब (50 W) के माध्यम से घर को रोशनी प्रदान करता है।

Demonstration of a solar distillation unit to provide potable water from seawater, at Kavaratti island of Lakshadweep was carried out under CSIR VACCIN project. The strategy to enhance productivity, and use the same unit to provide light to a home was as follows:

- Normal operation of the solar still using solar thermal energy during day.
- Battery bank (48 V, 400 AH) gets charged through solar PV (0.5 kW load) during day.
- Night output from still enhanced by DC heaters (Kanthal FeCrAl alloy -18 AWG -100 Watt) powered by the battery bank.
- The battery bank provides light to home through LED bulbs/ tubes (50 W) at night.



[A]



[B]

चित्र: [A] एकीकृत सौर आसवन इकाई की अवधारणा; [B] कवरत्ती में प्रदर्शन की तस्वीर।

**Figure:** [A] Concept of integrated solar distillation unit; [B] Demonstration photograph at Kavaratti.





इन सभी के परिणामस्वरूप सोलर स्टिल के पानी का उत्पादन बढ़ा है (पहले के डिजाइन से 71.3%) और एक घर को रोशन किया। यूनिट ने प्रति दिन 17 लीटर पानी का उत्पादन किया। उपयोगकर्ता की प्रतिक्रिया के आधार पर, लक्षद्वीप प्रशासन ने बिट्रा द्वीप में 60 ऐसी इकाइयां स्थापित करने के लिए रुचि दिखाई, हालांकि, यह अब तक साकार नहीं हुआ है।

All of these resulted in enhanced water output from the still (71.3 % than the earlier design) and light up a house. The unit produced 17 liters of water per day. Based on the user feedback, Lakshadweep administration showed interest to install 60 such units in Bitra Island, however, it has not materialized till now.







## विषयवस्तु: जल Theme: Water

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई पिछले तीन दशकों से “जल” पर आधारित विविध एवं अत्यधिक अनुप्रयुक्त अनुसंधान क्षेत्रों में कार्य कर रहा है। इस संस्थान के विभिन्न प्रभागों के वैज्ञानिकों ने मेम्ब्रेन विकास तथा अन्य पृथक्करण प्रक्रियाओं हेतु नवीन बहुलकों के संश्लेषण में असीम योगदान किया है। हम सक्रिय रूप से आर.ओ, एन.एफ, यू.एफ, एफ.ओ, एम.एफ और ई.डी हेतु मेम्ब्रेन के विकास पर कार्य कर रहे हैं। मेम्ब्रेन जीर्णोद्धार की प्रक्रिया, आर्सेनिक, फ्लोराइड और भारी धातु आयनों का जल से निराकरण, तथा अल्ट्राप्योर जल उत्पादन के लिए स्वदेशी ई.डी.आई, वे गतिविधियाँ हैं जो हम जल शुद्धिकरण के लिए प्रयोग करते हैं। संस्थान प्रौद्योगिकी/ प्रक्रिया/ उत्पाद विकास, अंतरराष्ट्रीय स्तर पर प्रतिष्ठित पत्रिकाओं में गुणवत्ता प्रकाशनों तथा विभिन्न सामाजिक गतिविधियों में भागीदारी द्वारा भली प्रकार कार्यरत है। आईपी अधिकार उन प्रक्रियाओं में से कुछ की रक्षा करते हैं और उनमें से कुछ को विभिन्न लाइसेंसधारियों को हस्तांतरित किया गया है। इस संक्षिप्त अवलोकन के साथ, हम 2016-17 के दौरान किए गए कुछ उल्लेखनीय कार्यों को प्रस्तुत कर रहे हैं।

### Thematic core competences:

CSIR-CSMCRI is working in the diverse and highly applied research areas based on the central theme of “water” from last three decades. Scientists from various divisions of this institute have contributed immensely for the synthesis of new polymer for membrane development and other separation processes. We are actively working on the development of RO, NF, UF, FO, MF, and ED membranes. Process of membrane rejuvenation, removal of arsenic, fluoride and heavy metal ions, and indigenous EDI for ultrapure water production are also the activity, we are involved for water. The institute's output is well balanced by technology/ process/ product developments, quality publications in internationally reputed journals and various societal activities. IP rights protect some of those processes and a few of them are transferred to various licensees. With this concise overview, we are delighted to present some of our noteworthy works that were carried out during 2016-17.

---

### विभिन्न पृथक्करण प्रक्रियाओं के लिए नैनोफिल्ट्रेशन मेम्ब्रेन Nano-filtration membranes for different separations

पतली फिल्म संमिश्र मेम्ब्रेन पॉलीसल्फोन (पीएसएफ) आधार पर तैयार की गई, जो कि पीपराजिन (मेम्ब्रेन I) या एम-फेनाइलीन डायामीन (मेम्ब्रेन IV) या पीपराजिन और एम-

Thin film composite membranes were prepared on polysulfone (PSf) support by interfacial polymerization reaction of trimesoyl chloride separately with piperazine (Membrane I) or m-



फेनाइलीन डायामीन (90:10 और 65:35 w/w क्रमशः मेम्ब्रेन II और III के लिए) के मिश्रण के साथ ट्राइमेसोईल क्लोराइड के इंटरफेसियल पोलिमेराइजेशन रिएक्शन द्वारा तैयार की गयी है। इन चार झिल्लियों में से सबसे अधिक हाइड्रोफिलिसिटी और आणविक भार कट-ऑफ मान के साथ-साथ पॉलीपीपराजिन ट्राइसेमाइड मेम्ब्रेन (I) के लिए उच्चतम ऋण सतह विभव देखी गई। मेम्ब्रेन का उपयोग ग्लूटामिक एसिड और ग्लाइसिन के विलवणीकरण तथा इन दो अमीनो एसिड को उनके मिश्रण से अलग करने के लिए भी किया गया। चार मेम्ब्रेन में से, मेम्ब्रेन (I) में उच्चतम जल प्रवाह और  $MgSO_4$  और  $NaCl$  के बीच उच्चतम अस्वीकृति अनुपात 3.29:1 पाया गया। इस मेम्ब्रेन के लिए ग्लाइसिन और ग्लूटामिक एसिड की अस्वीकृति क्रमशः 48.5% और 92.6% है जो  $NaCl$  की अस्वीकृति की तुलना में 22.1% और 66.2% अधिक है। विलयन pH की उचित निगरानी से इस मेम्ब्रेन द्वारा ग्लूटामिक एसिड और ग्लाइसिन के बीच 50% अस्वीकृति अंतर को प्राप्त करना संभव है। पीवीए के साथ संशोधन द्वारा एन.एफ मेम्ब्रेन की हाइड्रोफिलिसिटी को और बेहतर किया गया। यह भी देखा गया कि आधार मेम्ब्रेन की मोटाई में वृद्धि (105-150  $\mu m$ ) तथा जेलेसन बाथ के तापमान में वृद्धि से आधार मेम्ब्रेन प्रवाह में ध्यानाकर्षक सुधार हुए हैं। विभिन्न परिस्थितियों में तैयार पोर्स पीएसएफ मेम्ब्रेन को, पॉलीविनाइल अल्कोहल (पीवीए) द्वारा लेपित कर पीवीए एनएफ मेम्ब्रेन को बनाया गया है। पीवीए परत को 125°C के तापमान पर मैलिक एसिड (पॉलीमर के संबंध में 0.2% w/w) के साथ क्रॉसलिंग किया गया। अन्त्य मेम्ब्रेन के प्रवाह और अस्वीकृति में एक सराहनीय भिन्नता देखी गई।

phenylene diamine (Membrane IV) or mixture of piperazine and m-phenylene diamine (90:10 and 65:35 w/w for Membrane II and III respectively). Among the four membranes the highest hydrophilicity and molecular weight cut-off values as well as highest negative surface potential were observed for polypiperazine trimesamide membrane (I). The membranes were used for desalting of glutamic acid and glycine and also for the separation of these two amino acids from their mixture. Among the four membranes, Membrane I possessed the highest water flux and rejection ratio of 3.29:1 between  $MgSO_4$  and  $NaCl$ . For this membrane the rejections of glycine and glutamic acid are respectively 48.5% and 92.6% which are 22.1% and 66.2% higher than the rejection of  $NaCl$ . By proper monitoring of the solution pH it was possible to achieve 50% rejection difference between glutamic acid and glycine by this membrane. Hydrophilicity of the NF membrane was further improved by modification with PVA. It was also observed that increase in support membrane thickness (105-150  $\mu m$ ) and gelation bath temperature results in noticeable improvement in the support membrane flux. Porous PSf membranes prepared under different preparation conditions were coated by polyvinyl alcohol (PVA) solutions to achieve PVA NF membrane. PVA layer was crosslinked with maleic acid (0.2% w/w with respect to polymer) at a curing temperature of 125°C. An appreciable variation in flux and rejection performance of the final membranes were observed.

### पॉलीफेनॉल पृथक्करण के लिए संशोधित एनएफ मेम्ब्रेन Modified NF membrane for polyphenol separation

आमतौर पर, फेज़ इनवर्सन तकनीक द्वारा तैयार मेम्ब्रेन बनावट में असममित प्रकृति की होती है। यह देखा गया कि पॉलीमर सोल्यूशन की सांद्रता में वृद्धि के कारण विलयन में पॉलीमर प्रावस्था का संवर्द्धन होता है, जो फेज़ इनवर्सन के बाद घने छिद्र आकारिकी में परिणामित होता है, जिसके परिणामस्वरूप प्रवाह कम होता है। दूसरा, पॉलीसल्फोन की उच्च सांद्रता से तैयार

Generally, membrane porous supports prepared by phase inversion technique are asymmetric in nature. It has been observed that an increase in polymer solution concentration results in enrichment of polymer phase in the polymeric solution, which after phase inversion results in dense pore morphology, consequently to lesser flux. Secondly, the membranes prepared from





मेम्ब्रेन कम सांद्रता से तैयार मेम्ब्रेन की तुलना में अधिक हाइड्रोफोबिक होती है, जिसका तात्पर्य यह है कि घनी रूप से पैक छिद्र जल के प्रवेश को निषिद्ध करता है। ऊपर को बिन्दुओं पर विचार करते हुए, घने छिद्र के आकारिकी की मेम्ब्रेन आधार को तैयार करने के लिए विभिन्न प्रयास किए गए हैं। पॉलीसल्फोन मेम्ब्रेन को हाइड्रोफिलिसिटी प्रदान करने के लिए कोलाइडल पीवीए-एमए क्रॉस-लिंकड कणों को शामिल करके संशोधित किया गया। संशोधित मेम्ब्रेन ने 6000 आणविक भार की पॉली(इथाइलीन ग्लाइकोल) की 90% से अधिक अस्वीकृति का प्रदर्शन किया, जिसका अर्थ है कि ये मेम्ब्रेन चाय पॉलीफेनॉल्स जैसे मूल्यवान बायोमॉलिक्यूल्स के निष्कर्षण के लिए उपयोगी हो सकती हैं। असंशोधित पॉलीसल्फोन मेम्ब्रेन में चाय पॉलीफेनॉल की अस्वीकृति चयनात्मकता लगभग 50% थी जो संशोधित मेम्ब्रेन के लिए लगभग 83% तक बढ़ गई थी।

higher concentration of polysulfone are more hydrophobic as compared to membranes prepared from lower concentration, which implied that a densely packed pore prohibited the penetration of water molecules. Considering above, various attempts have been carried out to prepare membrane supports with dense morphology. The polysulfone membranes were modified by incorporation of colloidal PVA-MA cross-linked particles to impart hydrophilicity in the membranes. The modified membranes exhibited over 90 % rejection of polyethylene glycol of 6000 MW implying that these membranes can be useful for extraction of valuable biomolecules such as tea polyphenols. The unmodified polysulfone membranes had rejection selectivity of tea polyphenol about 50 % only which was increased to about 83 % for the modified membrane.

### मेम्ब्रेनों के संयोजन का उपयोग करके क्रोम तरल से क्रोमियम को हटाना

#### Removal of Chromium from the chrome liquor using combination of membranes

इस अध्ययन में, चमड़े के उद्योगों से प्राप्त तरल क्रोम के उपचार के लिए मेम्ब्रेन प्रक्रिया का अन्वेषण किया गया, जिसमें COD 3-4 g/L, BOD 1-2 g/L, क्रोमियम सांद्रता 2-3 g/L और उच्च लवणता TDS 50-60 g/L है। चूंकि क्रोम तरल में COD, BOD और TDS के उच्च स्तर होते हैं, इसलिए इसे आर ओ जैसी दाब संचालित मेम्ब्रेन प्रक्रियाओं में सीधे उपयोग नहीं जा सकता है क्योंकि उच्च स्तर के कार्बनिक यौगिकों से मेम्ब्रेन दूषण समस्या प्रेरित होती है। इस समस्या को दूर करने के लिए, पहले अपशिष्ट फ्रीड की कार्बनिक सामग्री को कम किया जाना चाहिए ताकि उपचारित अपशिष्ट से अतिरिक्त लवणता को हटाने के लिए आर ओ सिस्टम में पारित किया जा सके। सिस्टम में, परमिएट लाइन को उत्पाद खींचने के लिए एक वैक्यूम लाइन से जोड़ा गया था, जबकि फीड साइड पर लगभग 1 बार का बाहरी पॉजिटिव दबाव लगाया गया। हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन मॉड्यूल के अंदर आंतराधिक वातन प्रवाहित किया गया जो फ्रीड में कार्बनिक BOD/COD स्तर को कम करता है और मेम्ब्रेन सतह पर निलंबित कणों या समुच्चय के संचय को रोकता है। मेम्ब्रेन ने क्रोमियम अस्वीकृति के लिए आशाजनक परिणाम >90% दिखाए हैं।

In this study, membrane process has been explored for treatment of chrome liquor received from leather industries which have COD 3-4 g/L, BOD 1-2 g/L, chromium concentration 2-3 g/L and high salinity with TDS 50 - 60 g/L. Since the chrome liquor contains high levels of COD, BOD and TDS, it cannot be directly fed to pressure driven membrane processes like RO since the high level of organic compounds induced severe membrane fouling problem. To overcome this problem, the organic content of the effluent feed should be reduced first so that the treated effluent can be passed to the RO system for removal of the excess salinity. In the system, the permeate line was connected to a vacuum line for drawing the product while an external positive pressure of about 1 bar was applied on the feed side. Intermittently aeration was applied inside the hollow fiber membrane module which reduces the organic BOD/COD level in the feed and prevents the accumulation of suspended particles or aggregates on the membrane surface. The membranes have shown promising results for the Chromium rejection of >90%.



## पॉली (विनाइल अल्कोहल)-सिलिका द्वारा पॉलीसल्फोन हॉलो फाइबर का हाइड्रोफिलाइजेशन Hydrophilization of Polysulfone hollow fibre with poly (vinyl alcohol)-silica

पीएसएफ हॉलो फाइबर काता गया तथा नैनो सिलिका विसरित पीवीए की, स्वचालित डिप कोटिंग मशीन द्वारा 1 cm/min की दर से 333 K तापमान पर, कोटिंग की गयी। परिणामी कार्बनिक-अकार्बनिक हाइब्रिड प्रबलित पीएसएफ हॉलो फाइबर दर्शाता है कि, कोटिंग विलयन की विभिन्न सान्द्रता के कारण फाइबर की सतह पर सबसे ऊपरी कोटिंग की परत  $\sim 0.2\mu\text{m}$  से  $1.1\mu\text{m}$  के दायरे में थी। चूंकि कोटिंग विलयन एक तनु सिस्टम है, अंतः कोटिंग की एक महत्वपूर्ण मात्रा छिद्रित परत के अंदर होती है जिसके परिणामस्वरूप उच्च यांत्रिक दृढ़ता युक्त संमिश्र फाइबर प्राप्त हुआ।

PSf hollow fiber support was spun and coated with nano silica dispersed PVA using automatic dip coating machine with coating rate of 1 cm/min at 333 K. The resultant organic-inorganic hybrid reinforced PSf hollow fibre shows that topmost coating layer on the surface of the fibre was in the range of  $\sim 0.2\mu\text{m}$  to  $1.1\mu\text{m}$  due to the different concentration of the coating solution. Since the coating solution is a dilute system, a significant amount of the coating was inside the porous layer of the fibre resulting to composite fiber with higher mechanical strength.

## डाइरेक्ट फर्टिगेशन के लिए फॉरवर्ड ऑस्मोसिस Forward osmosis for direct fertigation

फॉरवर्ड ऑस्मोसिस, एक कम-दबाव संचालित प्रक्रिया होने के नाते, जल प्रशोधन और पुनः उपयोग, नियंत्रित ड्रग रिलीज, आपातकालीन जल उपचार किट आदि, में कई अनुप्रयोग हैं। उर्वरक कर्षण-विलयन के रूप में कार्य कर सकते हैं और शुष्क क्षेत्रों में फर्टिगेशन के लिए खारे-जल से जल कर्षण हेतु उपयोग किए जा सकते हैं। प्रस्तावित प्रक्रिया रिकवरी स्टेप को समाप्त कर देती है और तनु कर्षण विलयन खेतों में फर्टिगेशन के लिए सीधे उपयोग किया जा सकता है। हमने उर्वरकों को कर्षण विलयन के रूप में चुना है, जो फसलों को उनके मूल विकास के लिए पोषक तत्व प्रदान करता है। घरेलू रिवर्स ऑस्मोसिस मेम्ब्रेन तत्व को एक नवीन दृष्टिकोण में फॉरवर्ड ऑस्मोसिस मेम्ब्रेन तत्व में बदला गया। यह पाया गया है कि प्रयोगात्मक रूप से प्राप्त प्रवाह और सैद्धांतिक रूप से अनुमानित प्रवाह में एक महत्वपूर्ण अंतर है, जिसका कारण कर्षण विलयन के परमियोट पक्ष में होने के कारण आंतरिक सांद्रता ध्रुवीकरण है।

Forward osmosis, being a low-pressure driven process; has found numerous applications in water treatment and reuse, controlled drug release, emergency water treatment kit, etc. The fertilizers can function as draw solution and be employed for drawing water from the brackish water for fertigation in arid areas. The proposed process eliminates the recovery step and the diluted draw solution can directly be utilized in fields for fertigation. We have selected fertilizers as a draw solution, which provides nutrients to the crops for their basic growth. The domestic reverse osmosis membrane element has been converted to forward osmosis membrane element in a novel approach. It has been found that there is a significant difference in experimentally obtained flux and theoretically estimated flux because of internal concentration polarization due to the presence of draw solution on permeate side.

Desalination and Water Treatment, 34 (57) (2016) 15740-15747





## सौर फोटोवोल्टिक पैनल के साथ रिवर्स ऑस्मोसिस प्रणाली

### Reverse osmosis system coupled with solar photovoltaic panel

सौर फोटोवोल्टिक (पीवी) पैनल की विद्युत दक्षता इसके तापमान में वृद्धि के साथ घटती है। सौर पीवी पैनल की रूपांतरण दक्षता केवल 5-17 % है। इसलिए, आपतित सौर किरण का बड़ा हिस्सा अप्रयुक्त रहता है; जो पैनल को गर्म करता है। प्रत्यक्ष संपर्क हीट एक्सचेंज द्वारा सौर पीवी पैनल का तापमान नियंत्रण, पैनल के शीर्ष पर रिवर्स ऑस्मोसिस (आरओ) के लिए बहते पानी के साथ, पीवी पैनल के प्रदर्शन में सुधार के साथ थर्मल ऊर्जा को पुनर्प्राप्त कर सकता है। उच्च तापमान पर आर ओ के परिणामस्वरूप मेम्ब्रेन के प्रवाह व्यवहार में सुधार हुआ। इसके अलावा, नियंत्रित ऑक्सीकरण द्वारा मेम्ब्रेन आकारिकी में संशोधन से जलस्नेही सतह के गठन के कारण प्रवाह में सुधार हुआ। इन दोनों दृष्टिकोणों के संयोजन के परिणामस्वरूप दोहरे लाभप्रद तालमेल के तहत बेहतर आरओ परमिट प्रवाह दर और पीवी पैनल की बेहतर दक्षता प्राप्त हुई। परिणामस्वरूप, आर ओ की समग्र ऊर्जा खपत में लगभग 40% की कमी आई। यह नवीन दृष्टिकोण खारे पानी आर ओ सिस्टम के लिए समग्र ऊर्जा खपत को कम करने के लिए रास्ते खोलता है।

The electrical efficiency of solar photovoltaic (PV) panel decreases with increase in its temperature. Solar PV panel has the conversion efficiency of only 5–17%. Thus, the larger part of incident solar radiation remains unutilized; which heats up the panel. The temperature control of solar PV panel by direct contact heat exchange, with flowing feed water to reverse osmosis (RO) on top of the panel, could recover thermal energy together with improving the performance of PV panel. The RO at higher temperature resulted in the improvement in the flow performance of the membrane. Further, the modification in membrane morphology by controlled oxidation resulted in improved flux because of hydrophilic surface formation. Combining these two approaches resulted in win-win synergy of improved RO permeate flow rate and better efficiency of PV panel. As a result, the overall energy consumption of RO has been reduced by about 40%. This novel approach opens up the avenues for significantly reducing the overall energy consumption for brackish water RO systems.

Desalination and Water Treatment, 57(10), 4303-4312

## अनुकूलित टीएफसी मेम्ब्रेन के माध्यम से कैटेकॉल और रेसोर्सिनॉल का पृथक्करण

### Separation of catechol and resorcinol through tailor-made TFC membrane

डेन्सिटी फंक्शनल सिद्धांत (डीएफटी) के अध्ययन से जल विरोधिता और बाइंडिंग ऊर्जा की तहकीकात पॉलीएमाइड टीएफसी मेम्ब्रेन के माध्यम से अधिक से अधिक मात्रा में कैटेकॉल और रेसोर्सिनॉल के पृथक्करण के लिए की गई। आधार बहुलक मैट्रिक्स की प्रकृति के प्रभावों को समान श्यानता के पीएसएफ और पीईएस से मेम्ब्रेन की कास्टिंग करके समझाया गया। PSf और PES पर आधारित TFC के माध्यम से कैटेकॉल और रेसोर्सिनॉल के पृथक्करण व्यवहार की तुलना में, यह प्रदर्शित किया गया कि TFC (PSf पर) कैटेकॉल के बेहतर पृथक्करण प्रदर्शन (प्रवाह और अस्वीकृति) के संदर्भ में

Hydrophobicity and binding energy from Density Functional Theory (DFT) studies were investigated for catechol and resorcinol to explain a greater degree separation through polyamide TFC membranes. The effects of nature of base polymer matrices were well explained by casting the membranes from PSf and PES having same viscosity. In a comparison of the separation behavior of catechol and resorcinol through TFC based on PSf and PES, it was demonstrated that TFC (on PSf) is relatively more effective in terms of better separation performances (flux and rejection) of catechol.



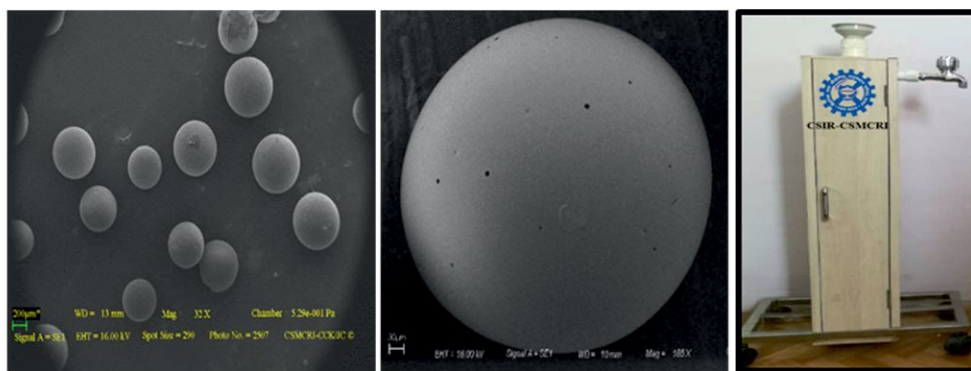
अपेक्षाकृत अधिक प्रभावी है। जीटा पोटेंशियल में परिवर्तन के कारण पृथक्करण प्रदर्शन पर pH का प्रभाव मेम्ब्रेन के प्रदर्शन को नियंत्रित करने वाले एक महत्वपूर्ण कारक के रूप में सामने आया। जल के मैट्रिक्स में डाइ-केटायन ( $Mg^{2+}$ ) की उपस्थिति ने मेम्ब्रेन की प्रकृति को बदल दिया और रेसोर्सिनॉल पृथक्करण के मामले में सकारात्मक प्रभाव दिखाया।

The effect of pH on the separation performance due to variation of zeta potential was revealed to be an important factor governing the performances of the membrane. The presence of di-cation ( $Mg^{2+}$ ) in the water matrix changed the nature of the membrane and showed positive influence in the case of resorcinol separation.

### ओजोनाइजर युग्मित विशिष्ट रेजिन द्वारा आर्सेनिक का निष्कासन Removal of arsenic by specific resins coupled with ozoniser

पेय जल में आर्सेनिक संदूषण भारत के पूर्वी हिस्से में मानव जाति के लिए एक बड़ा खतरा है, जिससे त्वचा रोग, हृदय और तंत्रिका तंत्र के कार्यों में गड़बड़ी होती है। आम तौर पर आर्सेनिक समृद्ध भूजल में As(III) (कुल का 96% तक) का प्रभुत्व होता है। आयन एक्सचेंज रेजिन As (III) की तुलना में As (V) के लिये अधिक चयनात्मक हैं। इसलिए, बेहतर निष्कासन क्षमता के लिए As(III) से As(V) के रूप में ऑक्सीकरण करने के लिए एक ऑजोनेटर का उपयोग किया गया। सीएसएमसीआरआई द्वारा आर्सेनिक चयनात्मक रेजिन विकसित किया गया है। आर्सेनिक के निष्कासन के लिए दूषित जल के दो अलग-अलग तरीकों, (i) लौह लवण (ii) चूने और अलग-अलग मात्राओं की

The arsenic contamination in potable water is a major threat to mankind in eastern part of India causing skin diseases, disturbance of cardiovascular and nervous systems functions. As-enriched groundwater is generally dominated by As (III) (up to 96% of total). Ion exchange resins are more selective towards As(V) compare to the As(III). Hence, an ozonator was used to oxidize As(III) to As(V) for better removal efficiency. The arsenic selective resin was developed by CSMCRI. For the removal of arsenic the pretreatment of contaminated water was done by two different methods (i) Iron salt (ii) Lime and alum of varying dose. The  $As^{+3}$



चित्र: आर्सेनिक चयनात्मक आयन विनिमय रेजिन और चयनात्मक रूप में आर्सेनिक हटाने के लिए एक घरेलू इकाई।

**Figure:** Arsenic selective Ion exchange resins and a domestic unit for selective arsenic removal.

फिटकरी, द्वारा पूर्व प्रशोधित किया गया।  $As^{+3}$  बौछारित संदूषित जल ओजोन के साथ 15min/(10lit फीड जल के लिए) ( $As^{+3}$  100 पीपीबी नल के जल में टीडीएस:350 पीपीएम) के लिए ऑक्सीकृत किया गया। ओजोनाइजर आर्सेनिक युक्त जल को रेजिन के माध्यम से 5 BV/ घंटे की सेवा प्रवाह दर पर पारित

containing spiked water was oxidized with ozone for 15min/ (10lit of arsenic feed water) ( $As^{+3}$ :100 ppb in tap water TDS: 350 ppm). The ozonized arsenic containing water was passed through resin bed at a service flow rate of 5 BV/hour. It has been found that ~80-85% of arsenic was removed after pretreatment,





किया गया। यह पाया गया है कि ~ 80-85% आर्सेनिक को प्रीट्रीटमेंट के बाद हट जाता है, उसके बाद आर्सेनिक मुक्त जल प्राप्त करने के लिए जल को अंतिम परिष्करण के लिए रेजिन स्तंभ से पारित किया गया। हालांकि, आर्सेनिक निष्कासन की दक्षता में ओजोनशन का उपयोग करके 7-9% अधिक सुधार किया गया। क्षीण आयन विनिमय रेजिन को लोहे के लवण के संसेचन के बाद क्षार प्रशोधन के द्वारा पुनरुत्पादन किया गया।

thereafter the water was passed through the resin column for final polishing to get arsenic free water. However, the arsenic removal efficiency has been further improved 7-9% more by using ozonation. Exhausted ion exchange resin was regenerated with impregnation of iron salt followed by alkali treatment.

**Applied Water Science, 7 (2017) 1043–1067**

### बहुलक अधिशोषक का उपयोग कर जल का फ्लोराइडहरण Defluoridation of water using polymeric adsorbent

ज़िरकोनियम युक्त विनाइल मोनोमर्स के निलंबन बहुलककरण द्वारा क्रॉसलिंकड पॉलिमरिक अधिशोषक का विकास किया गया। पानी से फ्लोराइड को हटाने के लिए अधिशोषकों का प्रभावी ढंग से उपयोग किया गया। वर्तमान काम अत्यधिक कुशल अवशोषक प्रदान करता है जो उपचारित पानी के पीएच को प्रभावित किए बिना फ्लोराइड की उच्च सांद्रता को दूर करने में सक्षम है, इस प्रकार प्रत्यक्ष खपत के लिए सुरक्षित पानी प्रदान करता है। सरल पुनर्जनन प्रक्रिया और अधिशोषक की उच्च पुनः प्रयोज्यता इसे आर्थिक रूप से व्यवहार्य बनाती है और गंभीर स्वास्थ्य खतरों से बचाव के लिए स्वास्थ्यप्रद समाधान है जो उच्च फ्लोराइड खपत के कारण होता है।

Crosslinked polymeric adsorbent has been developed by suspension polymerization of zirconium containing vinyl monomers. The adsorbents were effectively used for fluoride removal from water. The present work provides highly efficient adsorbents capable of removing high concentrations of fluoride without affecting pH of treated water, thus rendering the safe water for direct consumption. The simple regeneration process and high reusability of the adsorbent makes it economically viable and salubrious solution to safeguard against severe health hazards which occurs due to high fluoride consumption.

**PCT, India 0095NF2016; 201711008762**

### 20 लीटर प्रति घंटे की क्षमता के स्वदेशी वैद्युतविआयनीकरण इकाई का विकास Development of indigenous electrodeionization unit of capacity 20 liters per hour

वैद्युतविआयनीकरण (ईडीआई) आयन-एक्सचेंज और इलेक्ट्रोडायलिसिस के संयोजन की एक पृथक्करण प्रक्रिया है। परिणामी संकर प्रक्रिया को रसायनों द्वारा पुनर्जनन की आवश्यकता नहीं होती है। CSIR-CSMCRI ने स्वदेशी रूप से विकसित पॉलीइथाइलीन इंटरपॉलीमर आधारित आयन-एक्सचेंज मेम्ब्रेन का उपयोग करके अति शुद्ध जल (प्रतिरोधकता: 18.2 MΩ सेमी; पीएच: 7.0) प्राप्त करने के लिए ईडीआई तकनीक का विकास और व्यवसायीकरण किया है। ईडीआई इकाई के अंदर प्रवाह व्यवहार तरल गतिकी द्वारा

Electrodeionization (EDI) is a separation process combining ion-exchange and electrodialysis. The resulting hybrid process does not require regeneration by chemicals. CSIR-CSMCRI has developed and commercialized EDI technology for producing ultrapure water (resistivity: 18.2 MΩ cm; pH: 7.0) using indigenously developed polyethylene interpolymer based ion-exchange membranes. Flow patterns inside the EDI unit was stimulated by Fluid Dynamics to create high turbulence inside the compartments. Indigenous ion exchange resins (MB 12) were



उत्तेजित किया गया ताकि कक्षों के अंदर उच्च विशोम उत्पन्न हो सके। ईडीआई इकाई में स्वदेशी आयन एक्सचेंज रेजिन (एमबी 12) का उपयोग किया गया, और आरओ द्वारा संसाधित (टीडीएस ~ 35  $\mu\text{S/cm}$ ) नल का पानी (टीडीएस ~ 500 पीपीएम) अति शुद्ध जल उत्पादन करने के लिए फीड किया गया। अति शुद्ध जल की गुणवत्ता वाणिज्यिक मिलिपोर की इकाई के साथ तुलनीय है, जबकि आउट-पुट काफी अधिक है। इसके अलावा, EDI इकाई को बेहतर उत्पादन के साथ जल (प्रतिरोधकता: 10.0-18.2  $\text{M}\Omega$  सेमी) के उत्पादन के लिए कुशलता से ट्यून किया जा सकता है।

used in the EDI unit, and tap water (TDS ~500 ppm) processed by RO (TDS ~ 35  $\mu\text{S/cm}$ ) was feed for producing ultra-pure water. The quality of the product ultra-pure water is comparable with commercial Millipore's unit, while out-put is quite high. Further, EDI unit can be cleverly tuned for producing water (resistivity: 10.0-18.2  $\text{M}\Omega$ . cm) with improved output.

चित्र: CSMCRI में विकसित स्वदेशी EDI इकाई।

Figure: Indigenous EDI unit developed at CSMCRI.



### बॉक्साइट अयस्क प्रसंस्करण के अपशिष्ट घोल से कार्बिक रिकवरी के लिए इलेक्ट्रोडायलिसिस यूनिट

#### Electrodialysis unit for caustic recovery from the effluent slurry of bauxite ore processing

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने बॉक्साइट अयस्क प्रसंस्करण के अपशिष्ट घोल से कार्बिक रिकवरी के लिए स्वदेशी आयन एक्सचेंज मेंब्रेन की 80-100 सेल जोड़े वाली एक इलेक्ट्रोडायलिसिस यूनिट (60 सेमी X 30 सेमी) की रचना, गढ़ाई और स्थापना की। यह कार्य मेसर्स एक्वाथर्म वॉटर ट्रीटमेंट प्राइवेट लिमिटेड, कोलकाता द्वारा प्रायोजित था। फ्यूजन मास (0.5 M NaOH) को प्राप्त किया गया और सांद्रता 1.5-3.0 M (फीड NaOH सांद्रता के आधार पर) तक बढ़ाई गई। NaOH उगाही की दर 2.2  $\text{kWhkg}^{-1}$  के NaOH बरामद

CSIR-CSMCRI designed, fabricated and installed an electrodialysis unit (60 cm X 30 cm) with 80-100 cell pairs of indigenous ion exchange membranes for caustic recovery from the effluent slurry of Bauxite ore processing. This work was sponsored by M/S AQUATHERM Water Treatment Pvt. Ltd., Kolkata. Fusion mass (0.5 M NaOH) was recovered and concentration was increased up to 1.5-3.0 M (depending on feed NaOH concentration). Rate of NaOH recovery was 0.7  $\text{Kgh}^{-1}$  against 2.2  $\text{kWhkg}^{-1}$  of NaOH recovered energy consumption. This





ऊर्जा की खपत के सापेक्ष  $0.7 \text{ Kgh}^{-1}$  थी। इस प्रक्रिया का उपयोग पानी में लवण, एसिड या अन्य आयनिक पदार्थों के पृथक्करण और सांद्रता के लिए भी किया जा सकता है।

process can also be used for the separation and concentration of salt, acid or other ionic substances present in water.



चित्र: क्षार उगाही में इस्तेमाल की जाने वाली ईडी यूनिट का छायाचित्र।

Figure: Photograph of ED unit used for alkali recovery.

## इलेक्ट्रोडायलिसिस द्वारा खतरनाक फ्लोराइड और आर्सेनिक आयनों को हटाना

### Removal of hazardous fluoride and arsenic ions by electrodialysis

फ्लोराइड और आर्सेनिक आयन पानी में मौजूद दो प्रमुख संदूषक हैं। पीने के पानी के माध्यम से इन दो खतरनाक आयनों का मौखिक सेवन गंभीर स्वास्थ्य समस्या का कारण बनता है। स्वदेशी पॉलीइथाइलीन इंटरपॉलीमर आधारित आयन एक्सचेंज मेम्ब्रेन द्वारा राजस्थान के भूजल (टीडीएस 680 पीपीएम) से फ्लोराइड आयन ( $14.4 \text{ पीपीएम}$ ) को हटाने के लिए इलेक्ट्रोडायलिसिस संचालन के पुनःपरिसंचरण प्रणाली का विकास किया है। प्रयोग घरेलू ईडी इकाई (प्रभावी झिल्ली क्षेत्र  $200 \text{ सेमी}^2$ , प्रयुक्त प्रत्येक प्रकार के मेम्ब्रेनों की संख्या 30) में किए गए। ईडी प्रयोग के संचालन के 30 मिनट के बाद अंतिम फ्लोराइड आयन सांद्रता  $1.45 \text{ पीपीएम}$  तक कम हो गई थी, जो डब्ल्यूएचओ द्वारा प्रदान किए गए दिशानिर्देशों के अनुसार पीने के पानी की अनुमेय सीमा है। इंटरपॉलिमर आधारित आयन-एक्सचेंज मेम्ब्रेनों की आर्सेनेट ( $\text{As}^{5+}$ ) को हटाने की क्षमता का परीक्षण इलेक्ट्रोडायलिसिस ( $800 \text{ पीपीबी}$  तक  $\text{As}^{5+}$  सांद्रता) द्वारा किया गया है। ED ऑपरेशन के 45-60 मिनट के बाद  $\text{As}^{5+}$  सांद्रता  $10 \text{ पीपीबी}$  तक कम हो गयी।

Fluoride and arsenic ions are the two major contaminants present in water. The oral intake of these two hazardous ions through drinking water causes serious health problem. The removal of fluoride ion ( $14.4 \text{ ppm}$ ) from ground water (TDS  $680 \text{ ppm}$ ) of Rajasthan by indigenously developed polyethylene interpolymer based ion exchange membranes by electrodialysis using recirculation mode of operation has been carried out. The experiments were carried out in domestic ED unit (effective membrane area  $200 \text{ cm}^2$ , number of each type of membranes used were 30). The Final fluoride ion concentration after 30 minutes of operation of ED experiment was reduced to  $1.45 \text{ ppm}$ , which is drinking water permissible limit as per guidelines provided by WHO. Arsenate ( $\text{As}^{5+}$ ) removal efficacy of the interpolymer based ion-exchange membranes have been tested by electrodialysis ( $\text{As}^{5+}$  concentration upto  $800 \text{ ppb}$ ). The  $\text{As}^{5+}$  concentration was reduced to  $10 \text{ ppb}$  after 45-60 min of ED operation.

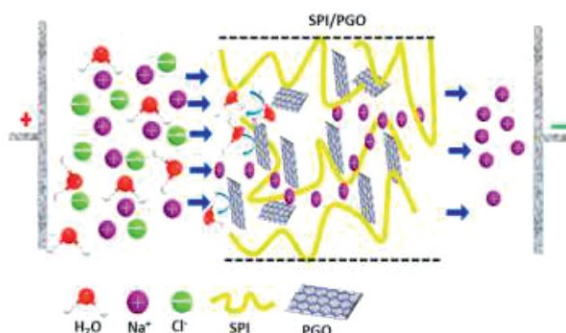
RSC Advances 2016. 6, 67118-67126



## जल के विलवणीकरण के लिए तापमान प्रतिरोधी संमिश्र धनायन विनिमय मेम्ब्रेन Temperature resistant composite cation exchange membrane for water desalination

उच्च तापमान पर कुशल जल विलवणीकरण/ अपशिष्ट जल उपचार को प्राप्त करने के लिए अत्यधिक स्थिर एलिफैटिक/ एरोमैटिक सल्फोनेटेड पॉली(इमाइड) (एसपीआई)-फॉस्फोरिलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड (पीजीओ) आधारित तापमान प्रतिरोधी धनायन एक्सचेंज मेम्ब्रेन (CEMs) तैयार किए गए। संरचनात्मक विशेषताएं जैसे टर्मिनल अंत समूहों के बीच एलिफैटिक योजक, एरोमैटिक रिंग पर सल्फोनिक एसिड समूहों की प्रत्यक्ष ग्राफ़िंग, उनको बेहतर प्रदर्शन और स्थिरता प्रदान करते हैं। मेम्ब्रेन मैट्रिक्स में पीजीओ का समावेश यांत्रिक, तापीय एवं ऑक्सीडेटिव प्रतिरोधी प्रकृति की ओर योगदान देता है, जबकि बहु-आयनिक समूहों की उपस्थिति ( $-\text{SO}_3\text{H}$  &  $-\text{PO}_3\text{H}_2$ ) हाइड्रोफिलिक आयन प्रवाहकीय चैनलों के लिए जिम्मेदार है। सबसे उपयुक्त SPI/ PGO-8 संमिश्र CEM (IEC:  $2.37 \text{ mequivg}^{-1}$ ) ने  $6.8 \times 10^{-2} \text{ S}$  सेमी आयनिक चालकता और  $0.96 \text{ t}^+$  मान का प्रदर्शन किया और इलेक्ट्रोडायलिटिक जल विलवणीकरण के लिए आशाजनक उम्मीदवार पाया गया। इसके अलावा, इलेक्ट्रोडायलिसिस (ईडी) द्वारा पानी के विलवणीकरण के लिए महत्वपूर्ण सुधार प्रक्रिया प्रदर्शन (ऊर्जा की खपत और धारा दक्षता) उच्च तापमान पर जलीय मीडिया में नमक पृथक्करण के लिए ईडी के उपयोग द्वारा स्थायी और संभव विकल्प प्रदान करता है।

To achieve efficient water desalination/ waste water treatment at high temperature, highly stable aliphatic/ aromatic sulphonated poly(imide) (SPI)-phosphorylated graphene oxide (PGO) based temperature resistant cation exchange membranes (CEMs) were prepared. The structural features like aliphatic connector between terminal end groups, direct grafting of sulfonic acid groups on aromatic rings, were responsible for their improved performance and stabilities. Incorporation of PGO in the membrane matrix contributed towards mechanical, thermal and oxidative resistant nature, while presence of multi-ionic clusters ( $-\text{SO}_3\text{H}$  &  $-\text{PO}_3\text{H}_2$ ) was responsible for hydrophilic ion conducting channels. Most suitable SPI/PGO-8 composite CEM (IEC:  $2.37 \text{ mequivg}^{-1}$ ) exhibited  $6.8 \times 10^{-2} \text{ Scm}^{-1}$  ionic conductivity and  $0.96 \text{ t}^+$  value and found to be promising candidate for electrodialytic water desalination. Further, significantly improved process performances (energy consumption and current efficiency) for water desalination by electrodialysis (ED) provides sustainable and feasible alternative for applying ED for salt separation in aqueous media at high temperature.



चित्र: एसपीआई-जीओ संमिश्र CEM तैयार करने के लिए योजना निरूपण।

Figure: Schematic representation for the preparation of SPI-GO composite CEM.

Journal of Membrane Science 2016, 520, 972-982





## भारी धातु आयन की उगाही के लिए फॉस्फोरिलेटेड सेलुलोज ट्राइएसिटेट-सिलिका संमिश्र अधिशोषक

### Phosphorylated cellulose triacetate-silica composite adsorbent for recovery of heavy metal ion

फॉस्फोरिलेटेड सेलुलोज ट्राइएसिटेट (CTA)/ सिलिका संमिश्र अधिशोषक, एसिड उत्प्रेरित सॉल-जेल प्रक्रिया द्वारा एक अकार्बनिक प्रिकर्सर [3-एमिनोप्रोपिल ट्राइथॉक्सिलेन (APTEOS)] का उपयोग करके तैयार किया गया। विभिन्न भारी धातु आयनों ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  और  $\text{Pb}^{2+}$ ) की तुलना में  $\text{Ni(II)}$  के लिए रिपोर्ट किए गए संमिश्र अधिशोषक ने तुलनात्मक रूप से उच्च अधिशोषण क्षमता दिखाई।  $\text{Ni(II)}$  अधिशोषण, समय, तापमान, पीएच, अधिशोषक मात्रा और अधिशोषक सांद्रता के प्रभाव की जांच की गई; विभिन्न गतिकी मॉडल का मूल्यांकन भी किया गया। ऊष्मागतिकी मापदंडों जैसे  $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$  और  $\Delta S^\circ$  का भी आकलन किया गया तथा साम्य अधिशोषण लैंगम्यूर और फ्रायंडलिच समताप रेखा का पालन किया। विकसित अधिशोषक ने pH 6 पर लगभग 78.8%  $\text{Ni(II)}$  अधिशोषण का प्रदर्शन किया और अपशिष्ट जल से  $\text{Ni(II)}$  आयनों को हटाने के लिए एक उपयुक्त उम्मीदवार माना जा सकता है। इसके अलावा, EDTA विलयन का उपयोग के द्वारा अधिशोषित  $\text{Ni(II)}$  की लगभग 65.5% रिकवरी का प्रदर्शन किया गया, जो दर्शाता है कि प्रकार्यात्मकृत मनकों के पुनर्चक्रण से उद्योग में दूषित जल के उपचार में इसका उपयोग किया जा सकेगा।

Phosphorylated cellulose triacetate (CTA)/ silica composite adsorbent was prepared by acid catalyzed sol-gel method using an inorganic precursor [3-aminopropyl triethoxysilane (APTEOS)]. Reported composite adsorbent showed comparatively high adsorption capacity for  $\text{Ni(II)}$  in comparison with different heavy metal ions ( $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Ni}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Pb}^{2+}$ ). For  $\text{Ni(II)}$  adsorption, effect of time, temperature, pH, adsorbent dose and adsorbate concentration were investigated; different kinetic models were also evaluated. Thermodynamic parameters such as  $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$  and  $\Delta S^\circ$  were also estimated and equilibrium adsorption obeyed Langmuir and Freundlich isotherms. Developed adsorbent exhibited about 78.8%  $\text{Ni(II)}$  adsorption at pH 6 and can be considered a suitable candidate for the removal of  $\text{Ni(II)}$  ions from wastewater. Further, about 65.5% recovery of adsorbed  $\text{Ni(II)}$  using EDTA solution was demonstrated, which suggested effective recycling of the functionalized beads would enable it to be used in the treatment of contaminated water in industry.

Carbohydrate Polymers 2016, 136, 1315-1322

## तरल स्तर की निगरानी के लिए ऑप्टिकल स्विच का विकास

### Development of optical switch to monitor liquid level

ऑप्टिकल तरल स्विच जल की उपस्थिति या अनुपस्थिति (स्पष्ट या टर्बिड) या जल स्तर की निगरानी के लिए उपयोगी है। जल की उपस्थिति से अनुपस्थिति या इसके विपरीत में अवस्था परिवर्तन रिले संपर्क बदलाव को ट्रिगर करता है जो नियंत्रण अनुप्रयोगों और दूरस्थ ऑडियो/ दृश्य संकेत के लिए उपयुक्त है। एलईडी प्रकाशित ढक्कन स्थानीय स्तर पर जल की अनुपस्थिति के बारे में जानकारी प्रदान करता है; बंद-

Optical liquid switch is useful for the detection of either absence or presence of water (clear or turbid) or to monitor the water level. The change in state from presence to absence of water or vice-a-versa triggers relay contact changeover suitable for control application and also for remote audio/visual indication. The LED illuminated cap provides information on the absence of water locally; OFF – presence, ON – absence. It is a self-contained small device and



उपस्थिति, चालू - अनुपस्थिति। यह एक स्व-निहित छोटा उपकरण है जिसका उपयोग जल सेवा संबंधित किसी भी अनुप्रयोग या प्रक्रिया में किया जा सकता है।

can be used in any application or process directory employing water service.

चित्र: ऑप्टिकल तरल स्विच की तस्वीर।

**Figure:** Photograph of optical liquid switch.







## विषयवस्तु: स्वास्थ्य सेवा Theme: Healthcare

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई में विभिन्न रोग से जुड़े बायोमार्कर के साथ-साथ पूरक ऑप्टिकल और विद्युत रासायनिक उपकरणों के लिए अत्यधिक चयनात्मक सेंसर के विकास में एक सतत प्रयास किया जा रहा है। हमारे पूल के विभिन्न टीआरएल के सेंसर हैं जो रक्त द्रव में पॉइंट-ऑफ-केयर पर महत्वपूर्ण बायोमार्करों की मात्रा का पता लगाने के लिए उपयोगी हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, विश्लेष्य सिस्टीन, होमोसिस्टीन, ग्लूटाथियोन, हाइपोक्लोरस अम्ल, नाइट्रोक्सिल, Cr(III) और स्पर्मीन के लिए सेंसर, जो साहित्य में विभिन्न रोगों, विशेष रूप से हृदय रोग (सीवीडी), ऑक्सीडेटिव तनाव, कैंसर, मधुमेह आदि के लिए मार्कर के रूप में स्थापित हैं। इसके अलावा, संस्थान में किसी भी जल के नमूने में बैक्टीरिया का पता लगाने वाली एक किट है और प्रौद्योगिकी एक एक्वाकल्चर कंपनी को हस्तांतरित कर दी गई है। संस्थान ने कोशिकांग (लाइसोसोम और माइटोकॉन्ड्रिया) विशिष्ट छायांकन के लिए कई लैंथेनाइड-आधारित नैनोपार्टिकल्स भी विकसित किए हैं। ये प्रोब्स छवि निर्देशित शल्य चिकित्सा के लिए उपयोगी हो सकती हैं। लक्षित दवा वितरण के लिए हमारे पास कई बहुलक नैनोकैप्सुल भी हैं। संस्थान ने पेटेंट किए गए प्लास्टिक चिप इलेक्ट्रोड (पीसीई) पर आधारित विभिन्न इलेक्ट्रोकेमिकल सेंसर के लिए एक सामान्य-उद्देश्य इलेक्ट्रोड प्लेटफॉर्म भी विकसित किया है। इस संस्थान के पास ऑप्टिकल माप उद्देश्य के लिए उपयोगी अत्याधुनिक स्पेक्ट्रोफोटोमीटर जैसे स्थिर अवस्था और समय निर्भर फ्लोरोमीटर, यूवी-विज-एनआईआर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर, और सीडी फ्लोरोमीटर हैं। इसके अलावा, आवश्यकतानुसार गढ़े हुए लागत-प्रभावी संस्करण सहित कई पोर्टेबिलिटी और एकल एक्साइटेशन टच-स्क्रीन वाली सस्ते फ्लोरोमीटर पॉइंट-ऑफ-केयर उपयोग के लिए तैयार हैं।

### Thematic core competences

There has been an ongoing effort at CSIR-CSMCRI in the development of highly selective sensors for various disease linked biomarkers as well as complementary optical and electrochemical devices. We have few sensors at various TRL in our pool that can be useful for point-of-care application for quantification of important biomarkers in blood fluid. For example, sensors for the analytes cysteine, homocysteine, glutathione, hypochlorous acid, nitroxyl, Cr(III) and spermine, which have established in the literature as markers for various diseases particularly, cardiovascular disease (CVD), oxidative stress, cancer, diabetes, etc. Additionally, the institute has bacterial detection kit for any water sample and the technology has been transferred to an aquaculture company. The institute has also developed several lanthanide-based nanoparticles for organelle (lysosome and



mitochondria) specific imaging. These probes may be useful for image guided surgery. We also have several polymeric nanocapsules for targeted drug delivery. The institute also have developed a general-purpose electrode platform for various electrochemical sensors based on Patented Plastic Chip Electrode (PCE). This institute housed a good number of state-of-the-art spectrophotometers such as steady state and time dependent fluorimeter, UV-vis-NIR spectrophotometer, and CD polarimeter to be useful for optical measurement purpose. Moreover, a range of potentiostats including custom made low-cost version and single excitation touch-screen cheap fluorimeter are ready for point-of-care application.

### खरगोश सीरम से एंटीबॉडी का चयनात्मक एवं प्रभावी निष्कर्षण

#### Selective and effective extraction of the antibody from Rabbit serum

कई कुप्रबंधित बीमारियों के इलाज में चिकित्सकीय दवाओं के उपयोग में प्रगति के कारण, प्रोटीन-आधारित एंटीबॉडी इम्युनोग्लोबुलिन जी (IgG) के साथ दवाओं का विकास किया जा रहा है। हालांकि, थोक में IgG की आवश्यकता एंटीबॉडी के उत्पादन की वर्तमान प्रक्रियाओं पर पर्याप्त आर्थिक दबाव डालती है। आयनिक तरल (IL) -आधारित जलीय द्वि-प्रावस्था प्रणाली (ABS) एंटीबॉडी के डाउनस्ट्रीम प्रसंस्करण को बेहतर बनाने के लिए एक वैकल्पिक लागत प्रभावी कार्यप्रणाली के रूप में उभर रही है। अधिक जैव-अनुकूलित IL प्राप्त करने के लिए, IgG की स्थिरता के साथ-साथ निष्कर्षण के लिए ABS बनाने में सक्षम नई जैव संगत IL की एक श्रृंखला के प्रदर्शन का मूल्यांकन किया गया। इन ILs में, कोलीन धनायन और पौधे से व्युत्पन्न प्राकृतिक अम्ल ऋणायन के स्रोत के रूप में कार्य करते हैं। इसके अलावा, ABS बनाने के लिए उनकी उपयुक्तता को प्रावस्था गठन घटकों के रूप में पॉलीप्रोपाइलीन ग्लाइकोल (पीपीजी 400) का उपयोग करके पता लगाया गया। उल्लेखनीय रूप से, IgG का एकल चरण में पूर्ण निष्कर्षण 100% उगाही उपज के साथ IL समृद्ध प्रावस्था में पूरा किया गया। इसके बाद अनुकूलित सिस्टम को खरगोश के सीरम नमूनों से सीधे IgG के निष्कर्षण और शुद्धि के लिए उपयोग किया गया, एवं सीरम नमूने की तुलना में IgG की ca. 58% शुद्धता में वृद्धि के साथ 85% उगाही दर्ज की गई। इसके अलावा, ऐसे पाया गया की IgG जैव-आधारित IL द्वारा निर्मित अधिकांश ABS ने अपनी मूल संरचना को बनाए रखा, जो बायो-IL आधारित ABS सिस्टम का महंगे एंटीबॉडी-आधारित बायोफार्मास्यूटिकल्स के शोधन के

Due to the advances in using therapeutic drugs in treating several ill-managed diseases, drugs with the protein-based antibody immunoglobulin G (IgG) are being developed. However, requirement of IgG in bulk puts substantial economic pressure on the current processes of production of the antibody. Ionic liquid (IL)-based aqueous biphasic systems (ABS) are emerging as an alternative cost-effective methodology to improve the downstream processing of the antibody. In order to have more bio-compatible ILs, the performance of a series of new biocompatible ILs capable to form ABS for the extraction as well stability of IgG was evaluated. In these ILs, choline act as cation and plant-derived natural acids act as source of anion. Further, their suitability to form ABS was explored using polypropylene glycol (PPG 400) as phase forming components. Remarkably, the complete extraction of IgG in a single step was accomplished in IL rich phase with 100% recovery yield. The optimized systems were thereafter applied to the extraction and purification of IgG directly from rabbit serum samples and ca. 85% recovery yield of IgG was recorded with ca. 58% enhancement in purity in comparison to serum sample. Further, IgG was found to retain its native structure in most of the ABS formed by bio-based ILs supporting the potential of the bio-IL based ABS systems as remarkable platforms



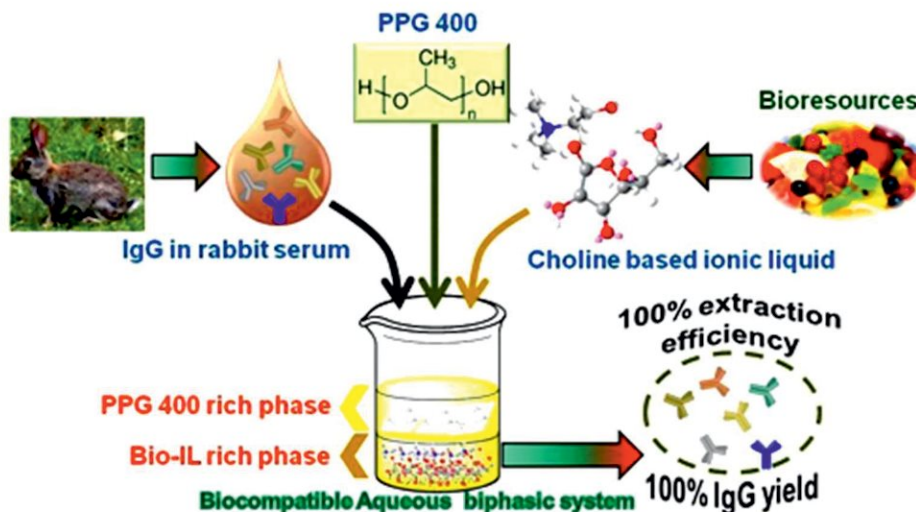


लिए उल्लेखनीय प्लेटफॉर्म के रूप में क्षमता का समर्थन करता है।

इस कार्य एविरो विश्वविद्यालय, पुर्तगाल के साथ सहयोग में किया गया।

for the purification of expensive antibody-based biopharmaceuticals.

This work has been carried-out in collaboration with University of Aveiro, Portugal.



**चित्र:** जैव-व्युत्पन्न आयनिक तरल-आधारित जलीय द्वि-प्रावस्था प्रणालियों के उपयोग द्वारा खरगोश सीरम से IgG का चयनात्मक निष्कर्षण।

**Figure:** Selective extraction of IgG from rabbit serum using bio-derived ionic liquid-based aqueous biphasic systems.

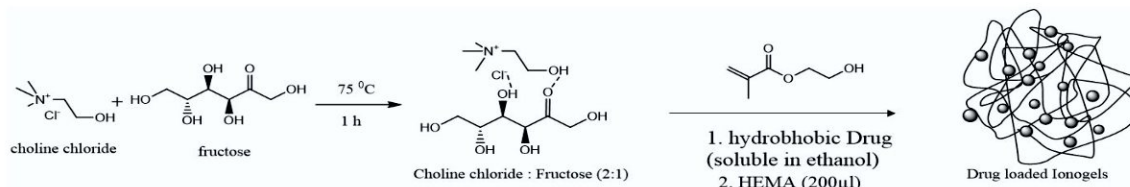
Green Chemistry 18 (2016) 6071-6081

## औषधि पाशित नॉनसाइटोटॉक्सिक हीमोकम्पेटिबल आयन जेल का संश्लेषण

### Preparation of a noncytotoxic hemocompatible ion gel with entrapped drug

डीप यूटेक्टिक विलायक (DESs) जलविरोधी दवाओं के लिए उनकी उत्कृष्ट विलयनकरण क्षमता के कारण दवा अनुप्रयोगों में नए उपयोगी विलायक प्रणालियों के रूप में उभर रहे हैं। इसमें, 2-हाइड्रॉक्सीएथाईलमेथाक्रिलेट (HEMA) DES में स्व-बहुलीकृत होता है जिसमें कोलीन क्लोराइड और फ्रुक्टोज इन्डोमेथासिन की उपस्थिति है। इस प्रकार प्राप्त आयन जेल को जठरांत्र द्रव pH (GIF) पर स्थिर पाया, और सामान्य मानव शरीर तापमान (37 °C) पर कृत्रिम निचले आंत तरल पदार्थ में सतत औषधि का निस्तार दर्ज किया गया। दवा लंबे अवधि तक कमरे के तापमान पर जेल मैट्रिक्स में संग्रहित की जा सकती है। आयन जेल को गैर-साइटोटॉक्सिक पाया गया और यह मानव रक्त के संगत था।

Deep eutectic solvents (DESs) are emerging as new useful solvent systems in pharmaceutical applications due to their excellent solubilization ability for hydrophobic drugs. Herein, 2-hydroxyethylmethacrylate (HEMA) was self-polymerized in DES having choline chloride and fructose in the presence of indomethacin. The ion gel thus obtained was found to be stable in gastrointestinal fluid pH (GIF), and sustained release of the drug in simulated lower intestinal fluid at normal human body temperature (37 °C) was recorded. The drug could be stored in the gel matrices at room temperature for long durations. The ion gel was found to be non-cytotoxic and was compatible to human blood.



चित्र: DES का संश्लेषण और समक्षणिक बहुलकीकरण और औषधि का इन्ट्रैपमेंट।

Figure: Synthesis of the DES and simultaneous polymerization and entrapment of drug.

Macromolecular Chemistry & Physics, 217 (2016) 1899-1906

## प्रतिक्रियाशील संगतकारक मध्यस्थ सटीक संश्लेषण और उत्तेजना-अनुक्रियाशील पॉलीसैकराइड्स-पॉली(ε-कैप्रोलैक्टोन) उभयसंवेदी सहनेटवर्क जैल के अनुप्रयोग

### Reactive compatibilizer mediated precise synthesis and application of stimuli-responsive polysaccharides-poly(ε-caprolactone) amphiphilic conetwork gels

उभयसंवेदी सहनेटवर्क (APCN) जैल को सक्रिय हेलाइड टर्मिनेटेड पॉली(ε-कैप्रोलैक्टोन)(PCL) और तृतीयक अमाइन फ़ंक्शनल एगरोज या डेक्सट्रान और क्षुद्र मात्रा में पॉली (2-डाइमिथाइल एमिनो एथिल मेथाक्रिलेट) (PDMA) या PDMA-b-पॉली (N-आइसोप्रोपाइल एक्रिलामाइड) कोपॉलीमर के बीच अनुक्रमिक नाभिकरागी प्रतिस्थापन अभिक्रिया द्वारा तैयार किया गया। PDMA या इसके कोपॉलीमर ने नाटकीय रूप से सोल अंश, प्रावस्था पृथक्करण को कम किया और जैल के यांत्रिक गुणों को बढ़ाया। pH- या pH- और तापमान द्वय अनुक्रियाशील व्यवहार के साथ APCN जैल को PDMA या इसके कोपॉलीमर की उपयुक्त मात्रा के उपयोग द्वारा संश्लेषित किया गया। डिफरेंशियल स्कैनिंग कैलोरीमेट्रिक विश्लेषण, डायनेमिक मेकेनिकल विश्लेषण, सोल अंश और जैल की संरचना से पता चला कि PDMA या इसके कोपॉलीमर ने PLA और पॉलीसैकराइड के साथ बढ़ी हुई मिश्रणशीलता दिखाई और जैल के संश्लेषण के दौरान एक प्रतिक्रियाशील संगतकारक के रूप में कार्य करता है। ये जैल क्षयनीय थे और अच्छी साइटो-संगतता और रक्त-संगतता का प्रदर्शन करते थे। इस प्रकार के जैल औषधि के सतत वितरण और ऊतक अभियांत्रिकी के लिए उपयुक्त हैं। pH और तापमान- अनुक्रियाशील उभयसंवेदी सहनेटवर्क मेम्ब्रेन को औषधि के नियंत्रित निस्तार के लिए तैयार किया गया।

Amphiphilic conetwork (APCN) gels have been prepared by the sequential nucleophilic substitution reaction between activated halide terminated poly(ε-caprolactone) (PCL) and tertiary amine functional agarose or dextran and small amount of poly(2-dimethyl amino ethyl methacrylate) (PDMA) or PDMA-b-poly(N-isopropyl acrylamide) copolymer. PDMA or its copolymer dramatically lowered the sol fraction, phase separation and enhanced the mechanical properties of the gels. APCN gels with pH- or both pH- and temperature-responsive behavior have been synthesized by the use of suitable amount of PDMA or its copolymer. Differential scanning calorimetric analysis, dynamic mechanical analysis, sol fraction and the composition of the gels revealed that the PDMA or its copolymer showed enhanced miscibility with PCL and polysaccharides and acts as a reactive compatibilizer during the synthesis of the gels. These gels were degradable and exhibited good cytocompatibility and blood compatibility. These types of gels are suitable for sustained release of drugs and tissue engineering scaffold. pH and temperature-responsive amphiphilic conetwork membranes were prepared for controlled release of therapeutics.

Polymer, 99 (2016) 470-479



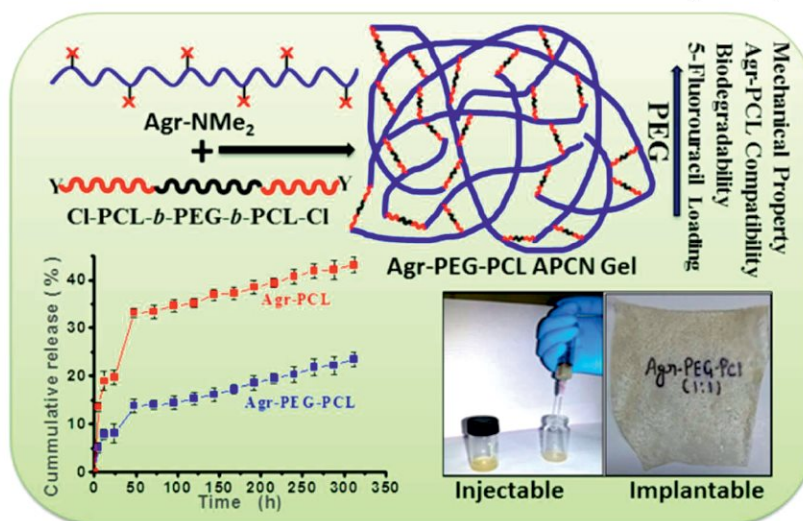


## औषधि के सतत निस्तार के लिए एगरोज-पॉली (एथिलीन ग्लाइकॉल) – पॉली(ε-कैप्रोलैक्टोन) एम्फीफिलिक सहनेटवर्क मेम्ब्रेन

### Agarose-Poly (ethylene glycol)-Poly (ε-caprolactone) amphiphilic conetwork membrane for sustained release of therapeutics

एगरोज-पॉली(ε-कैप्रोलैक्टोन) (Agr-PCL) द्विघटक और Agr-पॉली(इथाइलीन ग्लाइकॉल)-PCL (Agr-PEG-PCL) त्रिघटक उभयसंवेदी सहनेटवर्क (APCN) जैल को अनुक्रमिक नाभिकरागी प्रतिस्थापन अभिक्रिया के द्वारा जलस्नेही एवं जलविरोधी औषधियों के सतत और स्थानीय निस्तार के लिए एमीन-प्रकार्यात्मकृत Agr और सक्रिय हेलाइड छोर वाले PCL (PCL-b-PEG-b-PCL) कोपॉलीमर द्वारा बनाया गया। APCNs के जैव-क्षयनीयता की पुष्टि लाइपेज का उपयोग करके और हाइड्रोलाइटिक क्षयन द्वारा की गई। इन APCN जैल ने अच्छा साइटो-संगतता और रक्त-संगतता प्रदर्शित की। महत्वपूर्ण रूप से, इन APCN जैल ने जलस्नेही एवं जलविरोधी द्रव्य औषधियों के लिए असाधारण दवा लदान क्षमता के साथ निस्तार और ट्रिगर निस्तार को प्रदर्शित किया। APCNs में PEG की उपस्थिति प्रावस्था पृथक्करण की डिग्री को कम

Agarose-poly(ε-caprolactone) (Agr-PCL) bicomponent and Agr-poly(ethylene glycol)-PCL (Agr-PEG-PCL) tricomponent amphiphilic conetwork (APCN) gels were prepared by the sequential nucleophilic substitution reaction between amine-functionalized Agr and activated halide terminated PCL (PCL-b-PEG-b-PCL) copolymer for the sustained and localized delivery of hydrophilic and hydrophobic drugs. The biodegradability of the APCNs was confirmed using lipase and by hydrolytic degradation. These APCN gels displayed good cytocompatibility and blood compatibility. Importantly, these APCN gels exhibited remarkably high drug loading capacity coupled with sustained and triggered release of both hydrophilic and hydrophobic drugs. PEG in the APCNs lowered the degree of phase separation



**चित्र:** एगरोज-पॉली (एथिलीन ग्लाइकॉल) -पॉली (ε-कैप्रोलैक्टोन) उभयसंवेदी सहनेटवर्क मेम्ब्रेन का गठन और जल-शोषित कणों की इंजेक्टैबिलिटी और निस्तार व्यवहार।

**Figure:** Formation of agarose-poly(ethylene glycol)-poly(ε-caprolactone) amphiphilic conetwork membrane and Injectability of water-swollen particles and release behaviour.



करता है और APCN जैल की यांत्रिक गुणों को बढ़ाता है। दवा लदान क्षमता और निस्तार गतिकी भी PEG की उपस्थिति, निस्तार माध्यम की प्रकृति और दवा की प्रकृति से काफी प्रभावित थे। विशेष रूप से, APCN जैल में PEG ने 5-फ्लूरोयूरोसिल लदान क्षमता को काफी बढ़ाया और इसकी निस्तार दर और प्रस्फोट निस्तार को कम किया। अत्यधिक पानी में घुलनशील जेमसेटेबीन हाइड्रोक्लोराइड और जलविरोधी प्रेडनिसोलोन एसिटेट के निस्तार गतिकी APCN जैल के जल सूजन की सीमा पर निर्भर करता है। साइटो-संगतता/ रक्त- संगतता और pH और एंजाइम-ट्रिगर क्षयन के साथ-साथ दवा का निरंतर निस्तार स्थानीय औषधि वितरण और उक्तक अभियांत्रिकी अनुप्रयोगों में इन APCN जैल के उपयोग के लिए बड़ा वादा प्रदर्शित करती है।

and enhanced the mechanical property of the APCN gels. The drug loading capacity and the release kinetics were also strongly influenced by the presence of PEG, the nature of release medium and the nature of the drug. Particularly, PEG in the APCN gels significantly enhanced the 5-fluorouracil loading capacity and lowered its release rate and burst release. Release kinetics of highly water-soluble gemcitabine hydrochloride and hydrophobic prednisolone acetate depended on the extent of water swelling of the APCN gels. Cytocompatibility/ blood compatibility and pH and enzyme-triggered degradation together with sustained release of drugs show great promise for the use of these APCN gels in localized drug delivery and tissue engineering applications.

ACS Appl. Mater. Interfaces, 08 (2016) 3182-3192

## पाइरोजोलो (1,5-a) पाइरिडाइन्स का संश्लेषण और जैव गतिविधि

### Synthesis and bio-activity of pyrazolo(1,5-a) pyridines

कई अनुसंधान समूह जैविक रूप से सक्रिय नाइट्रोजन आधारित विषमचक्रीयों के संश्लेषण के लिए नए तरीकों के विकास पर काम कर रहे हैं, और हमने ताबे के माध्यम से व्यावसायिक रूप से उपलब्ध पाइरिडिल एसिटेटों और बेन्जोनाइट्राइल्स के चक्रीयकरण के द्वारा, पाइरोजोलो [1, 5-a] पिरिडीन-3-कार्बाक्सिलेट व्युत्पन्न के संश्लेषण के लिए एक नई रणनीति विकसित की है। संश्लेषित अणुओं में पहले मानव कैंसर सेल लाइन्स जैसे A549 (फेफड़े के एडेनोकार्सिनोमा सेल लाइन), MCF-7 (स्तन कार्सिनोमा सेल लाइन), HCT-116 (कोलन कैंसर सेल लाइन) और PC-3 (प्रोस्टेट कैंसर सेल लाइन) के SRB परख द्वारा इन विट्रो साइटोटॉक्सिसिटी, एंटीकैंसर गुणों की जांच की गई। कुल 24 अणुओं की जांच की गयी उनमें से चार अणुओं ने उच्च एंटीकैंसर गतिविधि को दिखाया। वांछित अणु IC-50 (1.54  $\mu\text{M}$  का IC50) पर साइटोटॉक्सिसिटी प्रोफाइल का अध्ययन पर किया गया, और एक अणु ने माइटोटिक सेल चक्र प्रगति में इसकी महत्वपूर्ण भूमिका का खुलासा किया। यौगिकों में से एक 247 ने G1-चरण में MCF-

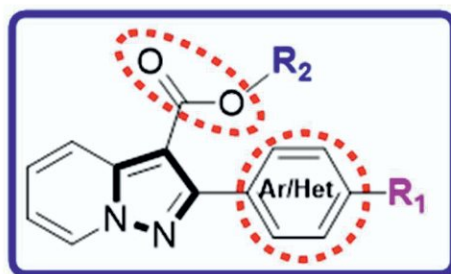
Several research groups are working on the development of new methods for the synthesis of biologically active nitrogen-based heterocycles, and we have developed a new strategy for the synthesis of pyrazolo [1, 5-a] pyridine-3-carboxylate derivatives, via copper promoted cyclisation of commercially available pyridyl acetates and benzonitriles. The synthesized molecules were initially screened towards anticancer properties, in-vitro cytotoxicity against Human Cancer Cell Lines such as A549 (Lung adenocarcinoma cell line), MCF-7 (Breast carcinoma cell line), HCT-116 (Colon cancer cell line) and PC-3 (Prostate cancer cell line) as determined by SRB assay. Totally, 24 molecules have been screened out of them, four molecules showed high anticancer activity. The cytotoxicity profile was performed on desired molecule IC-50 studies (IC50 of 1.54  $\mu\text{M}$ ), and one molecule revealed its important role in mitotic cell cycle progression. One of the compounds 247 led to accumulation of MCF-7 cells in G1-phase and revealed its important role in mitotic





7 कोशिकाओं को संचयित किया और माइटोटिक सेल चक्र प्रगति में इसकी महत्वपूर्ण भूमिका को प्रगट किया। इनमें से कुछ अणुओं के ग्राम स्केल संश्लेषण के लिए विधि उपयुक्त है। इसके अलावा, वांछित अणुओं के लिए इन-विवो अध्ययन जारी है।

cell cycle progression. The method is applicable for gram scale synthesis of some of these molecules. Further, in-vivo studies are under investigation for the desired molecules.



चित्र: नवीन हेट्रो एरिल पायराजोलो {[1,5-a] पायरिडीन-3-कार्बोक्सिलेट} का डिजाइन.

Figure: Design of novel hetero aryl pyrazolo {[1,5-a] pyridine-3-carboxylates}.

European Journal of Medicinal Chemistry, 126 (2017) 277-285.

## मेलाटोनिन के नियंत्रण निस्तार के लिए उद्दीपन-अनुक्रियाशील नैनोकैप्सूल: जठर सूजन के खिलाफ सुरक्षा

### Stimuli-responsive nanocapsules for control release of melatonin: protection against gastric inflammation

मेलाटोनिन पीनियल ग्रंथि का एक सावी उत्पाद है जो सर्कैडियन लय को नियंत्रित करता है। यह भी प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों के हानिकारक प्रभावों के खिलाफ अपने सूजनरोधी और एंटीऑक्सिडेंट गुणों के लिए भली प्रकार से जाना जाता है। इसकी उपचारात्मक प्रभावकारिता में सुधार करने के लिए, व्युत्क्रम लघु-पायस तकनीक के द्वारा एक नया सूत्रीकरण तैयार किया गया जिसमें उद्दीपन-अनुक्रियाशील पॉलीमरिक नैनो कैप्सूल में मेलाटोनिन को लोड किया गया। मेलाटोनिन-लोडेड नैनोकैप्सुल्स (MNCs) की कोलाइडल स्थिरता का अध्ययन डायनेमिक प्रकाश प्रकीर्णन द्वारा किया गया, जबकि इन MNCs के आकारिकी के लक्षण-वर्णन के लिए विभिन्न इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी का उपयोग किया गया। इन MNCs का आंतरिक व्यास 80-120 nm है जबकि सेलवाल की मोटाई  $29 \pm 11$  nm पायी गयी। मेलाटोनिन के लिए उत्सर्जन बैंड महत्तम 350 nm एवं उद्दीपन के बाद 305 nm (क्वान्टमी लब्धि,  $\Phi_{350} = 0.13$ ) पर दिखाई देता है। नैनोकैप्सुल्स के अंदर फंसे मेलाटोनिन अणुओं की स्व-शमन प्रकृति MNCs के कम  $\Phi$

Melatonin is a secretory product of the pineal gland that regulates circadian rhythm. It is also well-known for its anti-inflammatory and antioxidant properties against the damaging influences of reactive oxygen species. To improve its therapeutic efficacy, a new formulation with melatonin loaded in a stimuli-responsive polymeric nanocapsule has been prepared following an inverse mini-emulsion technique. The colloidal stability of the melatonin-loaded nanocapsules (MNCs) is studied using dynamic light scattering, while the morphology of these MNCs is characterized using various electron microscopies. These MNCs have an inner diameter of 80–120 nm with a cell wall thickness of  $29 \pm 11$  nm. The emission band maximum for melatonin appears at 350 nm and following excitation at 305 nm (quantum yield,  $\Phi_{350} = 0.13$ ). The self-quenching nature of the entrapped melatonin molecules inside the nanocapsules attributes to a lower  $\Phi_{350}$  value for the MNCs. The controlled release of



350 मान के लिए जिम्मेवार मानी गयी। इन विट्रो स्थिति में MNCs से मेलाटोनिन का नियंत्रित निस्तार, एक बाहरी उद्दीपन के रूप में एक निश्चित मीडिया pH (~2.0–4.0) को बनाए रखने के कारण पॉलिमरिक बैकबोन के टूटने से प्राप्त की गयी, और यह अपने खास संदीप्ति में एक महत्वपूर्ण वृद्धि के लिए जिम्मेदार है। H,K-ATPase, एक अभिन्न मेंब्रेन प्रोटीन, जठरांत्र मार्ग के अंदरूनी हिस्से में इस विशिष्ट pH रेंज को बनाए रखता है। जठर वातावरण में कुशल दवा वितरण प्रक्रिया को विकसित करने के लिए इस पद्धति को अपनाया गया। मुक्त मेलाटोनिन की तुलना में MNCs के साथ प्रिइन्क्यूबेशन ऑक्सीकरण तनाव की स्थिति में AGS कोशिका के उत्तरजीविता में एक महत्वपूर्ण सुधार दिखाता है। तनाव-प्रेरित जठर अल्सर के एक म्यूरीन मॉडल में, MNCs ने दवा प्रभावकारिता के मामले में मुक्त मेलाटोनिन से बेहतर प्रदर्शन किया। जठर अल्सर इंडेक्स का मान मुक्त मेलाटोनिन उपचार द्वारा ~30 से ~15 की तुलना में MNCs से ~30 से ~8 तक घट गया। इस तरह का सूत्रीकरण अधिक कुशल मेलाटोनिन-आधारित जठरप्रोटेक्टिव पूरक विकसित करने की दिशा में अगला कदम हो सकता है।

melatonin from MNCs in an in vitro condition is achieved by inducing a rupture of the polymeric backbone through maintaining a certain media pH (~2.0–4.0) as an external stimulus, and this accounts for a significant enhancement in its characteristic luminescence. The H,K-ATPase, an integral membrane protein, maintains this specific pH range in the interior of the gastrointestinal tract. This methodology is adopted for developing an efficient drug delivery process in the gastric environment. A significant improvement in the AGS cell survival under oxidative stress conditions is observed during preincubation with MNCs compared to free melatonin. In a murine model of the stress-induced gastric ulcer, MNCs outperformed free melatonin in terms of drug efficacy. The value for the gastric ulcer index is reduced from ~30 to ~15 by free melatonin to ~30 to ~8 by MNCs treatment. Such formulation could be a step forward for developing more efficient melatonin-based gastroprotective supplements.

## संरचित प्रदीपन माइक्रोस्कोपी और छायांकन अनुप्रयोगों के लिए दो फोटॉन उत्तेजनीय ग्राफीन क्वांटम डॉट्स: लाइसोसोम विशिष्टता और ऊतक-निर्भर छायांकन

### Two photon excitable graphene quantum dots for structured illumination microscopy and imaging applications: lysosome specificity and tissue-dependent imaging

लाइसोसोम एकल मेंब्रेन-बाध्य साइटोप्लाज्मिक कोशिकांग हैं और लगभग सभी यूकेरियोटिक कोशिकाओं में मौजूद होते हैं। लाइसोसोम एंडोसोमल तंत्र का प्रमुख क्षय खण्ड और एंडोसाइटिक मार्ग में अंतिम पथ हैं। लाइसोसोम अन्य मूलभूत प्रक्रियाओं जैसे सिग्नलिंग, प्लाज्मा मेंब्रेन की मरम्मत और अंतःकोशिकीय यातायात की सुविधा प्रदान करता है। लाइसोम का त्रुटिपूर्ण व्यवहार तंत्रिका संबंधी विकारों, लिपिड और ग्लूकोज चयापचय की शिथिलता, संक्रामक रोगों और कई प्रतिरक्षा प्रणाली विकारों से जुड़ा हुआ है। इस प्रकार, लाइसोसोम को शामिल करने वाली बुनियादी जैविक प्रक्रियाओं को समझना आवश्यक है, जो सेलुलर निकासी से लेकर सेलुलर ऊर्जा चयापचय के नियंत्रण तक है। इसलिए, लाइसोसोम की

Lysosomes are single membrane-bound cytoplasmic organelles and are present in almost all eukaryotic cells. Lysosomes are the major degradative compartment of the endosomal system and the terminal path in the endocytic pathway. Lysosomes also facilitate other fundamental processes such as signaling, plasma membrane repair and intracellular trafficking. Lysosomal dysfunction is linked to neurodegenerative disorders, dysfunction of lipid and glucose metabolism, infectious diseases and several immune system disorders. Thus, it is essential to understand basic biological processes involving lysosomes, ranging from cellular clearance to the control of cellular





गतिकी समझने के लिए नई जांच और उपयुक्त कार्यप्रणालियों का विकास उनकी कार्यक्षमता को समझने और लाइसोसोम संबंधी बीमारियों में अंतर्दृष्टि प्राप्त करने के लिए एक महत्वपूर्ण प्रगति होगी।

ग्राफीन क्वांटम डॉट्स को आरंभिक सामग्री के रूप में नीम की जड़ के अर्क का उपयोग करके एक सरल और सुगम हाइड्रोथर्मल विधि के नियोजन से संश्लेषित किया गया। संश्लेषित ग्राफीन क्वांटम डॉट्स अपने मूल रूप में उत्कृष्ट जैव संगतता, प्रकाश स्थिरता, अप-कन्वर्शन और निरंतर पूर्ण रंग उत्सर्जन का प्रदर्शन करता है। *इन-विट्रो* प्रयोगों में पता चला है कि ग्राफीन क्वांटम डॉट्स लाइसोसोम के प्रति एक विशिष्ट आत्मीयता प्रदर्शित करते हैं, जबकि जिब्राफिश पर किए *इन-विवो* छायांकन में पुष्टि की गई कि ग्राफीन क्वांटम डॉट्स योक सैक क्षेत्र में अधिमानतः स्थानीयकरण करते हैं। इन अध्ययनों से संकेत मिलता है कि इन ग्राफीन क्वांटम डॉट्स का उपयोग पाचन तंत्र के लिए प्रतिदीप्ति छायांकन एजेंटों के रूप में किया जा सकता है। यह कार्य इंगित करता है कि - यदि चिकित्सीय कार्यों को ग्राफीन क्वांटम डॉट्स में जोड़ा जाता है - उनका उपयोग बुद्धिमान नैनोमेडिसिन के निर्माण के लिए प्लेटफार्मों के रूप में किया जा सकता है, जो नैदानिक, लक्ष्यीकरण और चिकित्सीय कार्यों को एकीकृत कर सके।

energy metabolism. Therefore, the development of new probes and appropriate methodologies for visualizing the dynamics of lysosomes would be a significant advancement in understanding their functionality and provide insights into lysosome-related diseases.

Graphene quantum dots were synthesized employing a simple and facile hydrothermal method using neem root extracts as starting materials. The as-synthesized graphene quantum dots exhibited excellent biocompatibility, photo-stability, up-conversion and continuous full-color emission. In vitro experiments revealed that the graphene quantum dots display a specific affinity towards lysosomes, whilst in vivo imaging involving zebrafish confirmed that graphene quantum dots preferentially localize in the yolk sac region. These studies indicate that these graphene quantum dots can be used as fluorescence imaging agents for the digestive system. This work indicates that – if therapeutic functions are added to the graphene quantum dots – they could be used as platforms for constructing intelligent nanomedicines, which integrate diagnostic, targeting, and therapeutic functions.







## विषयवस्तु: पर्यावरण Theme: Environment

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई आधी सदी से अधिक समय से समुद्री पर्यावरण के ज्ञान को बढ़ाने और साझा करने के लिए प्रतिबद्ध है। हमारा मानना है कि पर्यावरणीय प्रदर्शन में सुधार अचानक नहीं होता है। इसके बजाय, जागरूकता साझा करना और दुनिया की प्रमुख पर्यावरणीय चुनौतियों को हल करने में मदद करना सभी का दायित्व है। अपने स्वयं के पर्यावरण पदचिह्नों को बनाए रखने और लगातार प्रयास करने से जल, समुद्री और पारिस्थितिकी तंत्र में सुधार करने के लिए समाधान विकसित करना हमारा प्रमुख लक्ष्य है। हमारा संस्थान लागू कानूनों और विनियमों के साथ पर्यावरणीय बोझ को कम करने या पर्यावरण के अनुपालन को प्रभावित करने का प्रयास करता है। हमने कई महत्वाकांक्षी परियोजनाओं में भाग लेकर गुजरात में सरकार के साथ-साथ निजी एजेंसियों को भी सेवाएं प्रदान की हैं। संस्थान ने विभिन्न पर्यावरणीय घटकों जैसे वायु, शोर, भूजल, मृदा सहित जैविक पर्यावरण और जैव रासायनिक मापदंडों के संबंध में आधारभूत डेटा तैयार किया है। संस्थान खंभात की खाड़ी के साथ सात जिलों में 18 तालुका के 39 गांवों की पर्यावरणीय गुणवत्ता और सामाजिक स्थिति का अध्ययन करने हेतु कल्पसर परियोजना का एक हिस्सा था। संस्थान ने न केवल गुजरात राज्य को अपनी सेवाएं प्रदान की हैं, बल्कि अन्य राज्य सरकारी निकायों जैसे आंध्र प्रदेश प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड और कर्नाटक राज्य औद्योगिक और अवसंरचना विकास निगम को भी उनकी परियोजनाओं के लिए सहायता प्रदान की है। इस संदर्भ में, यहाँ 2016-2017 के दौरान किए गए शोध को प्रस्तुत किया गया है।

### Thematic core competences

CSIR-CSMCRI has been committed to advancing and sharing knowledge of the marine environment for over half a century. We believe that improvements in environmental performance do not occur abruptly. Instead, it is an obligation of everyone to share awareness and help solve the world's key environmental challenges. Developing solutions to improve water, marine and ecosystem is our major concern by maintaining our own environmental footprints and constantly making efforts. Our institute thrives to limit environmental burdens or impacts on the environment compliance with applicable laws and regulations. We have rendered services to the Government as well as private agencies in Gujarat by participating in many ambitious projects. The institute has generated baseline data for various environmental components like air, noise, groundwater, soil including coastal environment with respect to biological and physicochemical parameters. The institute was a part of Kalpasar project by studying the environmental quality and social status of 39 villages of 18 talukas under seven districts along the Gulf of Khambhat. The institute has not only rendered its services to the Gujarat State but has also assisted other state government bodies such as Andhra Pradesh Pollution Control Board and Karnataka



State Industrial and Infrastructure Development Corporation for their projects. In context, we are delighted to present research carried out during the 2016-2017.

## पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन (EIA) अध्ययन करने के लिए सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई की क्षमताएं

### Capabilities of CSIR-CSMCRI to undertake environmental impact assessment (EIA) studies

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के पास गुणवत्ता और पर्यावरण की निगरानी के लिए विविध अनुभव वाले शोधकर्ताओं की एक बहु-विषयक टीम है। हम कई वर्षों से सफलतापूर्वक EIA, आधारभूत अध्ययन और विभिन्न सरकारी और निजी दलों के लिए तटीय जल के स्वास्थ्य की निगरानी का कार्य कर रहे हैं। EIA परियोजनाओं के प्रमुख प्रकार विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों जैसे डिस्टिलरी, शिप ब्रेकिंग यूनिट के साथ शिप ब्रेकिंग यार्ड, पोर्ट, हार्बर, ब्रेक वाटर और ड्रेजिंग के साथ-साथ सामान्य अपशिष्ट उपचार संयंत्रों (सीईटीपी) के लिए पर्यावरणीय मापदंडों के संग्रह और मूल्यांकन पर केंद्रित हैं। हम गुजरात प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (GPCB) और पर्यावरण और वन मंत्रालय, सरकार द्वारा मान्यता प्राप्त हैं। EIA प्रक्रिया का उद्देश्य सतत विकास के साथ पर्यावरण संरक्षण के लक्ष्यों का समर्थन करना और उपयुक्त शमन उपायों के साथ संरक्षण को एकीकृत करना है।

CSIR-CSMCRI has a multidisciplinary team of researchers with diverse experience to undertake monitoring of quality and environment. We have been successfully undertaking EIA, baseline studies and monitoring of the health of coastal waters for various Government and private parties since many years. The predominant type of EIA projects is focused on the collection and assessment of environmental parameters for different industrial sectors such as Distilleries, Ship breaking yards including ship breaking units, Ports, harbors, break waters and dredging as well as common effluent treatment plants (CETPs). We are recognized by the Gujarat Pollution Control Board (GPCB) and Ministry of Environment & Forests, Govt. of Gujarat. The purpose of EIA process is to support the goals of environmental protection with sustainable development and to integrate protection with suitable mitigation measures.

## तदादी बंदरगाह क्षेत्र की वर्तमान पर्यावरण गुणवत्ता स्थिति का आकलन

### Assessment of present environmental quality status of Tadadi Port region

कर्नाटक के करवार स्थित तदादी में बंदरगाह के विकास के लिए पर्यावरणीय प्रभाव आकलन के लिए एक अतिरिक्त अध्ययन, सीएसआईआर-एनईआईआरआई, हैदराबाद जोनल प्रयोगशाला के साथ संयुक्त रूप से किया गया। यह परियोजना कर्नाटक राज्य औद्योगिक और अवसंरचना विकास निगम लिमिटेड, बंगलोर द्वारा प्रायोजित की गई थी। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने अध्ययन क्षेत्र में समुद्री/मुहाने वातावरण और पारिस्थितिक स्थिति के मूल्यांकन में अपनी विशेषज्ञता का प्रतिपादन किया। सतही जल निकायों (नदी, मुहाना और समुद्री जल) की पारिस्थितिकी का आकलन पादप प्लवक, जन्तु प्लवक, बेन्थिक प्राणिसमूह और

An additional study for environmental impact assessment for development of seaport at Tadadi, Karwar, Karnataka was undertaken jointly with CSIR-NEERI, Hyderabad Zonal Laboratory. The project was sponsored by Karnataka State Industrial and Infrastructural Development Corporation Ltd., Bangalore. CSIR-CSMCRI rendered its expertise in the assessment of marine/ estuarine environment and ecological status in the study area. The ecology of surface water bodies (river, estuary and sea water) were assessed with respect to phytoplankton, zooplankton, benthic fauna and microbiological parameters. Further sea weed





सूक्ष्मजीववैज्ञानिक मापदंडों के संबंध में किया गया। इसके अलावा इस क्षेत्र में समुद्री शैवाल विविधता और मैंग्रोव विविधता का अध्ययन किया गया। मत्स्य पालन के आंकड़ों के साथ-साथ समुद्री पारिस्थितिकी पर सामाजिक निर्भरता का भी अध्ययन किया गया। रिपोर्ट के आधार पर, परियोजना क्षेत्र स्थल (~ 200 हेक्टेयर क्षेत्र) में मौजूद मैंग्रोव वनस्पति को हटाने/ नुकसान को कम करने के लिए डेवलपर को सुझाव दिए गए। आगे परियोजना गतिविधि के कारण मैंग्रोव वनस्पति के नुकसान की भरपाई सघन वनस्पतियों के साथ समीपवर्ती क्षेत्र में मैंग्रोव वनस्पतियों के दोगुने क्षेत्रफल/ रोपण से की जाएगी। अंतिम तौर से, तदादी पोर्ट क्षेत्र के आसपास के अध्ययन क्षेत्र की वर्तमान पर्यावरणीय गुणवत्ता सामान्य रूप से अनुमेय सीमाओं (संबंधित मानकों में से) के भीतर पाई गई।

diversity and mangrove diversity in the region was studied. Statistics of fisheries as well as social dependence on marine ecology were also studied. Based on the report, suggestions were made to the developer to minimize the removal/ loss of mangrove vegetation present at the project area site (~200 ha area). Further the loss of mangrove vegetation due to project activity shall be compensated by planting double the area/ amount of mangrove vegetation in the adjacent area with denser vegetation. Conclusively, the present environmental quality of the study region surrounding Tadadi Port area was in general found within the permissible limits (of respective standards).

**चित्र:** तदादी में मौजूदा और प्रस्तावित बंदरगाह का स्थान।

**Figure:** Location of Existing and Proposed Port at Tadadi.



### पर्यावरण अनुसंधान के लिए सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई की क्षमताएं Capabilities of CSIR-CSMCRI to undertake environmental research

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के पर्यावरण शोधकर्ता पर्यावरण से संबंधित अनुसंधान एवं विकास परियोजनाओं में शामिल हैं, जिसमें समुद्री पारिस्थितिकी, तटीय जैव-उपचार, तटीय प्रदूषण अध्ययन, अपशिष्ट पुनर्ग्रहण और मूल्य अधिनियतन शामिल हैं। शोधकर्ताओं ने पर्यावरण प्रदूषकों के गुणात्मक और मात्रात्मक आकलन करने के लिए कुछ नवीन उपकरण/ किट विकसित किए हैं। वैधानिक निकायों की आवश्यकताओं के अनुपालन के लिए विभिन्न प्रदूषकों के रासायनिक, जैविक मापदंडों का विश्लेषण/ शमन करने के लिए अनुकरणीय शोध किए जा रहे हैं।



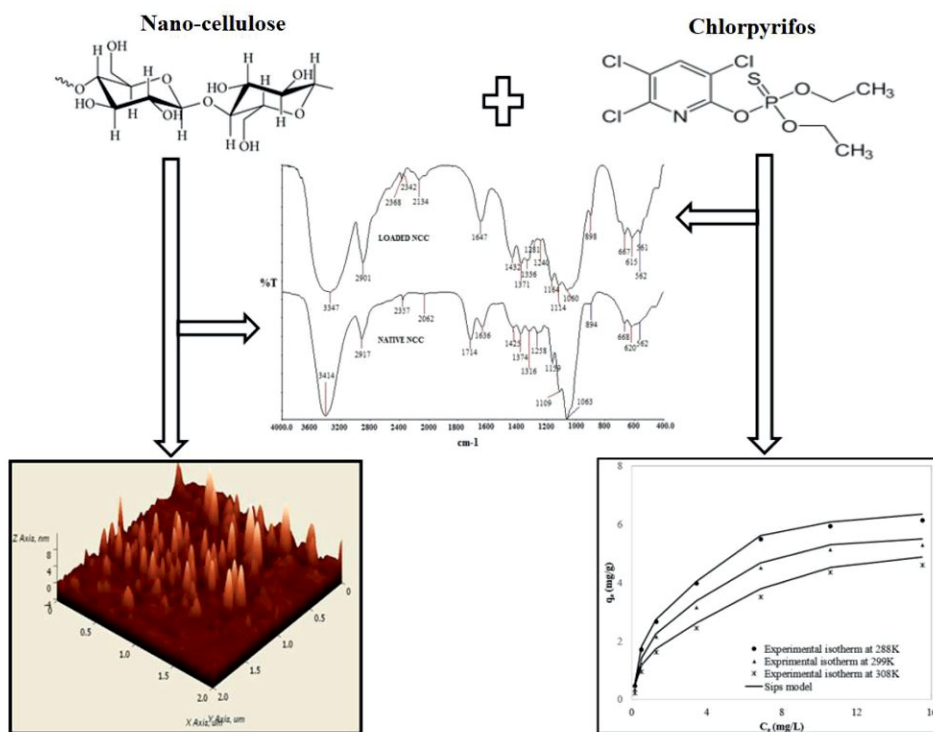
Environmental researchers at CSIR-CSMCRI are involved in environmental related R&D projects that includes marine ecology, coastal bioremediation, coastal pollution studies, waste reclamation and valorisation. Researchers have developed some innovative tools/ kits for assessing environmental pollutants, qualitatively and quantitatively. Exemplary researches are carried to analyse/ mitigate the chemical, biological parameters of different pollutants for complying with the requirements of statutory bodies.

## नैनोसेल्यूलोज का उपयोग कर कीटनाशकों को हटाना

### Removal of pesticides using nanocellulose

आईसीएआर-केंद्रीय कपास प्रौद्योगिकी अनुसंधान संस्थान, मुंबई से प्राप्त कपास के नैनो सेल्यूलोज (एनसी) (देशी और संशोधित रूप) का उपयोग करके क्लोरपाइरीफोस, एक क्रिस्टलीय ऑर्गेनोफॉस्फेट कीटनाशक, को हटाने की पड़ताल की गई। यह पाया गया कि 1.5 ग्राम/ली एनसी 20 मिनट के भीतर 5.0 मिलीग्राम/ ली क्लोरपाइरीफोस का अधिशोषण कर सकता है। जल से कीटनाशकों को पुनर्प्राप्त करने के लिए अधिशोषण पदार्थ का कई बार पुनर्चक्रण किया गया।

The removal of chlorpyrifos, a crystalline organophosphate insecticide, was investigated using cotton nanocellulose (NC) (native and modified form) procured from ICAR-Central Institute for Research on Cotton Technology, Mumbai. It was found that 1.5 g/L NC could adsorb 5.0 mg/L chlorpyrifos within 20 min. The adsorbing material was recycled multiple times to recover the pesticides from water.



चित्र: नैनो सेल्यूलोज का उपयोग करके क्लोरपाइरीफोस के जैव अधिशोषण साम्या।

Figure: Biosorption equilibria of chlorpyrifos using nanocellulose.

Cellulose 24 (2017) 1319-1332

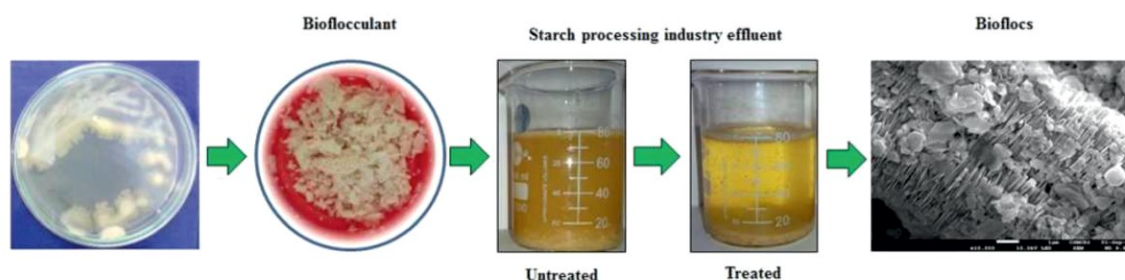




## जैव फ्लॉकुलेंट उत्पादन के लिए एकमात्र पोषक स्रोत के रूप में अपशिष्ट जल का पुनर्चक्रण Recycling of wastewater as a sole nutrient source for the biofloculant production

एक जीवाणु उपभेद *क्लेबसिएला निमोनी* (उपभेद NJ-7) को जैव फ्लॉकुलेंट के उत्पादन के लिए पृथक किया गया और फ्लॉकुलेशन के माध्यम से स्टार्च प्रसंस्करण औद्योगिक अपशिष्ट जल के उपचार के लिए इस्तेमाल किया गया। इसने अपशिष्ट जल से क्रमशः 41% और 90% रासायनिक ऑक्सीजन मांग (सीओडी) और मैलापन को कम किया। चूंकि स्टार्च प्रसंस्करण औद्योगिक अपशिष्ट जल कार्बोहाइड्रेट और प्रोटीन में समृद्ध होता है, जीवाणु उपभेद ने जैव फ्लॉकुलेंट के उत्पादन के लिए पोषक तत्वों के एकमात्र स्रोत के रूप में इसे उपयोग करने की बहुमुखी क्षमता का प्रदर्शन किया, जो पारंपरिक उत्पादन माध्यम की तुलना में उत्पाद को दोगुना कर देता है।

A bacterial strain; *Klebsiella pneumoniae* (strain NJ-7) was isolated for the production of biofloculant and used for the treatment of starch processing industrial wastewater through flocculation. It reduced 41% and 90% of chemical oxygen demand (COD) and turbidity, respectively from the wastewater. As the starch processing industrial wastewater was rich in carbohydrates and proteins, the strain also exhibited versatile ability to utilize it as the sole source of nutrients for the production of biofloculants, which doubled the yield as compared to the conventional production medium.



**चित्र:** जीवाणु फ्लॉकुलेंट स्टार्च अपशिष्ट जल को फ्लॉकुलेंट करने की उनकी क्षमता का प्रदर्शन।

**Figure:** Bacterial flocculants showing their ability to flocculate the starch wastewater.

Environmental Progress and Sustainable Energy 36 (2017) 1458-1465

## वस्त्र उद्योग अपशिष्ट से सोडियम सल्फेट और सोडियम क्लोराइड की उगाही

### Recovery of sodium sulphate and sodium chloride from textile industry effluent

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, रंगरेज संघ, तिरुपुर (DAT) के साथ एक परियोजना के तहत, सोडियम क्लोराइड और सोडियम सल्फेट के घुलनशीलता व्यवहार के तापान्तर निर्भरता के आधार पर आरओ अस्वीकार धारा से शुद्ध लवण (सोडियम क्लोराइड और सोडियम सल्फेट) की पुनःप्राप्ति के लिए एक प्रक्रिया विकसित की। इस प्रक्रिया को पायलट पैमाने पर प्रदर्शित किया गया और बाद में इस प्रक्रिया को वर्धित किया गया। इनपुट प्रशोधन के साथ सोडियम सल्फेट और सोडियम क्लोराइड की पुनःप्राप्ति के लिए प्रस्तावित योजना तमिलनाडु

CSIR-CSMCRI, under a project with Dyers Association of Tirupur (DAT), developed a process for recovery of pure salts (sodium chloride & sodium sulphate) from a RO reject stream, exploiting differential temperature dependency of solubility behavior of sodium chloride and sodium sulphate. The process has been demonstrated in pilot scale and subsequently the process has scaled-up. Proposed scheme for recovery of sodium sulphate and sodium chloride with input



जल निवेश निगम के सहयोग से चिन्नकाई सीईटीपी में डीएटी (सोडियम सल्फेट: 660 किलोग्राम/ घंटा; सोडियम क्लोराइड: 300 किलोग्राम/ घंटा) द्वारा कार्यान्वयन चरण के अंतर्गत है।

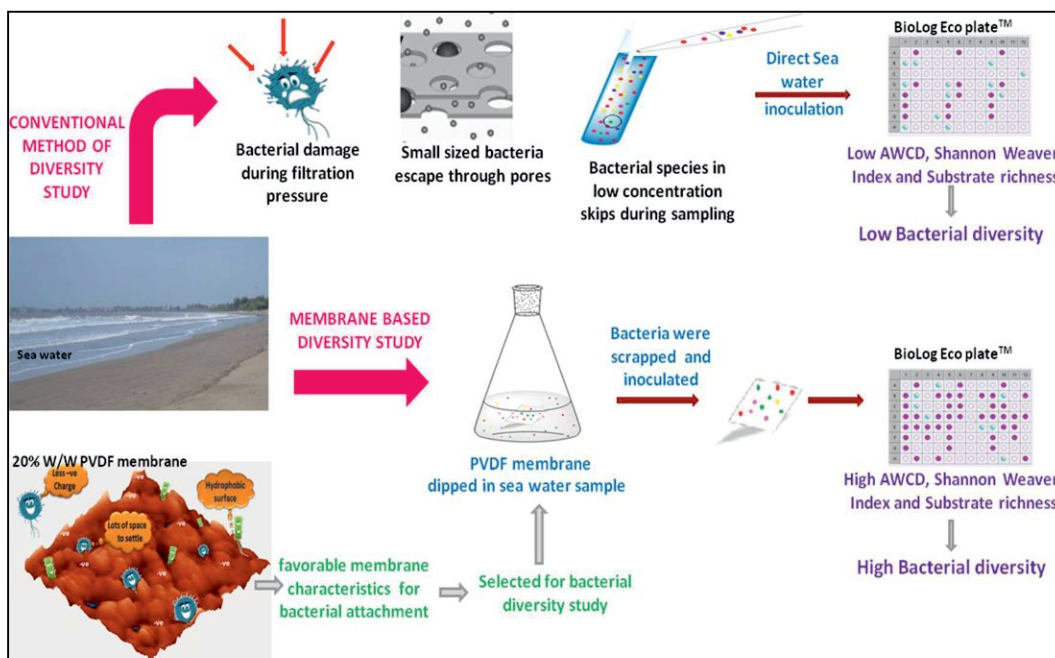
treatment is under implementation stage by DAT (Sodium sulphate: 660 kg/hr; sodium chloride: 300 kg/hr) at Chinnakarai CETP, in association with Tamil Nadu Water Investment Corporation.

## उन्नत जीवाणु आत्मीयता के साथ एक संशोधित पीवीडीएफ मेम्ब्रेन का विकास

### Development of a modified PVDF membrane with enhanced bacterial affinity

समुद्री जल से विविध जीवाणुओं को अलग करना एक बड़ी चुनौती है, हालांकि जल की गुणवत्ता और प्रदूषण स्तर की भविष्यवाणी करने के लिए यह महत्वपूर्ण है। आम विधियां मेम्ब्रेन में निस्पंदन और प्लेटिंग हैं, जो कई बार बरोफोबिक और कुछ संवेदनशील बैक्टीरिया के विकास को रोकती हैं। हमने 20% w/w पीवीडीएफ मेम्ब्रेन विकसित की है जो जल-विरोधी है और आसपास के बैक्टीरिया के लिए एक बढ़ी हुई आत्मीयता रखती है। इसलिए समुद्री नमूने के लिए, विशेष रूप से स्वच्छ वातावरण में, विविध जीवाणुओं के सांद्रण और उसके बाद उपयुक्त जीवाणु संवर्धन माध्यम में संवर्धन हेतु यह मेम्ब्रेन बहुत ही कुशल उपकरण है।

Isolation of diversified bacteria from seawater is a major challenge, although this is important to predict water quality and pollution level. Common methods are filtration in membrane and plating, which many times prevent the growth of barophobic and some delicate bacteria. We have developed a 20% w/w PVDF membrane which is much hydrophobic and have an enhanced affinity for surrounding bacteria. Therefore, for marine sampling especially in cleaner environment this membrane is very efficient tool to concentrate diversified bacteria and subsequent culture in suitable bacterial culture media.



चित्र: पीवीडीएफ झिल्ली और उनके विविध पर्यावरणीय अनुप्रयोगों की तैयारी।

Figure: Preparation of PVDF membrane and their diverse environmental applications.

Environmental Science and Pollution Research 24 (2017) 5831-5840.





## खंबात क्षेत्र की खाड़ी से मुलेट मछली (*मुगिल सेफलस*) का मूल्यांकन Evaluation of Mullet fish (*Mugil cephalus*) from Gulf of Khambhat area

वर्तमान अध्ययन में गुजरात के पश्चिमी तट से एकत्र किए गए आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण मुलेट मछली (*मुगिल सेफलस*) में जीवाणु और चयनित भारी धातु के प्रदूषण पर ध्यान केंद्रित किया गया। 16S rRNA अनुक्रमण का उपयोग करके आणविक पहचान ने *एरोमोनॉस वेरोनी*, *ए. मोलुसोरम*, *ए. कैवे*, *ए. बिवाल्वम* और *वी. एलिनोलिटिकस* की कुछ अन्य गैर-रोगजनक बैक्टीरिया के साथ उपस्थिति की पुष्टि गिल और आंत में की। विभिन्न *एरोमोनॉस* प्रजातियों की रोगजनकता की पुष्टि हेमोलाइसिन परख द्वारा की गई थी। रोगजनकता के अलावा, कुछ सामान्य रूप से उपयोग किए जाने वाले प्रतिजैविक दवाओं के विरुद्ध बहुऔषधीय प्रतिरोध स्वरूप भी रिपोर्ट किया गया। *एम सेफलस* के विभिन्न अंगों जैसे उदर और पृष्ठीय मांसपेशियों के साथ-साथ गिल में भारी धातु विश्लेषण ने अधिकतम संद्रता Pb ( $24.08 \pm 4.40$  mg/kg), Cd ( $8.25 \pm 3.04$  mg/kg), और Cu ( $33.67 \pm 5.34$  mg/kg) दर्शायी, जो अनुमेय सीमा से अधिक थी।

The present study focuses on bacterial and selected heavy metal contaminations of economically important mullet fish (*Mugil cephalus*) collected from west coast of Gujarat. Molecular identification using 16S rRNA sequencing revealed the presence of *Aeromonas veronii*, *A. mollusorum*, *A. cavae*, *A. bivalvum* and *V. alginolyticus* in the gill and the intestine along with some other non-pathogenic bacteria. Pathogenicity of different *Aeromonas* species was confirmed by hemolysin assay. Apart from pathogenicity, multidrug resistance pattern was also reported against some commonly used antibiotics. Heavy metal analysis of different parts such as ventral and dorsal muscles as well as gills of *M. cephalus* revealed maximum concentration of Pb ( $24.08 \pm 4.40$  mg/kg), Cd ( $8.25 \pm 3.04$  mg/kg), and Cu ( $33.67 \pm 5.34$  mg/kg), which were higher than the permissible limit.

### नम मछली के ऊतकों में भारी धातुओं की संद्रता Concentration of heavy metals in wet fish tissues

No.	Sampling locations	Body parts of fish	Concentration of Heavy metals mg/kg dry wet of fish tissues (Mean ± SD)						
			As	Cd	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn
1	Diu	Ventral	ND*	6.50 ± 0.25	10.17 ± 1.04	ND	0.67 ± 0.58	6.08 ± 1.67	60.75 ± 3.03
		Dorsal	ND	6.33 ±0.14	1.42 ±0.80	ND	0.83 ±0.88	5.00 ± 0.75	117.83 ± 7.71
		Gill	ND	6.33 ± 0.14	7.08 ± 1.44	ND	1.08 ± 1.47	3.67 ± 1.38	125.92 ± 8.31
2	Salaya	Ventral	ND	7.00 ±0.43	2.58 ± 1.04	ND	1.17 ± 0.63	6.33 ± 0.80	49.25 ± 17.24
		Dorsal	ND	6.33 ± 0.14	1.00 ± 0.90	ND	0.08 ± 0.14	6.25 ± 0.43	85.58 ± 15.58
		Gill	ND	<b>8.25 ± 3.04</b>	5.58 ± 0.95	ND	0.25 ± 0.25	2.75 ± 1.52	57.08 ± 1.67
3	Veraval	Ventral	ND	6.58 ± 0.14	5.17 ± 1.42	ND	0.50 ± 0.66	4.75 ± 2.39	53.50 ± 3.31
		Dorsal	ND	6.33 ± 0.14	1.58 ± 1.23	ND	0.08 ± 0.14	5.25 ± 2.84	89.75 ± 2.00
		Gill	ND	8.25 ± 0.25	5.42 ± 0.72	ND	1.00 ± 0.87	<b>24.08 ± 4.40</b>	88.25 ± 12.28
4	Mahuva	Ventral	ND	6.83 ± 0.14	3.33 ± 1.53	ND	1.67 ± 2.08	8.50 ± 3.25	61.08 ± 15.69
		Dorsal	ND	6.83 ± 0.14	15.75 ± 17.78	ND	0.42 ± 0.72	15.25 ± 10.11	82.50 ± 7.89
		Gill	ND	6.50 ± 0.25	<b>33.67 ± 5.34</b>	ND	5.42 ± 2.50	4.50 ± 3.73	76.33 ± 5.20
5	Jafrabad	Ventral	ND	6.83 ± 0.29	19.42 ± 13.90	ND	0.33 ± 0.38	9.92 ± 3.40	63.42 ± 36.17
		Dorsal	ND	7.00 ± 0.00	5.13 ± 1.35	ND	ND	9.00 ± 3.68	65.58 ± 2.18
		Gill	ND	6.75 ± 0.00	9.58 ± 1.51	ND	2.00 ± 0.43	7.50 ± 1.95	85.25 ± 2.39
6	Ghogha	Ventral	ND	ND	1.75 ± 0.50	ND	ND	4.25 ± 2.78	103.33 ± 6.29
		Dorsal	ND	ND	5.84 ± 4.40	ND	ND	10.50 ± 1.75	128.00 ± 9.09
		Gill	ND	ND	32.67 ± 3.39	ND	<b>14.33 ± 1.18</b>	4.33 ± 0.63	<b>135.83 ± 1.76</b>
Standard values from different agencies		FDA, 2001					70-80		
		EC, 2001		0.05			0.5-1.0	0.2	
		FAO, 1983			30				40

\*ND Not detected

Environmental Science and Pollution Research 24 (2017) 10833-10845.



## सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई की शून्य तरल निर्वहन (जेडएलडी) अनुपालित क्लांत धोवन प्रबंधन प्रौद्योगिकी - पोटैश, ऑर्गेनिक्स और जल

### CSIR-CSMCRI's Zero Liquid Discharge (ZLD) compliant spent wash management technology - Potash, organics & Water

देश भर में फैली हुई शीरा आधारित अल्कोहॉल आसवनी, अप्रिय गंध और बहुत उच्च पर्यावरणीय लोडिंग (टीडीएस, सीओडी, बीओडी आदि) के साथ गहरे रंग के अपशिष्ट (क्लांत धोवन) उत्पन्न करती हैं। इस प्रवाह को, अगर सतह के जल/नदी में गिराने करने की अनुमति दी जाती है, तो पारिस्थितिकी तंत्र को गंभीर नुकसान होगा, जिसमें वनस्पतियों और जीवों का विनाश भी शामिल है। आगे जाकर, यह समस्या और बिगड़ने की संभावना है, विशेष रूप से ईंधन इथेनॉल की बढ़ती मांग को देखते हुए। हालांकि, क्लांत धोवन में पोटेशियम (ca. 1-2%) भी सराहनीय मात्रा होता है। औसतन, भारतीय अल्कोहॉल आसवनी सालाना 0.29 मिलियन टन पोटेशियम ( $K_2O$  के रूप में) का उत्सर्जन करती है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई टीम ने क्लांत धोवन से उर्वरक ग्रेड पोटेशियम लवण के साथ-साथ अवशिष्ट ऑर्गेनिक्स की पुनर्प्राप्ति के लिए आर्थिक रूप से व्यवहार्य प्रक्रिया विकसित की। मेसर्स केम प्रोसेस सिस्टम्स प्रा. लिमिटेड (साणंद, गुजरात) के साथ आगे सहयोग के क्रम में शून्य तरल निर्वहन मानदंड का अनुपालन करते हुए क्लांत धोवन के मुख्यवर्द्धि के लिए नो-हाउ को एक पूर्ण तकनीकी समाधान में एकीकृत किया गया।

देश के विभिन्न भौगोलिक स्थानों (कर्नाटक, महाराष्ट्र, गुजरात और उत्तर प्रदेश में स्थित आसवनियों) से निकले क्लांत धोवन का मूल्यांकन प्रक्रिया की प्रभावकारिता का पता लगाने के लिए किया गया। फरवरी 2017 में, प्रक्रिया को 2.5 मी<sup>3</sup>/ बैच स्तर तक बढ़ाया गया और सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, केम प्रोसेस सिस्टम और कामरेज शुगर (आसवनी) के बीच एक त्रिकोणीय-पहल के माध्यम से, पायलट पैमाने पर प्रदर्शन का आयोजन किया गया। इस कार्यक्रम में भारत के विभिन्न क्षेत्रों के कई आसवनियों के प्रतिनिधियों ने भाग लिया।

Molasses based alcohol distilleries, spread across the country, generate dark coloured effluent (spent wash) with unpleasant odour and very high environmental loading (TDS, COD, BOD etc). This effluent, if allowed to discharge into surface water/ river untreated, will cause severe damage to the ecosystem, including destruction of flora & fauna. Going forward, this problem is likely to worsen, particularly in view of rising demand of fuel ethanol. However, spent wash also contains appreciable amount of potassium (ca. 1-2%). On an average, Indian alcohol distilleries annually discharge about 0.29 million ton potassium (as  $K_2O$ ) through effluent. CSIR-CSMCRI team developed economically viable process for the production of fertilizer grade potassic salts from spent wash along with recovery of residual organics. In course of further collaboration with M/s. Chem Process Systems Pvt. Ltd. (Sanand, Gujarat), the know-how has been integrated into a complete technological solution for valorization of spent wash while complying with the statutory 'Zero Liquid Discharge' norm.

The spent wash from diverse geographical locations of the country (viz., distilleries located in Karnataka, Maharashtra, Gujarat & Uttar Pradesh) was evaluated to ascertain efficacy of the process. In February 2017, the process was scaled-up to 2.5 m<sup>3</sup>/ batch level & on-site pilot scale demonstration was organised, through a tri-partite initiative between CSIR-CSMCRI, Chemprocess Systems & Kamrej Sugar (distillery). The event was attended by delegates across several distilleries from different regions of India.





## विषयवस्तु: कृषि Theme: Agriculture

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

CSIR-CSMCRI तटीय और समुद्री जैव-संसाधन (मुख्य रूप से लवणोद्भिदों) की क्षमता को समझने और उपयोग करने के लिए समुद्री शैवाल की खेती के लिए ज्ञान और नवाचारों के सृजन में लगा है, जो कि पारिश्रमिक, पर्यावरण के अनुकूल और सतत है। अध्ययन मुख्य रूप से पादप तनाव सहिष्णुता के आणविक तंत्र, कार्यात्मक जीनोमिक्स, प्रोटीओमिक्स, मेटाबोलोमिक्स, जैव विविधता और जैव संरक्षण, पादप ऊतक संवर्धन और वर्धित अजैव तनाव सहिष्णुता के लिए फसल पौधों की आनुवंशिक इंजीनियरिंग को समझने पर केंद्रित हैं। बायोमास उत्पादकता और गुणवत्ता बढ़ाने के लिए समुद्री शैवाल के अर्क के उपयोग से पौधों का पोषण प्रबंधन भी संस्थान के अनुसंधान हित में से है। तमिलनाडु के मंडपम (रामनाथपुरम) में स्थित एक फील्ड स्टेशन MARS (समुद्री शैवाल अनुसंधान स्टेशन) सक्रिय रूप से समुद्री शैवाल की खेती पर काम कर रहा है। संस्थान समुद्री शैवाल की खेती के लिए प्रशिक्षण भी प्रदान करता है। इस प्रस्तावना के साथ, हम 2016-17 के दौरान कृषि विषय के तहत किए गए मुख्य कार्य प्रस्तुत कर रहे हैं।

### Thematic core competences:

CSIR-CSMCRI has been engaged in generating the knowledge and innovations in seaweed cultivation to form an agriculture that is remunerative, eco-friendly, and sustainable, to understand and utilize the potentials of coastal and marine bio-resource (mainly halophytes). The studies focus mainly on understanding the molecular mechanisms of plant stress tolerance, functional genomics, proteomics, metabolomics, biodiversity & bio-conservation, plant tissue culture and Genetic engineering of crop plants for enhanced abiotic stress tolerance. Nutritional management of plants by use of seaweed extracts for increasing biomass productivity and quality is also among the research interest of the institute. A field station MARS (marine algae research station) located at Mandapam (Ramnathpuram) of Tamil Nadu is actively working on seaweed cultivation. The institute is also involved in provides training for seaweed cultivation. With this preamble, we present salient work carried out under the theme Agriculture during 2016-17.

### एगारोफाइट समुद्री शैवाल की उपज और वृद्धि पर बेड़ा संरेखण का प्रभाव

#### Effect of raft alignment on yield and growth in agarophyte seaweed

भारत में खाद्य श्रेणी अगार विशेष रूप से *ग्रेसिलेरिया एडुलिस* से प्राप्त किया जाता है, लेकिन औद्योगिक उत्पादन प्राकृतिक संसाधनों के अत्यधिक रूप से दोहन करता है। बंगाल की खाड़ी कार्यक्रम के तहत खाद्य और कृषि संगठन के माध्यम से संयुक्त

The food grade agar in India has been almost exclusively obtained from *Gracilaria edulis*, but the industrial production overwhelmingly relies on exploitation of natural resources. United Nations efforts through Food and Agriculture Organization under Bay of Bengal Program



राष्ट्र के प्रयासों ने सामाजिक-आर्थिक लाभ के लिए भारतीय समुद्री तट पर इस प्रजाति की वाणिज्यिक खेती की आवश्यकता पर प्रकाश डाला है। प्राथमिक-पैमाने के प्रयोगों ने तैरता बेड़ा विधि द्वारा बड़े पैमाने पर समुद्री शैवाल खेती की महत्ता व्यवहार्यता स्थापित की है। इसके बावजूद, गर्मियों के महीनों के दौरान बढ़ी हुई अवसादन और गंभीर एपिफाइटिज्म के कारण उपज और गुणवत्ता में भारी कमी एक बड़ी बाधा है। क्या बेड़े की अभिमुखता कमजोर अवधि के दौरान उपज बढ़ाने में मदद कर सकता है या नहीं, यह भारत के दक्षिण-पूर्वी तट पर बेड़े के संरेखण को बदलकर संबोधित किया गया प्रश्न था। इससे भारत के दक्षिण पूर्वी तट पर दो अलग-अलग स्थानों पर खुले समुद्र की स्थिति के तहत समुद्री शैवाल के विकास और उपज में सुधार हुआ है। मन्नार की खाड़ी में 45 दिनों के उपज चक्र में क्षैतिज बेड़े से  $3.08 \pm 0.61$  किलोग्राम फ्रेश वेट प्रति बेड़ा जो कि  $1.87 \pm 0.63\%$  प्रतिदिन का DGR है, की औसत पैदावार पाई गई, जबकि ऊर्ध्वाधर बेड़े से  $13.76 \pm 3.86$  किलोग्राम फ्रेश वेट प्रति बेड़ा जो कि  $5.00 \pm 0.5\%$  प्रतिदिन का DGR है, की औसत पैदावार पाई गई। पाल्क की खाड़ी में संगत मान क्षैतिज बेड़े से  $2.98 \pm 0.52$  किलोग्राम फ्रेश वेट प्रति बेड़ा जो कि  $1.38 \pm 0.42\%$  प्रतिदिन का DGR है, जबकि ऊर्ध्वाधर बेड़े से  $13.02 \pm 6.06$  किलोग्राम फ्रेश वेट प्रति बेड़ा जो कि  $4.14 \pm 1.18\%$  प्रतिदिन का DGR है, पाया गया। ANOVA ने स्पष्ट रूप से बताया कि बेड़े की स्थिति बायोमास उपज और DGR को  $P = 0.001$  पर पाल्क की खाड़ी ( $F = 75.77$ ;  $F = 112.81$ ) के साथ साथ मन्नार की खाड़ी ( $F = 27.21$ ;  $F = 59.16$ ) में काफी प्रभावित किया। ऊर्ध्वाधर रूप में संरेखित बेड़ों में फ्रेश वेट में  $1.9-2.6\%$  की वृद्धि दर्ज की गई। कम्प्यूटेशनल तरल गतिकी (सीएफडी) आधारित अस्थिर संख्यात्मक सिमुलेशन ने पुष्टि की है कि ऊर्ध्वाधर संरेखण में बेड़ा जल की अपेक्षाकृत मुक्त आवाजाही की सुविधा देता है जिसके कारण अवसादन और एपिफाइटिस या तो कम से कम हो जाते हैं या समाप्त हो जाते हैं। इस प्रकार, ये अध्ययन हमें भारतीय जल में इस शैवाल की निरंतर व्यावसायिक खेती के प्रबंधन से संबंधित महत्वपूर्ण निष्कर्ष निकालने में मदद कर सकते हैं।

highlighted the necessity of undertaking commercial farming of this species along Indian coast for socio-economic benefits. The pilot-scale experiments established viability of large-scale cultivation by floating raft method. Nevertheless, drastic reduction in yield and quality during summer months due to enhanced sedimentation and severe epiphytism is found to be a major hindrance. Does orientation of raft helps in augmenting yield during lean period this was the question addressed by altering the raft alignment along the south-eastern coast of India. This has resulted into improved growth and yield under open sea condition at two different locations along south east coast of India. The average yield in horizontal raft was found to be  $3.08 \pm 0.61$  kg fresh weight per raft with corresponding DGR of  $1.87 \pm 0.63\% \text{ day}^{-1}$ , while same in case of vertical rafts was  $13.76 \pm 3.86$  kg fresh weight per raft and  $5.00 \pm 0.5\% \text{ day}^{-1}$  in Gulf of Mannar under 45 days growth cycle. The corresponding values along Palk Bay were  $2.98 \pm 0.52$  kg fresh weight per raft and  $1.38 \pm 0.42\% \text{ day}^{-1}$  for horizontal raft and  $13.02 \pm 6.06$  kg fresh weight per raft and  $4.14 \pm 1.18\% \text{ day}^{-1}$  for vertical raft. ANOVA clearly indicated that raft position significantly influenced the biomass yield and DGR at Palk Bay ( $F = 75.77$ ;  $F = 112.81$ ) as well as Gulf of Mannar ( $F = 27.21$ ;  $F = 59.16$ ) at  $p = 0.001$ . The increment of  $1.9-2.6\%$  in fresh weight of individual frond was reported in vertically aligned rafts. The computational fluid dynamics (CFD) based unsteady numerical simulations have confirmed that vertical alignment of raft facilitates relatively free movement of water due to which sedimentation and epiphytism are either minimized or eliminated. Thus, these studies can help us to deduce important conclusions pertaining to management of sustained commercial cultivation of this alga in Indian waters.

**Aquacultural Engineering, 74 (2016) 186-197**





## कुशल ऊत्तक पृथक्करण के लिए ट्यूब-नेट खेती और यंत्र Tube-net farming and device for efficient tissue segregation

कच्चे माल की सतत आपूर्ति समुद्री शैवाल के सफल औद्योगिक दोहन के लिए महत्वपूर्ण है। प्रसस्कृत खाद्य पदार्थ के साथ-साथ उभरते जैव-प्रौद्योगिकीय अनुप्रयोगों की उच्च खपत ने मांग-आपूर्ति अंतर को बढ़ाया है। यह स्पष्ट है कि, समुद्री शैवाल की सागरीय कृषि, कम आय वाले मछुआरों की आजीविका में विविधता लाने के लिए काफी फायदेमंद है। फिर भी, विकासशील देशों में खेती की स्थिरता के लिए बढ़ी हुई श्रम बाधाएं एक अड़चन के रूप में महसूस की गयी हैं, जहां बुनियादी ढाँचे पर खर्च बहुत कम है। हमने यहां औद्योगिक रूप से महत्वपूर्ण लाल शैवाल *ग्रेसिलरिया एडुलिस* के लिए ट्यूब-नेट खेती और एक हारवेस्टर के लिए एक नया डिजाइन का विकास किया है। ट्यूब-नेट विधि के लिए 45 दिन की उपज चक्र

The sustainable supply of raw material is a key consideration for the successful industrial exploitation of seaweeds. Recent trends in the higher consumption of processed food as well as emerging biotechnological applications, have together contributed to amplify the supply demand gap. It is evident that, seaweed mariculture holds considerable promise for diversifying the livelihood of low-income, artisanal fishermen. Nevertheless, increased labour constraints have been realized as a bottleneck for the sustainability of farming in developing countries, where spending on infrastructure cost is meagre. We herein developed a tube-net farming for industrially



**चित्र:** समुद्री शैवाल हारवेस्टर: ट्यूब नेट से उपजे बायोमास के करने के पृथक्करण के लिए एक यंत्र।

**Figure:** Seaweed harvester: A device to segregate cultivated biomass from tube nets.

पर रिपोर्ट की गई औसत बायोमास उपज  $11.93 \pm 2.55$  किलोग्राम फ्रेश वेट प्रति बेड़ा थी; जबकि औसत दैनिक वृद्धि दर  $3.40 \pm 0.57\%$  प्रतिदिन थी। कटाई (Harvesting) एक महत्वपूर्ण कदम है जो किसी उत्पाद की गुणवत्ता को निर्धारित करती है। हालाँकि, पारंपरिक तरीके से बढ़ते हुए कोपल और उत्पाद-समृद्ध (सेप और हाइड्रोकोल्लॉइड) पुराने थैलस का

important red alga *Gracilaria edulis* and also a new design for a harvester. The average biomass yield reported for the tube-net method over a 45-day growth cycle was  $11.93 \pm 2.55$  kg fresh weight per raft; while the average daily growth rate was  $3.40 \pm 0.57\% \text{ day}^{-1}$ . Harvesting is a critical step which determines the quality of a product. However, traditional methods do not allow segregation of product-rich (SAP and



पृथक्करण कठिन हैं। एक दो चरण की कटाई के ऑपरेशन से स्वच्छ कोपल बायोमास का 33.87–55.56% और शैवाल के बेसल भाग का 35.95–65.02% को सफलतापूर्वक अलग किया गया, इसके साथ फिर से पुनः खेती के लिए एक खाली ट्यूब भी प्राप्त होती है। एक बेहतर कटाई दक्षता के साथ ट्यूब-नेट फार्मिंग विधि समुद्री शैवाल की व्यावसायिक खेती के लिए उचित प्रबंधन रणनीति विकसित करने के उद्देश्य से थी। हालांकि, श्रम की कमी और कार्य की एकरसता खेती की स्थिरता के लिए अड़चन बन जाती है और इस दिशा में उपचारात्मक उपायों की तत्काल मांग है। ट्यूब-नेट कृषि, एक अभिनव कटाई उपकरण के साथ मिलकर छोटे पैमाने के उत्पादकों द्वारा समुद्री शैवाल की खेती को अपनाने की संभावनाओं में सुधार कर सकता है। यहाँ वर्णित विधि गैर-बोझिल है और इसे एक अकेले किसान द्वारा चलाया जा सकता है। इस विधि को ऑपरेशन के लिए किसी विशेष कौशल या प्रशिक्षण की आवश्यकता नहीं है। उत्पादन की गुणवत्ता में सुधार के साथ युग्मित श्रम लागत कम होने से उच्च लाभ का आश्वासन देता है। ऐसी नई तकनीकों का विकास घरेलू बाजार में उपज के मूल्य को बढ़ाएगा और युवा पीढ़ी के बीच एक उद्यमी भावना पैदा कर सकता है।

hydrocolloid) older thallus, from the growing apical tips. A two-stage harvesting operation successfully achieved segregation of 33.87–55.56% of the clean apical biomass and 35.95–65.02% of the basal portion of the alga, leaving behind an empty tube for re-stocking. The tube-net farming method, coupled with an improved harvesting efficiency was aimed at developing appropriate management strategies for commercial farming of seaweeds. However, labour constraints and monotony of task poses bottleneck for sustainability of farming and remedial measures in this direction are urgently sought. Tube-net farming, coupled with an innovative harvesting device might improve the prospects for adoption of seaweed cultivation by small-scale growers. The method described herein is non-cumbersome and could be undertaken by an individual farmer. The methods did not require specialized skills or training for operation. Reduced labour costs coupled with improved quality of the produce would assure higher profit. Development of such novel techniques will enhance the value of the produce in the domestic market and could inculcate an enterprising spirit amongst a younger generation.

US Patent; 9736984B2

### मंडपम तट के किनारे ग्रैसिलेरिया डिबिलिस की खेती

#### Cultivation of *Gracilaria debilis* along Mandapam coast

ग्रैसिलेरिया डिबिलिस के लाल और हरे रंग के उपभेदों (strains) की बाढ़ और अगर की विशेषताओं में अंतर का अप्रैल -16 से सितंबर -16 के दौरान चार कटाई के दौरान विश्लेषण किया गया। जी. डिबिलिस के लाल उपभेद ने बायोमास उपज में उच्च प्रदर्शन दिखाया और डी.जी.आर. में समान पैटर्न दर्शाया, अगर उपज, जेल की मजबूती, गलन तापमान और सल्फेट सामग्री हरे रंग के उपभेद के समान ही पैटर्न (पी > 0.05) दिखाया।

Differences in growth and agar characteristics of red and green strains of *Gracilaria debilis* were analysed for four harvests during April-16 to September-16. Red strain of *G. debilis* showed higher performance in biomass yield and showed similar pattern in DGR, agar yield, gel strength, gelling temperature, melting temperature and sulphate content of green strain ( $p > 0.05$ ).





ग्रेसिलेरिया डिबिलिस के हरे और लाल रंग के उपभेद की बाढ़ और अगर लक्षण  
Growth and agar characters of green and red strain of *Gracilaria debilis*

पैरामीटर Parameters	ग्रेसिलेरिया डिबिलिस का हरा उपभेद Green strain of <i>Gracilaria debilis</i>	ग्रेसिलेरिया डिबिलिस का लाल उपभेद Red strain of <i>Gracilaria debilis</i>
बायोमास की उपज Biomass yield	9.5 kg.fr.wtm <sup>-2</sup>	12.55 kg.fr.wtm <sup>-2</sup>
दैनिक वृद्धि दर Daily Growth rate	3.3 %	4.5 %
अगर उपज Agar yield	30.58 %	33.73 %
जेल की मजबूती Gel strength	480 gcm <sup>-2</sup>	800 gcm <sup>-2</sup>
जेलन तापमान Gelling temp.	39°C	38°C
गलन तापमान Melting Temp.	90°C	91°C
सल्फेट मात्रा Sulphate content	1.85 %	2.25 %



चित्र: जी. डिबिलिस का लाल और हरे रंग के उपभेद।

Figure: Green and red strain of *G. debilis*.

Journal of Applied Phycology 28 (2016) 3479 – 3489

गुजरात तट के साथ ग्रेसिलेरिया ड्यूरा की खेती का पूर्व-वाणिज्यिक परीक्षण  
Pre-commercial trials of *Gracilaria dura* along the Gujarat coast

आर्थिक जोखिम के बावजूद, वैश्विक जलसंवर्धन उद्योग द्वारा नए उद्यमियों और निवेशकों को आकर्षित करना जारी है। लेकिन इस प्रवृत्ति को बनाए रखने के लिए अभिनव और लागत प्रभावी रणनीतियों की आवश्यकता होती है। हाल के वर्षों में शैवाल की

Despite perceived economic risk, the global aquaculture industry continues to attract new entrepreneurs and investors. But to sustain this trend innovative and cost-effective strategies are needed. Algal farming in recent years



खेती ने कटाई में स्थिरता का पैटर्न दिखाया है। लाल शैवाल वंश *ग्रेसिलिरिया* की कटाई बायोमास 114,110 ड्राई टन तक बढ़ी है, जो की 2015 में अगर उत्पादन के लिए औद्योगिक रूप से संसाधित बायोमास का 91% है। हमने भारत के गुजरात तट पर ट्यूब नेट विधि का उपयोग कर एगरोस उपज देने वाले *ग्रेसिलिरिया ड्यूरा* की खेती का पूर्व-वाणिज्यिक परीक्षण किया। औसत दैनिक वृद्धि दर (DGR)  $1.88 \pm 0.23\%$  प्रतिदिन से  $3.30 \pm 0.25\%$  प्रतिदिन तक थी। इसी प्रकार, औसत उपज  $0.62 \pm 0.03$  किलोग्राम फ्रेश वेट  $\text{मी}^{-1}$  से  $1.05 \pm 0.02$  किलोग्राम फ्रेश वेट  $\text{मी}^{-1}$  के बीच रही। पियर्सन सहसंबंध से पता चला है कि DGR और बायोमास उपज दोनों तापमान के साथ सकारात्मक रूप से संबद्ध हैं। DGR का वायुमंडलीय तापमान ( $R = 0.916$ ;  $P = 0.01$ ) और बायोमास उपज का समुद्री जल सतही तापमान ( $R = 0.986$ ;  $P = 0.001$ ) के साथ महत्वपूर्ण सकारात्मक सहसंबंध था। प्रति वर्ष चार कटाई पर विचार करते हुए आर्थिक मूल्यांकन के अनुमानों से पता चलाता है कि उपज का मूल्य \$5577.51 था, जबकि बुनियादी ढांचे के लिए निवेश \$1797.2 था, जो किसानों के लिए लाभ के रूप में \$1890.15 था। इस प्रकार भारतीय जल में इस प्रजाति की वाणिज्यिक खेती करने से मछुआरों की आजीविका में विविधता आएगी और यह स्वदेशी एगरोस उत्पादन को प्रोत्साहित करेगा।

showed sustainability pattern in harvesting. The harvesting of red algal genus *Gracilaria* has surged to over 114, 100 dry ton, which constitutes ca. 91% industrially processed biomass in 2015 for agar production. We investigated pre-commercial farming trials of agarose yielding *Gracilaria dura* using tube net method along Gujarat coast, India. The average daily growth rate (DGR) ranged from  $1.88 \pm 0.23\%$  day<sup>-1</sup> to  $3.30 \pm 0.25\%$  day<sup>-1</sup>. Similarly, the average yield varied between  $0.62 \pm 0.03$  kg fresh wt  $\text{m}^{-1}$  to  $1.05 \pm 0.02$  kg fresh wt  $\text{m}^{-1}$ . Pearson correlation revealed that both DGR and biomass yield positively correlated with temperature. DGR had significant positive correlation with atmospheric temperature ( $r = 0.916$ ;  $p = 0.01$ ) whereas biomass yield with surface seawater temperature ( $r = 0.986$ ;  $p = 0.001$ ). The projections for economical evaluation considering four harvests per year revealed that value of produce was \$5577.51, while the investment for infrastructure \$1797.2 making \$1890.15 as profit to the farmers. Thus, undertaking commercial farming of this species in Indian waters would diversify the livelihood of coastal fishermen and further encourage indigenous production of agarose.

### गेलिडिएला एकरोसा की खेती

#### Cultivation of *Gelidiella acerosa*

भारत में फार्मास्यूटिकल ग्रेड अगर के निष्कर्षण के लिए *गेलिडिएला एकरोसा* कच्चे माल का प्रमुख स्रोत है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने निलंबित पत्थर विधि विकसित की है जो तकनीकी रूप से व्यवहार्य है और रिपोर्ट किए गए सभी तरीकों की तुलना में उच्च बायोमास की उपज देती है। 33 बांस के बेड़ों (2 मीटर × 2 मीटर आकार) पर जी. एकरोसा के बीज का रोपण किया गया और थोनथुराई, मन्नार तट की खाड़ी में खेती के लिए रखा गया। कैल्केरियस पत्थरों की संख्या प्रति बेड़ा और प्रारंभिक बीज सामग्री का पहले से ही मानकीकरण कर लिया गया था। इस वर्ष 90 दिनों के अंतराल पर तीन कटाई की गई। बायोमास का औसत मूल्य  $5.32 \pm 0.72$  से  $6.03 \pm 0.72$  किलोग्राम फ्रेश वेट प्रति बेड़ा तक था। DGR

*Gelidiella acerosa* is the principal source of raw material for extraction of pharmaceutical grade agar in India. CSIR-CSMCRI has developed suspended stone method which is more technically feasible and yielding higher biomass than all previous methods reported. 33 bamboo rafts (2 m × 2 m size) were seeded with *G. acerosa* and placed at Thonithurai, Gulf of Mannar coast. Number of calcareous stones per raft and initial seed material seeded have been standardized already. Three harvests were done during this year at the interval of 90 days. Average value of biomass ranged from  $5.32 \pm 0.72$  to  $6.03 \pm 0.72$  kg fresh wt./raft. DGR ranged from  $0.6 \pm 0.1$  to  $1.3 \pm$





0.6 ± 0.1 से 1.3 ± 0.2% तक था। अंतरराष्ट्रीय एजेंसी मेसर्स हिस्पैनिक अगर, स्पेन द्वारा कृषि गुणवत्ता के लिए संवर्धित जी. एकरोसा के नमूने को मान्य किया गया। कंपनी के अनुसार जी. एकरोसा की खेती ने जीवाण्विक श्रेणी अगर के वाणिज्यिक उत्पादन के मानदंडों को पूरा किया। 8.8% की अगर उपज; 780 ग्राम/सेमी<sup>2</sup> की जेल मजबूती और 58 नेफेलोमेट्रिक टर्बिडिटी यूनिट की टर्बिडिटी कंपनी द्वारा बताई गई।

0.2%. Cultivated *G. acerosa* sample was validated for agar quality by international agency M/s. Hispan Agar, Spain. The company opined that cultivated *G. acerosa* fulfilled the criteria for commercial production of bacteriological grade agar. The agar yield of 8.8%; gel strength of 780 g/cm<sup>2</sup> and turbidity of 58 nephelometric turbidity unit was reported by the company.

### खाद्य समुद्री स्थूलशैवाल उल्वा रिगिडा (क्लोरोफाइट) के आसन्न संरचना में भिन्नता Variation in proximate composition of edible marine macroalga *Ulva rigida* (Chlorophyta)

उच्च बाढ़, कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और लिपिड सामग्री के कारण आम समुद्री शैवाल उल्वा (क्लोरोफाइट) प्रजाति की कई जातियां आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण हैं। फिर भी, किसी भी जाति के लक्षणों से संबंधित विश्लेषण की स्पष्ट रूप से जांच नहीं की गई है। हमने भारतीय समुद्री तट के पंद्रह स्थानों से यू. रिगिडा के 109 नमूनों की जांच कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और लिपिड की मात्रा के लिए की, ताकि उनका वर्धित उत्पादन किया जा सके। कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और लिपिड सामग्री क्रमशः 16.63 ± 1.07 से 65.93 ± 0.49% शुष्क भार, 4.14 ± 0.45 से 26.0 ± 1.43% शुष्क भार और 0.8 ± 0.08 से 3.1 ± 0.04% शुष्क भार पायी गयी। मुख्य घटक विश्लेषण (पीसीए) जो एक बहुआयामी डेटा सेट में संलग्न मुख्य जानकारी का एक व्याख्यात्मक अवलोकन प्रदान करता है, मुख्य घटक 1 (पीसी 1) के लिए 38.7% और मुख्य घटक 2 (पीसी 2) के लिए 33.4% की भिन्नता के साथ, वर्तमान आंकड़ों में संतोषजनक रूप से 72.1% की कुल परिवर्तनशीलता दर्शाती है। अध्ययन ने पुष्टि की कि गोपनाथ, गुजरात से एकत्र किया गया उपभेद अपने उच्च कार्बोहाइड्रेट स्तर के कारण औद्योगिक उपयोग की उच्च क्षमता रखता है। बड़े पैमाने पर इस शैवाल को उगाने से तटीय आबादी के सामाजिक-आर्थिक विकास के मार्ग प्रशस्त हो सकते हैं।

Several species of cosmopolitan marine macroalgal genus *Ulva* (Chlorophyta) are economically important due to high growth, carbohydrate, protein and lipid content. Nevertheless, analysis pertaining these traits of any species has by no means been explicitly investigated. We investigated 109 samples of *U. rigida* from fifteen locations of Indian coast for carbohydrate, protein and lipid content suitable for further development of scaled-up production. The carbohydrate, protein and lipid content ranged from 16.63 ± 1.07 to 65.93 ± 0.49 % dry weight, 4.14 ± 0.45 to 26.0 ± 1.43 % dry weight and 0.8 ± 0.08 to 3.1 ± 0.04 % dry weight respectively. Principal component analysis (PCA) that provides an interpretable overview of main information enclosed in a multidimensional data set, satisfactorily explained 72.1% of the total variability in the present data, with Principal component 1 (PC1) accounting for 38.7% and Principal component 2 (PC2) for 33.4% of the total variation. The study confirmed that the strain collected from Gopnath, Gujarat possesses high potential for industrial exploitation due to its high carbohydrate level. Growing this alga on large-scale might pave the ways for socio-economic development of coastal populace.

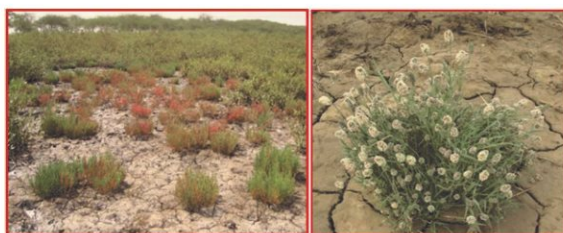


## लवण सहिष्णुता के लिए तनाव जीनोमिक्स

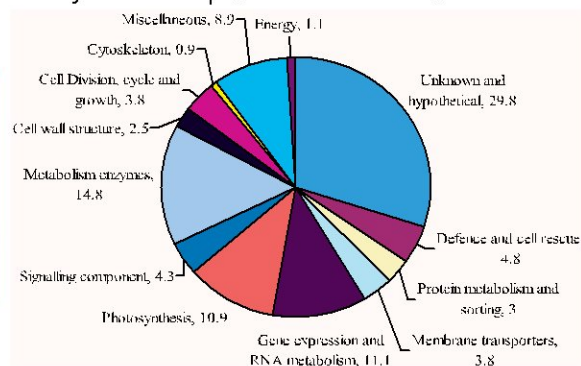
### Stress genomics for salt tolerance

लवण तनाव पौधों के विकास और उत्पादकता को प्रभावित करने वाला एक प्रमुख सीमित कारक है। गुजरात में 1663 किलोमीटर का विशाल तट है। व्यापक नमक उत्पादन, कम वर्षा और औद्योगिक उद्देश्यों के लिए भूजल का अनियंत्रित उपयोग गुजरात के पूरे तटीय क्षेत्र में लवणता और नमक अंतर्ग्रहण में वृद्धि का कारण है। खेती के लिए क्षेत्र कम हो रहा है और कृषि फसलों के लिए अनुपयुक्त होते जा रहे हैं। आणविक जीवविज्ञान और जैव प्रौद्योगिकी समूह ने तनाव जीनोमिक्स पर काम करना शुरू किया, जिसका उद्देश्य तनाव प्रतिक्रिया जीनों की माइनिंग और उनका लक्षण वर्णन नमक सहनशील तंत्र की जानकारी हासिल करने के लिए करना था। *सैलिकोर्निया ब्रेकिएटा* रोकसब (ऐमारेन्थेसी) और *ऐलुरोपस लैगोपोइड्स* (पोएसी) वार्षिक हेलोफाइट हैं, जो तटीय लवणता का सामना कर सकते हैं और तनाव जीनोमिक अध्ययन के लिए मॉडल पौधों के रूप में चुने गए हैं। इस हेलोफाइट से एक ट्रांसक्रिप्टोम डेटा बेस विकसित

Salt stress is a major limiting factor influencing plant growth and productivity. Gujarat has a vast coastline of 1663 kilometers. Extensive salt farming, scanty rainfall and uncontrolled use of ground water for industrial purposes are the reasons leading to increase in salinity and salt ingress along the entire coastal area of Gujarat. The area under cultivation is getting depleted and becoming unsuitable for agricultural crops. Molecular Biology and Biotechnology group started working on stress genomics, with the aim of mining stress responsive genes and their further characterization to get useful insight of salt tolerant mechanism. *Salicornia brachiata* Roxb (Amaranthaceae) and *Aeluropus lagopoides* (Poaceae) are annual halophytes, which can withstand with coastal salinity and has been selected as model plants for stress genomic study. A transcriptome data base from this



[A]



[B]

चित्र: [A] स्थल परिस्थिति में बढ़ते *सैलिकोर्निया ब्रेकिएटा* (बाएं) और *ऐलुरोपस लैगोपोइड्स* (दाएं) के पौधे [ख] *सैलिकोर्निया ब्रेकिएटा* से भिन्नरूपेण व्यक्त जीन के ईएसटी डेटाबेस का वर्गीकरण।

Figure: [A] *Salicornia brachiata* (Left) and *Aeluropus lagopoides* (Right) plants growing in the field condition. [B] Classification of EST database of differentially expressed genes from *Salicornia brachiata*.

किया गया है और सीडीएनए लाइब्रेरी का निर्माण किया गया। कई ज्ञात कार्यात्मक जीन और नये/ अज्ञात जीन की पहचान की गई। इन जीनों की लवणता सहिष्णुता में भूमिका की पुष्टि करने के लिए वास्तविक-समय पीसीआर जैसे आधुनिक उपकरणों

halophyte has been developed and cDNA library was constructed. A number of known functional genes and novel/ unknown genes were identified. These genes were selected to study their differential regulation by modern tools and





और तकनीक द्वारा उनके अंतर विनियमन का अध्ययन करने के लिए चुना गया।

technique like real-time PCR for confirming their role in salinity tolerance.

## ऐलुरोपस लैगोपोइड्स से लवण सहिष्णु जीन का पृथक्करण और लक्षण वर्णन

### Isolation and characterization of salt tolerant gene from *Aeluropus lagopoides*

AIHKT2;1, एक हाई-एफिनिटी  $K^+$  ट्रांसपोर्टर (HKT) जीन और इसके प्रमोटर को ऐलुरोपस लैगोपोइड्स से पृथक् किया गया था जो खमीर में नमक सहनशीलता प्रदान करता है। AIHKT2;1 प्रमोटर क्षेत्र का विश्लेषण प्लांट केयर प्रोग्राम द्वारा संभावित सिस-नियामक अवयव (CREs) की उपस्थिति का पता किया गया। प्रमोटर क्षेत्र में कई CREs जो हल्के अजैविक एवं जैविक और फाइटो-हार्मोन प्रतिक्रियाओं के रेगुलेशन में शामिल होते हैं की पहचान की गई। विभिन्न बाढ़ प्रक्रियाओं, बीज विकास, फूलों के विकास, कोशिका विभेदीकरण और लघुता में शामिल कई संभावित रूपांकनों की पहचान की गई। अवायवीय स्थितियों, यू.वी. लाइट (MYB4), छाया, सल्फर की कमी, हाइपो-ऑस्मोलेरिटी प्रतिक्रियाओं, शर्करा अप्राप्ति और ठंड जैसी अजैविक तनाव प्रतिक्रियाओं में शामिल कई CREs का भी पता लगाया गया। अजैविक तनाव-प्रेरक नियामक अवयव में निर्जलीकरण और सूखे प्रतिक्रियाओं में शामिल MYB, MYC, NAC और HDZip प्रतिलेखन कारक (TF) के लिए बाइंडिंग साइट्स शामिल थे। ACGT अनुक्रम, जिसे *erd1* (निर्जलीकरण के लिए शीघ्र अनुक्रियाशील) जीन के निर्गमन-प्रेरित अभिव्यक्ति में मूल मॉटिफ के रूप में जाना जाता है, मौजूद था। इसके अलावा, एब्सिसिसिक एसिड (ABA) (ABRE) और मिथाइल-जस्मोनेट की मध्यस्थता वाले अजैविक और जैविक तनाव सिग्नलिंग में शामिल CRE पाए गए। डब्ल्यू-बॉक्स, मोटिफ्स जो पौधों के सुरक्षा सिग्नलिंग में शामिल होते हैं, प्रमोटर में उपस्थित थे। हार्मोन अनुक्रियाशीलता के लिए उत्तरदायी मोटिफ्स को पहचाना गया। साइटोकिनिन, ऑक्सिन, जिबरेलिन और सैलिसिलिक एसिड जैसे बाढ़ हार्मोन द्वारा मध्यस्थता विनियमन में शामिल CRE भी प्राप्त किए गए।

The AIHKT2;1, a high-affinity  $K^+$  transporter (HKT) gene and its promoter were isolated from *Aeluropus lagopoides* confer salt tolerance in yeast. The AIHKT2;1 promoter region was analyzed for the presence of putative cis-regulatory elements (CREs) using Plant CARE program. Several CREs involved in regulation of light abiotic and biotic stress, and phyto-hormone responses were identified in the promoter region. Several potential motifs involved in various developmental processes, seed development, flower development, cell differentiation and senescence were identified. Many CREs involved in abiotic stress responses like anaerobic conditions, UV light (MYB4), shade, sulphur deficiency, hypo osmolarity responses, sugar starvation and cold were also detected. Abiotic stress-inducible regulatory elements consisted of binding sites for MYB, MYC, NAC and HDZip transcription factors (TF) involved in dehydration and drought responses. The ACGT sequence known to be the core motif involved in the etiolation-induced expression of *erd1* (early responsive to dehydration) gene was present. In addition, the CREs involved in abscisic acid (ABA) (ABRE) and methyl-jasmonate mediated abiotic and biotic stress signaling were found. The W-Box, motifs reported to be involved in plant defense signaling were present in the promoter. Several motifs implicated in hormone responsiveness were identified. The CREs involved in transcriptional regulation mediated by growth hormones like cytokinin, auxin, gibberellin and salicylic acid were also obtained.



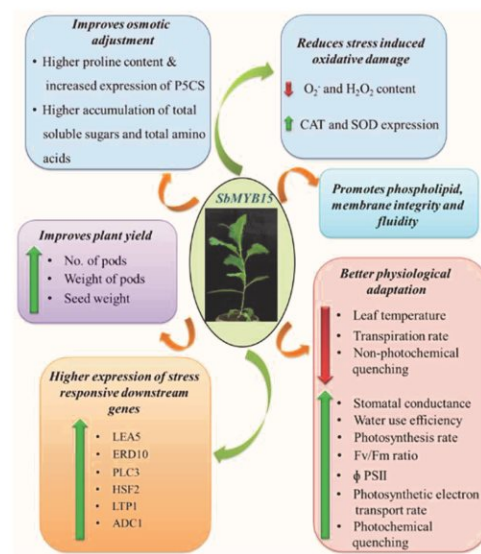
## लवणोद्भिद सैलिकोर्निया ब्रेकियेटा से पृथक MYBs जीन का क्रियात्मक मान्यकरण Functional validation of MYBs gene isolated from the halophyte *Salicornia brachiata*

MYB जीन पौधों में विभिन्न चयापचय प्रक्रियाओं और तनाव प्रतिक्रियाओं के प्रमुख नियामक हैं। हमने कार्यात्मक रूप से अति-लवणोद्भिद सैलिकोर्निया ब्रेकियेटा से एक R2R3-प्रकार SbMYB15 TF का वर्णन किया, जो एक ट्रांसक्रिप्शनल क्रियावर्द्धक के रूप में कार्य करता है। SbMYB15 ने खमीर कोशिकाओं में NaCl तनाव सहिष्णुता दिखाई। ट्रांसक्रिप्शनल विश्लेषण से पता चला कि SbMYB15 ट्रांसक्रिप्ट लाल तनों में मजबूती से अपरेगुलेट होता है और अन्य तनावों से भी प्रेरित होता है; हालाँकि, इसकी अभिव्यक्ति ABA के साथ अपरिवर्तित रहती है। तम्बाकू में SbMYB15 के ओवर-एक्सप्रेशन से खरापन और निर्जलीकरण सहिष्णुता में काफी सुधार हुआ। ट्रांसजेनिक पौधों में बढ़ी हुई सहिष्णुता को क्लोरोफिल, मलेनोल्डिहाइड (एम.डी.ए.), प्रोलीन, कुल घुलनशील शर्करा और कुल अमीनो एसिड मात्रा में परिवर्तन से परिभाषित किया

MYBs genes are the master regulators of various metabolic processes and stress responses in plants. We functionally characterized a R2R3-type SbMYB15 TF from the extreme halophyte *Salicornia brachiata*, which acts as a transcriptional activator. The SbMYB15 showed NaCl stress tolerance in yeast cells. Transcriptional analysis showed that SbMYB15 transcript was strongly upregulated in red shoots and was also induced by different stresses; however, its expression remained unchanged with ABA. Overexpression of SbMYB15 in tobacco significantly improved salinity and dehydration tolerance. The enhanced tolerance of the transgenic plants was defined by the changes in chlorophyll, malondialdehyde (MDA), proline, total soluble sugar and total amino acid contents. The

चित्र: SbMYB15 ट्रांसक्रिप्शनल कारक का क्रियात्मक मान्यकरण

**Figure:** Functional validation of SbMYB15 transcriptional factor.



गया। ट्रांसजेनिक पौधों ने कण्ट्रोल पौधो (डब्ल्यू. टी.) की तुलना में उच्च झिल्ली स्थिरता और कम इलेक्ट्रोलाइट रिसाव, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> और O<sup>-2</sup> सामग्री का प्रदर्शन किया। आयनिक तनाव के साथ,

transgenic plants exhibited a higher membrane stability and reduced electrolyte leakage, H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> and O<sup>-2</sup> content compared to the wild type (WT). With ionic stress, transgenics showed a low Na<sup>+</sup>





ट्रांसजेनिक पौधों ने निम्न  $\text{Na}^+$  और उच्च  $\text{K}^+$  सामग्री दिखाई पर्यावरणीय तनावों की प्राकृतिक घटनाओं की नकल करने के लिए, पौधों पर लवणता और निर्जलीकरण का तनाव धीरे-धीरे अधिरोपित किया गया। ट्रांसजेनिक पौधों ने उच्च रंघ्रीय संचालन, जल उपयोग की दक्षता, प्रकाश संश्लेषक दर, फोटोकेमिकल शमन और कम पारगमन दर को दर्शाया। इस प्रकार, SbMYB15 ने तनाव प्रतिक्रियाओं के एक महत्वपूर्ण मध्यस्थ के रूप में कार्य किया, जो विभिन्न तनाव सिग्नलिंग मार्गों को विनियमित करता है, जिससे तनाव सहिष्णुता बढ़ती है।

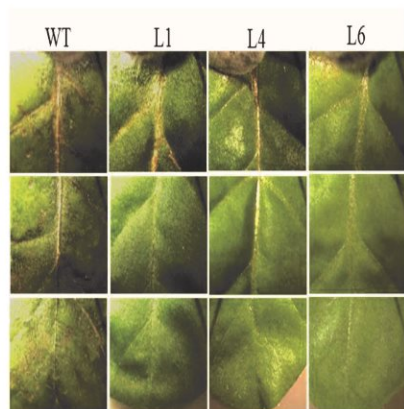
and a high  $\text{K}^+$  content. To mimic natural incidence of environmental stresses, imposition of stress by gradual exposure to salinity and dehydration was carried out. The transgenic showed increased stomatal conductance, water use efficiency, photosynthetic rate, photochemical quenching and reduced transpiration rate. Thus, SbMYB15 served as an important mediator of stress responses regulating different stress signaling pathways, leading to enhanced stress tolerance.

### जेट्रोफा में रोग सहिष्णुता बढ़ाने के लिए आनुवंशिक परिवर्तन

#### Genetic transformation for enhancing disease tolerance in *Jatropha*

JcPR-10a जीन से परिवर्तित पत्ती एक्सप्लैंट ने 30 दिनों के संवर्धन के बाद VA (18) की तुलना में पुनर्जनन माध्यम पर अंकुरित कलियों की उच्च संख्या (36) दिखाई। HPLC विश्लेषण से स्पष्ट है कि ट्रांसजेनिक्स में उच्च शूट बड इंडक्शन बढ़ी हुई साइटोकिनिन सामग्री के कारण माना जा सकता है। साइटोकिनिन शूट अंगोत्पत्ति में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इसके अलावा, JcPR-10a प्रोटीन के डॉकिंग अध्ययन ने स्पष्ट रूप से दिखाया कि BAP के तीन अणु इसके सक्रिय स्थलों पर आबद्ध होते हैं। यह पुष्टि करता है कि JcPR-10a प्रोटीन में BAP के प्रति आशक्ति है, जो ट्रांसजेनिक लाइनों में उच्च अंकुरित कलियों के पुनर्जनन का कारण हो सकता है। JcPR-10a ट्रांसजेनिक ने नमक की सहनशीलता को बढ़ाया, जैसा कि लवणता के तहत अंकुरण दर, तना और जड़ की लंबाई, सापेक्ष पानी की मात्रा, प्रोलीन, घुलनशील शर्करा और अमीनो एसिड मात्रा से स्पष्ट है। दिलचस्प बात यह है कि ट्रांसजेनिक ने प्राकृतिक प्रकार (डब्ल्यू.टी.) की तुलना में अन्तःविकसित साइटोकिनिन स्तर को भी बढ़ाया, जो कि लवणता के साथ और बढ़ गया। लवणता के क्रमिक पहुंच के द्वारा रंघ्रीय संचालन, पानी का उपयोग दक्षता, प्रकाश संश्लेषण दर में वृद्धि हुई एवं वाष्पोत्सर्जन दर में कमी आई। इसके अलावा, ट्रांसजेनिक्स ने मैक्रोफोमिना फेजोलिना कवक के खिलाफ भी बढ़ा हुआ प्रतिरोध दिखाया। पत्ती जैव परख ने बताया कि

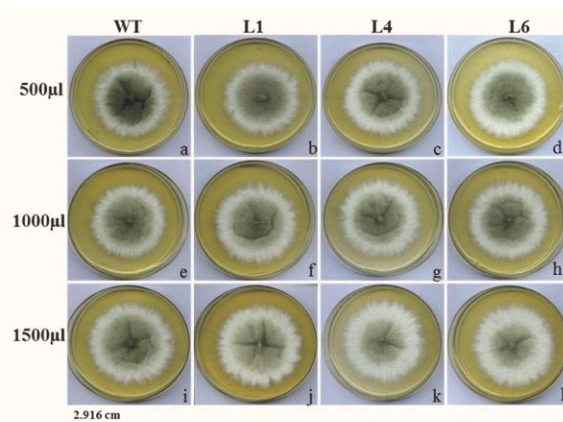
The leaf explants transformed with JcPR-10a gene showed higher number (36) of shoot buds on regeneration medium as compared to VA (18) after 30 days of culture. The higher shoot bud induction could be attributed to the increased cytokinin content in the transgenics as evident by HPLC analysis. The cytokinins play a pivotal role in shoot organogenesis. Further, the docking studies of JcPR-10a protein explicitly showed that three molecules of BAP bind at its active sites. This confirms that JcPR-10a protein has affinity with BAP, which may be the cause of high shoot regeneration in the transgenic lines. JcPR-10a transgenics showed enhanced salt tolerance, as was evident by increased germination rate, shoot and root length, relative water content, proline, soluble sugar and amino acid content under salinity. Interestingly, the transgenics also showed enhanced endogenous cytokinin level as compared to wild type (WT), which, further increased with salinity. Exposure of gradual salinity resulted in increased stomatal conductance, water use efficiency, photosynthesis rate and reduced transpiration rate. Furthermore, the transgenics also showed enhanced resistance against *Macrophomina phaseolina* fungus. The leaf bioassay revealed



[A]

**चित्र: (A)** मैक्रोफोमिना फेजोलिना के साथ इनक्यूबेटेड डब्ल्यू.टी. और JcPR-10a ट्रांसजेनिक (एल1, एल4 और एल6) पत्ती पर संक्रमण की गंभीरता। **(बी)** डब्ल्यू.टी. और ट्रांसजेनिक लाइनों (एल1, एल4 और एल6) की पत्ती के अर्क से विभिन्न मात्रा (500 µL, 1000 µL और 5000 µL) के साथ पूरक आलू डेक्सट्रोज मीडिया में मैक्रोफोमिना कवक की डिफरेंशियल बाढ़।

**Figure: (A)** Severity of infection on WT and JcPR-10a transgenics (L1, L4 and L6) leaf incubated with *Macrophomina phaseolina*. **(B)** Differential growth of *Macrophomina* fungus in potato dextrose medium supplemented with different amount (500 µL, 1000 µL and 5000 µL) of leaf extract from WT and transgenic lines (L1, L4 and L6).



[B]

डब्ल्यू.टी. पत्तियों में अलग हुए मध्य शिरा क्षेत्र के साथ एम. फेजोलिना इनोकुलम की चुनौती पर, पत्ती के समीपस्थ से दूरस्थ सिरे तक संक्रमण के बाद के 3 दिन (dpi) में गंभीर संक्रमण विकसित किया, जबकि, ट्रांसजेनिक्स ने लगभग नगण्य संक्रमण दिखाया। यह मानते हुए कि JcPR-10a जीन से ट्रांसजेनिक तंबाकू अधिक रोगाणुरोधी गतिविधि का प्रदर्शन कर सकता है, डब्ल्यू.टी. और ट्रांसजेनिक लाइनों के अपरिष्कृत पत्ती के अर्क की प्रति कवक सक्रियता का अध्ययन किया गया। पत्ती के अर्क की परख में, ट्रांसजेनिक पत्ती के अर्क की बढ़ती सांद्रता के साथ माइक्रोस्पोरेंजिया गठन की तीव्रता काफी कम हो जाती है, जो की काले रंग की कमी से स्पष्ट है। मैक्रोफोमिना के त्रिज्यात बाढ़ के विश्लेषण से पता चला है कि 500 µL सांद्रता पर, केवल एल1 काफी कम प्रजनन वृद्धि दिखाता है, जबकि 1500 µL सांद्रता पर डब्ल्यू.टी. की तुलना में सभी ट्रांसजेनिक्स के साथ काफी कम बाढ़, लगभग 0.7-गुना देखा गया। इस प्रकार, JcPR-10a संभवतः विभिन्न तनाव संकेतन मार्गों को विनियमित करके तनाव प्रेरित क्षति को कम करने में

that WT leaves challenged with *M. phaseolina* inoculum along the detached midvein region developed severe infection all along the midrib region from the proximal to distal end of the leaf as soon as 3 days post infection (dpi), whereas, the transgenics showed almost negligible infection. Anticipating that the tobacco transgenics overexpressing JcPR-10a gene might be exhibiting antimicrobial activity, the antifungal activity of crude leaf extracts of WT and transgenic lines was studied. In the leaf extract assay, the intensity of microsporangia formation is greatly reduced as is evident by the decrease in the black colouration with increasing concentration of the transgenic leaf extract. The analysis of radial growth of *Macrophomina* revealed that at 500 µL concentrations, only L1 shows significantly lower reproductive growth, whereas at 1500 µL concentration significantly lower growth of approx. 0.7-fold is observed with all the transgenics as compared to WT. Thus, JcPR-10a might be working in co-ordination with cytokinin signaling in mitigating the stress induced damage by regulating different stress





साइटोकिनिन संकेतन के साथ समन्वय में काम कर सकता है, जिससे तनाव सहिष्णुता बढ़ जाती है।

signaling pathways, leading to enhanced stress tolerance.

## सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई में विकसित गन्ने पर देशी पोटाश उर्वरकों की प्रभावकारिता पर अध्ययन

### Studies on efficacy of indigenous potassic fertilizers on sugarcane developed at CSIR-CSMCRI

मक्का की उत्पादकता पर समुद्री बिटर्न-व्युत्पन्न (एसबीडी) तीन अलग-अलग पोटेशियम रूपों स्कोनाइट, पोटेशियम नाइट्रोनाइट और पोटेशियम अमोनियम सल्फेट की उर्वरक क्षमता का मूल्यांकन दो फसली मौसमों में किया गया। एसबीडी-पोटेशिक उर्वरकों के उपयोग ने उपज में वृद्धि किया,

Fertilizer potential of three different sea bittern-derived (SBD) potassium forms developed viz., potassium schoenite, potassium nitrate and potassium ammonium sulfate on maize productivity were evaluated in two cropping seasons. The application of SBD-potassic

### गमले प्रयोग में विभिन्न समुद्री बिटर्न-व्युत्पन्न पोटाशिक पोषक तत्वों के उपचार से प्रभावित मक्का का आर्थिक विश्लेषण Economic analysis of maize as affected by different sea bittern-derived potassic nutrient treatments in pot experiment

	उपचार/ Treatments			
	व्यावसायिक SOP* (नियंत्रित) Comm. SOP* (control)	SBD*-K स्कोनाइट SBD*-K schoenite	SBD*-KNO <sub>3</sub>	SBD-PAS*
General cost of cultivation (₹) खेती की सामान्य लागत (₹)	39288	39288	39288	39288
Incremental invest (₹) वृद्धिशील निवेश (₹)	4292	2997	4888	4269
Total cost of cultivation (₹) खेती की कुल लागत (₹)	43580	42285	44176	43557
Grain yield (t/ha) अनाज की उपज (टन/ हेक्टेयर)	3.64	4.25	4.80	4.31
Stone yield (t/ha) स्टोन यील्ड (टन/ हेक्टेयर)	1.46	1.55	1.83	1.46
Stalk yield (t/ha) स्टॉक यील्ड (टन/ हेक्टेयर)	8.0	9.8	10.5	9.5
Total gross return (₹) कुल सकल प्रतिफल (₹)	59209	69412	77870	69758
Net return (₹) शुद्ध प्रतिफल (₹)	15629	27127	33694	26201
B:C ratio B:C अनुपात	1.36	1.64	1.76	1.60
Incremental return (₹) वृद्धिशील प्रतिफल (₹)	0	11499	18065	10573
Incremental return over control/ incremental investment of N and K fertilizers. नियंत्रित पर वृद्धिशील प्रतिफल/ N और K उर्वरकों पर नियंत्रण वृद्धिशील निवेश।	0.0	3.8	3.7	2.5

\* SOP = Sulphate of potash; SBD = Sea bittern-derived; PAS = Potassium ammonium sulphate.



मक्का की उत्पादकता और गुणवत्ता जो उच्च प्रकाश संश्लेषण, पोषक तत्व के वृद्धि और मिट्टी की गुणवत्ता के मापदंडों से अच्छी तरह से संबंधित है। औसतन तीनों प्रकार के समुद्री बितर्न व्युत्पन्न पोटाश ने मक्के की पैदावार को गमले और खेतों के परीक्षणों में क्रमशः 22.3 और 23.8% तक बढ़ा दिया। सबसे अच्छा प्रदर्शन SBD-KNO<sub>3</sub> के तहत था, जिसमें सबसे अधिक लाभ:लागत अनुपात 1.76 दर्ज किया गया। पोटेसियम पूरी तरह से भारत में आयात किया गया है और अध्ययन से विकसित पोटेसियम उर्वरकों के कृषि उपयोग को मान्य करने में मदद मिलेगी।

fertilizers led to enhancement in growth, productivity and quality of maize which related well with higher photosynthesis, nutrient uptake and soil quality parameters. On an average all the three forms of sea bittern derived potash enhanced yield of maize over control by 22.3 and 23.8% in pot and field trials respectively. The best performance was under SBD-KNO<sub>3</sub>, which also recorded the highest benefit: cost ratio of 1.76. Potassium is wholly imported in India and the study would help validate the agricultural use of the developed potassic fertilizers.

**Frontiers in Plant Science 08 (2017) 1541 (12 pages)**

### **नियंत्रण और खारा वातावरण में लवणसहिष्णु राइजोबैक्टीरिया और पौध बढ़ संवर्धन** **Halotolerant rhizobacteria and plant growth promotion under control and saline environment**

लवणोद्भिद के प्रकंद क्षेत्र से अलग किये गये पांच पादप बढ़ संवर्धक प्रकंद (PGPRs) का लक्षण-वर्णन किया गया। जैव रासायनिक और आणविक विश्लेषण से पता चला है कि अलग किये गये PGPRs में पहले से ज्ञात PGPRs के साथ समानता है जो पौध बढ़ संवर्धन और तनाव सहिष्णुता के लिए अच्छी तरह से परिभाषित भूमिका में हैं। अलग किया गया PGPRs की प्रभावकारिता का परीक्षण करने के लिए, हमने हाइड्रोपोनिक प्रणाली का उपयोग किया जहां 7 दिन पुराने मूंगफली के बीज नाइट्रोजन के साथ या बिना अर्ध एम.एस. माध्यम में स्थानांतरित किए गए और टीकाकरण के 3 सप्ताह के बाद फेनोटाइपिक मापन किए गए। सभी PGPR द्वारा मूंगफली बायोमास में महत्वपूर्ण सुधार देखा गया। चूंकि सभी अलग किये गये बैक्टीरिया nifH जीन के लिए सकारात्मक थे, मूंगफली की जड़ और तने में नाइट्रोजन सामग्री को मापा गया। गैर-टीकाकृत उपचार की तुलना में बैक्टीरियल उपभेदों के साथ टीकाकृत अंकुरों में कुल नाइट्रोजन सामग्री में काफी वृद्धि हुई। सभी जीवाणु कुशलता से जड़ को उपनिवेशित करते हैं, यह दर्शाता है कि वे मूंगफली के विकास को बढ़ावा देने में सक्षम थे। मूंगफली में नमक की सहनशीलता बढ़ाने के लिए बैक्टीरिया के तनाव की एक प्रभावकारिता का भी परीक्षण किया गया। सभी अलग किये गये बैक्टीरिया ने लवणता तनाव के तहत मूंगफली के समग्र

Five plant growth promoting rhizobia (PGPRs) isolated from the rhizosphere of halophytes were characterized. Biochemical and molecular analysis showed that the isolated PGPRs have similarity with previously known PGPRs having well defined role in plant growth promotion and stress tolerance. To test the efficacy of isolated PGPRs, we have used hydroponic system where 7 days old Peanut seedlings were transferred into half MS medium with or without Nitrogen and phenotypic measurements were done after 3 weeks of inoculation. The significant improvement in the peanut biomass was observed by all PGPR. Since all bacterial isolates were positive for the nifH gene, nitrogen content was measured in the root and shoot of peanut. Total Nitrogen content was significantly increased in the seedlings inoculated with bacterial strains than non-inoculated treatment. All bacterial isolates efficiently colonize the root, indicated that they were capable of promoting the growth of peanut. An efficacy of bacterial strain to enhance the salt tolerance in peanut was also tested. All isolates showed improved overall growth of peanut under salinity stress.



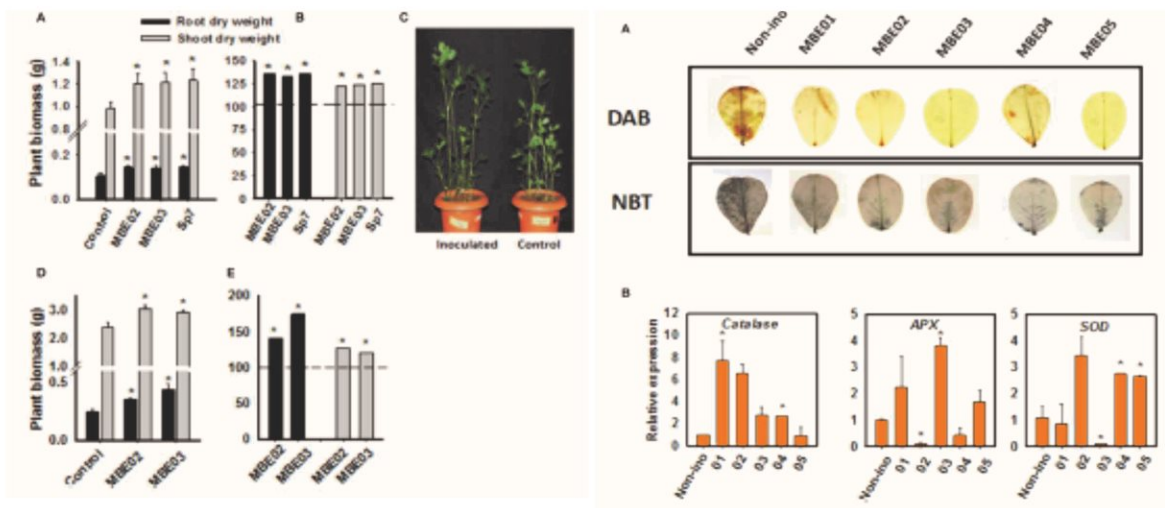


विकास में सुधार दिखाया। आयन विश्लेषण से पता चला है कि चार बैक्टीरियल उपभेदों के साथ उपचारित मूंगफली के अंकुरों में गैर-टीकाकृत लवण उपचार की तुलना में तने में कम  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  अनुपात था। चार शेष आइसोलेट्स ने  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  को नहीं बदला लेकिन नियंत्रण उपचार की तुलना में  $\text{Ca}^{2+}$  आयन को बदला। PGPR टीकाकृत अंकुरों ने कम क्रियाशील ऑक्सीजन स्पीसीज (ROS) का संचय किया, जैसे की नाइट्रोब्लू टेट्राजोलियम (NBT) और 3,3'-डाईअमीनोबेन्जीडीन (DAB) रंजन द्वारा निर्धारित किया गया। एंटीऑक्सिडेंट जीन जैसे एस्कॉर्बेट पेरोक्सीडेज (APX), कैटेलेज (CAT), और सुपरऑक्साइड डिस्म्यूटेज (SOD) की अभिव्यक्ति को PGPR उपचार द्वारा डिफरेंशियली विनियमित किया गया। PGPR उपचार के प्रतिक्रिया में होने वाले परिवर्तनों के बारे में आणविक अंतर्दृष्टि प्राप्त करने के लिए, A44 उपचारित और गैर-उपचारित मूंगफली अंकुर के मूल नमूनों का RNA अनुक्रमण विश्लेषण किया गया। यह जानकारी मूंगफली के अंकुरों में बैक्टीरिया की मध्यस्थ बाढ़ संवर्धन तंत्र पर नयी अंतर्दृष्टि प्रदान करेगी।

इन PGPRs को नियंत्रण उपचार के साथ स्थल परिस्थितियों के तहत मूंगफली में टीकाकृत किया गया। एंजाइम सक्रियताओं में, फॉस्फटेज सक्रियता PGPR से काफी प्रभावित हुई और सबसे ज्यादा एग्रोबैक्टीरियम और क्लेबसिला उपचारित भूखंडों में देखी गई। PGPRs टीकाकरण द्वारा उपचारित मृदा सूक्ष्मजीवीय सामुदायिक संरचना नियंत्रित की तुलना में (स्पूडोमोनास को छोड़कर) काफी बदल गयी। PLFA सांद्रता 20.31 से 27.89 नैनो मोल ग्राम<sup>-1</sup> तक परिवर्तित की गयी और एग्रोबैक्टीरियम उपचारित भूखंडों ने अन्य उपचारों की तुलना में काफी अधिक PLFA सांद्रता (माइक्रोबियल बायोमास) दिखाया। कुल PLFA सांद्रता के समान, एग्रोबैक्टीरियम उपचार वाले भूखंडों में ग्राम-पॉजिटिव, ग्राम-निगेटिव, कुल बैक्टीरिया और एक्टिनोमाइसेट्स की सांद्रता भी काफी अधिक थी। हालांकि नियंत्रण उपचार की तुलना में अन्य PGPRs के साथ भी सकारात्मक प्रभाव देखा गया। कवक PLFA बायोमार्कर सांद्रता में कोई महत्वपूर्ण बदलाव नहीं हुआ। PGPRs उपचारों द्वारा बैक्टीरियल बायोमार्कर PLFA की प्रचुरता बढ़ गई।

Ion analysis showed that peanut seedlings treated with four bacterial strains had lower shoot  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  ratio in comparison to non-inoculated salt treatment. Four remaining isolates did not change  $\text{Na}^+/\text{K}^+$  but had changed in  $\text{Ca}^{2+}$  ion than the control treatment. The PGPR inoculated seedlings accumulated less reactive oxygen species (ROS) as determined by nitroblue tetrazolium (NBT) and 3,3'-diaminobenzidine (DAB) staining. The expression of antioxidant genes such as ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), and superoxide dismutase (SOD) were differentially regulated by the PGPR treatments. To get a molecular insight about the changes occurs in response to PGPR treatment, RNA sequencing analysis was performed with the root samples of A44 treated and un-treated peanut seedlings. This information will provide novel insights into mechanisms of bacteria mediated growth promotion of peanut seedlings.

These PGPRs were inoculated to groundnut under field condition along with control treatment. Among enzyme activities, phosphatase activity was significantly influenced by the PGPRs and highest being observed in *Agrobacterium* and *Klebsiella* treated plots. Soil microbial community structure was significantly changed by PGPRs inoculation in comparison to control treatment (except *Pseudomonas*). The PLFA concentration was varied from 20.31 to 27.89 nmol g<sup>-1</sup> and *Agrobacterium* treated plots showed significantly highest PLFA concentration (microbial biomass) in comparison to other treatments. Similar to total PLFA concentration, the concentration of Gram-positive, Gram-negative, total bacteria and actinomycetes were also significantly highest in *Agrobacterium* treated plots. However positive effect was also observed with other PGPRs in comparison to control treatment. There was no significant change in fungal PLFA biomarker concentration. Abundance of bacterial biomarker PLFAs was increased by PGPRs treatments.



**चित्र:** लवणोद्विग्न पादप प्रजातियों से अलग किए गये PGPR द्वारा मूंगफली में बाढ़ संवर्धन और PGPR इनोक्युलेटेड या नॉन-इनोक्युलेटेड लवण उपचारित मूंगफली अंकुरों में ROS संचय और एंटीऑक्सीडेंट जीन अभिव्यक्ति विश्लेषण। (A) सुपरऑक्साइड और हाइड्रोजन परऑक्साइड के विद्यो स्थानीयकरण के लिए DAB और NBT रंजना प्रत्येक उपचार के लिए 3 से 4 अलग-अलग पौधों के सबसे ऊपरी पत्तों (4-5) का उपयोग किया गया और यहां प्रतिनिधि पत्ती के चित्र दिखाए गए हैं। (B) एंटीऑक्सीडेंट जीन, एस्कॉर्वेट परऑक्सीडेज (APX), कैटालेज (CAT), और सुपरऑक्साइड डिस्म्यूटेज (SOD) की मात्रात्मक अभिव्यक्ति विश्लेषण। तारांकन चिह्न (\*) डननेट परीक्षण ( $P < 0.05$ ) द्वारा विश्लेषण में महत्वपूर्ण अंतर दर्शाते हैं। यह अभिव्यक्ति गैर-इनोक्युलेटेड नमक उपचारित पौध के सापेक्ष निर्धारित की गई थी।

**Figure:** Growth promotion of peanut by PGPR isolated from a halophyte plant species and ROS accumulation and antioxidant gene expression analysis in PGPR inoculated or non-inoculated salt treated peanut seedlings. (A) DAB and NBT staining for in vivo localization of superoxide and hydrogen peroxide. The upper most leaves (4–5) from 3 to 4 different plants for each treatment was used and the picture of representative leaf is shown here. (B) Quantitative expression analysis of antioxidant genes, ascorbate peroxidase (APX), catalase (CAT), and superoxide dismutase (SOD). Asterisks (\*) indicate significant differences as analyzed by Dunnett's test ( $P < 0.05$ ). The expression was quantified relative to non-inoculated salt treated seedlings.

## ग्राफ्टिंग विधि का उपयोग करके जेट्रोफा करकास माइक्रो शूट की रूटिंग Rooting of *Jatropha curcas* micro shoots using grafting method

सीएसएमसीआरआई के अच्छी तरह से स्थापित शूट संवर्धनों से कतरे हुए जेट्रोफा करकास माइक्रोशूट्स को सूक्ष्म नवपल्लव के रूप में इस्तेमाल किया गया। ग्राफ्टिंग के लिए विभिन्न आयु के सूक्ष्म नवपल्लव (6 से 18 महीने) और रूटस्टॉक (15 से 90 दिन) का उपयोग किया गया। सभी अलग-अलग संयोजनों में से, 18 महीने के नवपल्लव और 60 दिन के रूटस्टॉक्स ने 58.4% सफलता दर के साथ ग्राफ्ट विकसित किए, क्योंकि उनमें से कुछ मर गये। 0.05 मिग्रा/ली BAP (6-बेंजाईलअमीनोप्यूरिन)

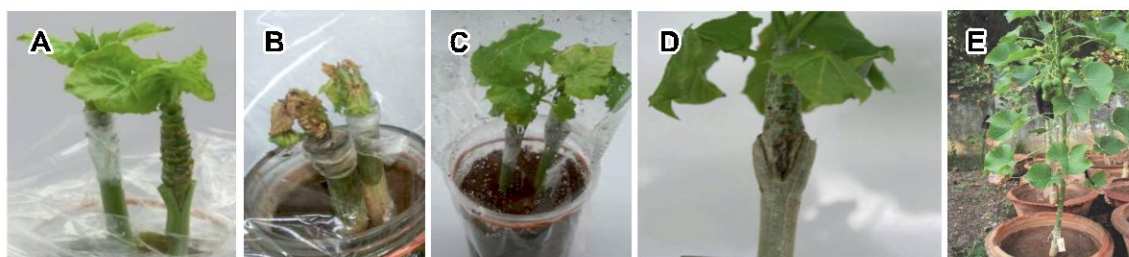
*Jatropha curcas* microshoots excised from well-established multiple shoot cultures of CSMCRI were used as microscions. Different age microscion (6 to 18 months) and rootstock (15 to 90 day) were used for grafting. Among all the different combinations, 18-month-old scions and 60-day-old rootstocks developed grafts with 58.4 % success rate as some of them died. The grafting efficiency was further increased by treating scion and rootstock with 0.05 mg/L BAP





और 0.05 मिग्रा/ ली ZN (जियाटीन) के साथ नवपल्लव और रूटस्टॉक के उपचार ने ग्राफ्टिंग दक्षता को और बढ़ा दिया। 60-दिन पुराने अंकुरों पर रोपे गये BAP उपचारित नवपल्लव का संयोजन जल्दी स्थापित हुआ। संक्रमण मुक्त ग्राफ्ट के लिए रोपित संयोजन को 0.1% कार्बेमेडोजो और मैक्रिनाइट (CM-75) और 400 मिग्रा/ ली एमोक्सिसिलिन-क्लॉवुलेनिक एसिड से भीगे टिशू पेपर से लपेट दिया गया। ड्रेसिंग ने ग्राफ्टेड पौधों की उत्तरजीविता (97%) की दर में वृद्धि की। ग्राफ्टिंग के माध्यम से 97% माइक्रोसूट्स को सफलतापूर्वक लगाया गया। ग्राफ्टिंग ने पौधे की वास्तुकला को बदल दिया और उन्हें बौना बना दिया। ग्राफ्टेड पौधों की शुद्ध प्रकाश संश्लेषक दर गैर-ग्राफ्टेड पौधों की तुलना में अधिक थी। ग्राफ्टेड पौधों की बीज उपज कटिंग और अंकुर की तुलना में काफी अधिक थी।

(6-benzylaminopurine) and 0.05 mg/L ZN (zeatin). BAP treated scion grafted on 60 days old seedlings established early union. Graft union was dressed with tissue paper wetted with 0.1 % Carbamedozo and Macrinite (CM-75) and 400 mg/L amoxicillin-clavulanic acid for infection free graft. Dressing significantly increased the rate of survival (97%) of the grafted plants. 97% microshoots were successfully rooted via grafting. Grafting altered the plant architecture and made them dwarf. The net photosynthetic rate of grafted plants was higher than non-grafted plants. The seed yield of grafted plants was significantly higher than cuttings and seedling.



**चित्र:** (A) क्लीफ्ट ग्राफ्टेड माइक्रोसूट; (B) संक्रमण के कारण अनुपचारित नवपल्लव की मौत; (C) संक्रमण मुक्त ग्राफ्टिंग के लिए कवकनाशक और एंटीबायोटिक के साथ तैयार किए गए ग्राफ्ट संयोजन; (D) नवपल्लव और रूटस्टॉक के बीच उत्तम संयोजन गठन; और (E) ग्राफ्टेड प्लांट का फलना।

**Figure:** (A) Cleft grafted micro shoot; (B) Death of untreated scion due to infection; (C) Graft union dressed with fungicide and antibiotic for infection free grafting; (D) Perfect union formation between scion and rootstock and (E) fruiting on grafted plant.







## विषयवस्तु: सामाजिक सेवा Theme: Societal Services

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई लगातार विभिन्न उद्योगों और समुदायों को विज्ञान और प्रौद्योगिकी संबंधी सेवाएं प्रदान कर रहा है। संस्थान ने समाज के लिए अपनी परिष्कृत उपकरण सुविधा को उपलब्ध कराया है। इस सुविधा का उपयोग अकादमिक, प्रयोगशालाओं और उद्योगों द्वारा भुगतान के आधार पर किया जा सकता है। हालांकि, छात्रों को विश्लेषण शुल्क पर पर्याप्त रियायत प्रदान की जाती है। जल विलवणीकरण और जल शोधन के क्षेत्र में, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने सत्तर के दशक की शुरुआत से मेम्ब्रेन आधारित विलवणीकरण प्रौद्योगिकियों जैसे रिवर्स ऑस्मोसिस (आरओ), इलेक्ट्रो डायलिसिस और सोलर स्टिल जैसी थर्मल प्रौद्योगिकियों पर काम करता रहा है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने गुजरात में भूकंप, बिहार बाढ़, उड़ीसा चक्रवात, नागपट्टिनम में सुनामी, और पश्चिम बंगाल में आइला बाढ़ जैसी कई प्राकृतिक आपदाओं के समय अपनी मोबाइल जल शोधन इकाई के साथ सेवा प्रदान की है। सीएसएमसीआरआई अक्सर मूल्य वर्धित उत्पादों के निष्कर्षण के लिए शैवाल की बड़े पैमाने पर खेती, नमक उत्पादन की गुणवत्ता और मात्रा में सुधार, नमक-श्रमिकों (अघरिया) के लिए कार्य वातावरण में सुधार और अन्य महत्वपूर्ण क्षेत्रों में जागरूकता पैदा करने के साथ-साथ लोगों के बीच सामाजिक आर्थिक स्थिति के उत्थान के लिए आउटरीच गतिविधियों और कौशल विकास कार्यक्रम चलाता है। इस संक्षिप्त आत्मनिरीक्षण के साथ, हम 2016-17 के दौरान समाज के प्रति अपने कुछ विनम्र योगदानों को गर्व से रेखांकित कर रहे हैं।

### Thematic core competences:

CSIR-CSMCRI continuously providing Science and technology related services to various industries and communities. The institute has opened its sophisticated instrument facility for the society. The facility can be utilized by academia, laboratories and industries on payment basis. Although, substantial concession is provided on the analysis charges to the students. In the area of desalination and water purification, CSIR-CSMCRI has worked since the early seventies on membrane-based desalination technologies such as Reverse Osmosis (RO), electro dialysis and thermal technologies like solar still. CSIR-CSMCRI has responded to many natural calamities like Earthquake in Gujarat, Bihar floods, Orissa Cyclone, Tsunami in Nagapattinam, & Aila floods in West Bengal with its mobile water purification unit. CSMCRI frequently undertakes outreach activities and skill development program on mass cultivation of the microalgae for extraction of value-added products, improving the quality and quantity of the salt production, improving the work environments for the salt-workers (Agharias) and in other important fields to create awareness as well as for uplifting socioeconomic status among people. With this brief



introspection, we are proudly outlining some of our humble contributions toward the society during 2016-17.

## मराठवाड़ा-लातूर (महाराष्ट्र) के सूखा प्रभावित क्षेत्र में चल जल शोधन इकाई की तैनाती

### Quick deployment of mobile water purification unit to drought affected region of Marathwada-Latur (Maharashtra)

सुरक्षित और स्वच्छ पेयजल के उत्पादन के लिए सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई द्वारा विकसित मोबाइल जल शोधन इकाई (डब्ल्यूएचओ मानदंडों के अनुसार) को महाराष्ट्र के मराठवाड़ा क्षेत्र के लातूर शहर में तैनात और प्रदर्शित किया गया, जो इस सूखे की अवधि के दौरान पीने के पानी की गंभीर कमी का सामना कर रहा था। मोबाइल इकाई लातूर शहर के मध्य में स्थित "गोरक्षान संस्थान" के खुले कुएं में लगायी गयी। पानी कुएं में उपलब्ध था, हालांकि अशुद्धियों और संदूषण के कारण खपत के लिए उपयुक्त नहीं था। तैनात मोबाइल यूनिट स्वदेशीय आरओ मेम्ब्रेन तकनीक से लैस थी जो मैले/निलंबित कणों को शुद्ध करने और साफ करने के साथ-साथ

The mobile water purification unit developed by CSIR-CSMCRI for producing safe and clean drinking water (as per WHO norms) was deployed and demonstrated in Latur City, a city in the Marathwada region of Maharashtra and facing severe scarcity of drinking water during this drought period. The mobile unit was stationed at the open well of "Gorakshan sanstha", a place in the heart of the Latur city. The water was available in the well, although was not suitable for consumption due to the impurities and the contamination. The deployed mobile unit was equipped with indigenously developed RO membrane technology capable of

DEPLOYMENT OF MOBILE WATER PURIFICATION AND DESALINATION UNIT  
ON WHEELS FOR MARATHWADA REGION  
LATUR, MAHARASHTRA  
28 May- 4 June, 2016



**चित्र:** महाराष्ट्र के सूखा प्रभावित मराठवाड़ा क्षेत्र में चल जल शोधन इकाई की तैनाती की झलक।

**Fig.:** Glimpses of deployment of mobile water purification unit in the drought affected Marathwada region of Maharashtra.





घुले हुए प्रदूषकों को साफ करने में सक्षम है। लगभग 40,000-50,000 लीटर प्रतिदिन पानी उपलब्ध कराया गया और 10 दिनों तक शहर में लोगों को वितरित किया गया।

purifying and cleaning turbid/ suspended particles as well as desalting dissolved contaminant. Around 40,000-50,000 Liters per day water was made available and was distributed to the people in the city for 10 days.

### गुणवत्ता उन्नयन एवं नमक के नवीन उत्पादन क्षेत्रों का सर्वेक्षण Quality upgradation and survey of new salt production areas

सीएसआईआर - सीएसएमसीआरआई ने नमक समूह विकास कार्यक्रमों और मॉडल नमक फार्मों के माध्यम से आजीविका के उत्थान के लिए हाशिये पर स्थित नमक उत्पादकों के बीच क्षमता निर्माण और उच्च शुद्धता सौर नमक प्रौद्योगिकियों को बढ़ावा देने के उद्देश्य से उच्च गुणवत्ता वाले नमक उत्पादन के क्षेत्र में अपने सामाजिक मिशन गतिविधियों की शुरुआत की। देश भर के नमक उत्पादक राज्यों में मॉडल नमक फार्म स्थापित करके छोटे एवं हाशिये के नमक उत्पादकों को उन्नत नमक निर्माण प्रक्रिया का प्रशिक्षण और प्रदर्शन अन्य उद्देश्य हैं। मूल्य संवर्धन के साथ बेहतर गुणवत्ता वाले नमक का उत्पादन एवं बिटर्न अनुप्रवाह में से उत्पादों की उगाही द्वारा मूल्य संवर्धन को सामूहिक स्तर पर प्रदर्शित किया गया। इन प्रयासों के माध्यम से हाशिए के नमक उत्पादकों की आय को बड़े पैमाने पर बढ़ाने की कोशिश की गई। इसके अलावा लवणीय भूमि का सर्वेक्षण करने और अधिक संभावित क्षेत्रों को नमक उत्पादन के तहत लाने से ग्रामीण क्षेत्रों में रोजगार के अवसरों में वृद्धि हुई है। इन सभी प्रयासों ने जमीनी स्तर पर नमक पर नवीनतम नवाचारों को लागू करने में मदद की जिससे छोटे एवं हाशिए के नमक उत्पादकों को जीवन की गुणवत्ता में सुधार करने में मदद मिली है।

CSIR - CSMCRI embarked with their societal mission activities in the area of high-quality salt production with objectives of capacity building and promotion of high purity solar salt technologies among marginal salt producers for upliftment of their livelihood through Salt Cluster Development Programs and Model Salt Farms. Training and demonstration of upgraded salt manufacturing process to the marginal and small salt producers by establishing model salt farms in the salt producing states across the country are the other objectives. Producing better quality salt with enhanced yield and value addition of bittern through the recovery of downstream products in a cluster mode has been demonstrated. Through these efforts enhancing the income of marginal salt producers on a mass scale has been tried. In addition surveying the saline land and bringing more potential areas under salt production thereby increasing employment opportunities in the rural areas has been carried out. All these efforts helped in implementing the latest innovations on salt at the grass root level which has helped the marginal and small salt producers in improvement of quality of life.

#### अप्रैल 2016 - मार्च 2017 के दौरान नमक समूहों के लाभ के लिए आयोजित प्रशिक्षण कार्यक्रम का विवरण Details of the training program conducted for the benefit of the salt clusters during April 2016 – March 2017

SN	Training Program	Place	Date	Training staff
1.	Training of small salt manufacturer	Didwana, Rajasthan	April 27-30, 2016	Dr. Arvind Kumar, Mr. S. C. Upadhyay, Mr. R. J. Sanghavi Mr. Rakesh V. Dobariya Mr. Jitendra Baldhiya Mr. Maulik Gauswami



2.	Field training program on good quality salt production for small manufacturer (under the collaborative project with AHRM)	Santalpur / Adesar	June 2016	Mr. S. C. Upadhyay Dr. Juggnu Bhatt Mr. Jignesh Shukla Mr. Jitendra Baldhiya
3.	In-house mindset training program on good quality salt production (under the collaborative project with AHRM)	Adesar, Gujarat	August 04, 2016	Dr. Juggnu Bhatt, Mr. Jignesh Shukla Mr. Jitendra Baldhiya
4.	Training of salt manufacturers/Lecture	Vaidarayanayam, Tamilnadu	August 12, 2016	Dr. Arvind Kumar Mr. S. C. Upadhyay
5.	Training program on good quality salt production (under the collaborative project with AHRM)	Adesar, Gujarat	October 10, 2016	Mr. Jignesh Shukla Mr. Jitendra Baldhiya
6.	Awareness/ skill development program on high purity salt technologies among salt producers (organized by Hindustan Unilever Ltd and Rajasthan Government)	Nawa, Rajasthan	October 13, 2016	Dr. Arvind Kumar Mr. S. C. Upadhyay Mr. R. J. Sanghavi Mr. Rakesh V. Dobariya
7.	Training program and monitoring the activities on good quality salt production (under the collaborative project with AHRM)	Adesar, Gujarat	November 16, 2016 & December 08, 2016	Dr. Juggnu Bhatt Mr. Jignesh Shukla Mr. Jitendra Baldhiya Mr. Krishnakanta Ghara
8.	Training program for salt manufacturers	Didwana, Rajasthan	January 18, 2017	Dr. Arvind Kumar Mr. S. C. Upadhyay Mr. R. J. Sanghavi Mr. Rakesh V. Dobariya Mr. Sameer Bhatti Ms. Krupali Lashkari
9.	Talk during the training program arranged by Salt Dept., Govt. of India for salt manufacturers	Jambusar, Bharuch	February 20, 2017	Dr. Arvind Kumar

### तटीय क्षेत्रों के ग्रामीणों की आजीविका में सुधार

#### Improvement of livelihood of coastal villagers

तटीय क्षेत्रों के कम आय वाले मछुआरों को समुद्री शैवाल की खेती द्वारा प्रत्यक्ष लाभ कराने के लिए और इस तरह उनकी आजीविका में सुधार करने के लिए, संस्थान और इसके समुद्री शैवाल अनुसंधान स्टेशन, मंडपम, तमिलनाडु द्वारा समुद्री

In order to get direct benefits of seaweed farming to low-income fishermen of coastal areas and thereby improving their livelihood, training was imparted on seaweed cultivation by the institute and its Marine Algal Research





शैवाल की खेती पर प्रशिक्षण दिया गया। संस्थान ने प्रतिवेदित अवधि के दौरान *ग्रेसिलेरिया एडुलिस*, *ग्रेसिलेरिया डेबिलिस*, *गेलिडिएला एसीरोसा* और *कप्पाफाइकस अल्वारेजी* की खेती पर तटीय किसानों को प्रशिक्षित किया है। सीएसएमसीआरआई के वैज्ञानिकों ने उद्योगों के साथ समुद्री शैवाल उत्पादकों की बातचीत को भी सुगम बनाया।

Station, Mandapam, Tamilnadu. The institute has trained the coastal farmers on the cultivation of *Gracilaria edulis*, *Gracilaria debilis*, *Gelidiella acerosa* and *Kappaphycus alvarezii* during the reported period. CSMCRI scientists also facilitated interactions of seaweed growers with industries.

### केंद्रीकृत परिष्कृत उपकरण सुविधा (सीआईएफ) Centralized Sophisticated Instrument Facility (CIF)

केंद्रीय नमक और समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान (सीएसएमसीआरआई), भावनगर में विश्लेषणात्मक प्रभाग और केंद्रीकृत उपकरण सुविधा (एडी और सीआईएफ) योग्य और अनुभवी कर्मियों द्वारा संचालित और प्रबंधित एक सुसज्जित विश्लेषणात्मक आधारभूत संरचना है। एडी और सीआईएफ का उद्देश्य शैक्षिक संस्थानों और विश्वविद्यालयों, राष्ट्रीय और राज्य सरकार की शोध एवं विकास प्रयोगशालाओं और उद्योगों को नमूना परीक्षण और बौद्धिक इनपुट के माध्यम से, भुगतान के आधार पर, विश्लेषणात्मक पद्धति विकास सहित सहायता प्रदान करना है। उन्नत एवं व्यापक विश्लेषणात्मक उपकरणों के साथ एडी और सीआईएफ सुविधा वर्णक्रमीय माप, संरचना निर्धारण और रासायनिक विश्लेषण करने में सक्षम हैं। विवरण संस्थान की वेबसाइट पर पाया जा सकता है। निम्नलिखित तालिका केंद्रीकृत परिष्कृत उपकरण सुविधा द्वारा विश्लेषण किए गए नमूनों की एक झलक प्रदान करती है।

The Analytical Division and Centralized Instrument Facility (AD & CIF) at Central Salt & Marine Chemicals Research Institute (CSMCRI), Bhavnagar is a well-equipped analytical infrastructure operated and managed by qualified and experienced personnel. AD & CIF aims to provide support to educational institute & universities, national & state government R&D laboratories and industries through sample testing and intellectual input including analytical method development on payment basis. AD & CIF facility with advanced wide range of analytical instruments are capable of to carry out the spectral measurements, structure determination and chemical analysis. The details can be found on the website of the institute. Following table provides a glimpse of samples analyses by the Centralized Sophisticated Instrument Facility.

अप्रैल 2016 - मार्च 2017 के दौरान विश्लेषित नमूनों का विवरण  
Details of the samples analysed during April 2016 – March 2017

विश्लेषण Analysis	उपकरण Instruments	विश्लेषण किए गए नमूनों की संख्या No. of samples analysed	कुल योग Total
NMR	FT-NMR (Bruker, 500 MHz)	Liquid: $^1\text{H} = 2209$ ; $^{13}\text{C} = 1361$ ; $^{31}\text{P} = 16$ ; $^7\text{Li} = 15$ ; $^{15}\text{N} = 1$ . 2D = 16; DEPT = 12. Solid State: $^1\text{H} = 58$ ; $^{13}\text{C} = 188$ ; $^{31}\text{P} = 6$ ; $^{27}\text{Al} = 15$ ; $^{29}\text{Si} = 56$ ; $^{15}\text{N} = 14$ ; $^{23}\text{Na} = 1$ .	4689



		<b>External Samples:</b> $^1\text{H} = 488$ ; $^{13}\text{C} = 186$ ; $^{27}\text{Al} = 04$ ; $\text{D}_2\text{O} = 39$ ; $^2\text{D} = 04$ .	
	FT-NMR (Bruker, 200 MHz)	$^1\text{H} = 818$ ; $^{13}\text{C} = 215$ .	1033
<b>Infrared Spectra</b>	FT-IR spectrometer (Perkin Elmer)	---	2497 (DRIFT – 12)
<b>IR Imaging and ATR</b>	FT-IR, Carry 680 & Microscope Carry 620 (Agilent Technology)	Imaging	64
		ATR	1003
		Solid/Liquid	23
<b>Raman Spectrometer</b>	LabRam HR Evolution HORIBA	---	424
<b>XRD (single crystal)</b>	Bruker Smart Apex CCD	Analysed	137
		Solved	134
<b>XRD (powder)</b>	Philips X'pert MPD System Empyrean	---	2667
<b>TEM Analysis</b>	JEOL, Model JEM 2100	---	514
<b>FE-SEM analysis</b>	JSM-7100F	---	1425
<b>AFM</b>	NT-MDT (Ntegra Aura)	---	661
<b>Thermal</b>	NETZSCH, Mettler Toledo	TGA	1062
		DSC & DMA	432
<b>CHNS/O Analysis</b>	Elementar, Vario Micro Cube		1352
<b>ICP-OES</b>	Perkin Elmer, Optima 2000	Samples	4873
		Elements	15798
<b>X-ray Fluorescence (XRF)</b>	Bruker AXS, S4 Pioneer	---	18
<b>Ion Chromatography</b>	Thermo Fisher (ICS-5000+ DC-Dionex)	---	452
<b>Surface area Analysis</b>	ASAP 2010 Surface Analyzer	---	108
<b>Particle size distribution</b>	Mastersizer Particlesize Analyser	---	33
<b>LC-MS (Q-TOFF)</b>	LC (Waters), MS (Micromass)	---	2037
<b>MALDI-TOF/TOF</b>	ABSCIEX, Model:4800plus	---	324
<b>Luminescence spectra</b>	Horiba Jobin (Fluoro-log)	---	1850
	Edinburgh Inst. ( $\mu\text{F}$ 920H)	---	7574
<b>UV-VIS-NIR</b>	Varian Cary 500	---	3481
	Shimadzu, UV-3600	---	1802
<b>Circular Dichroism (CD) Polarimeter</b>	Jasco, Model J-815	---	489
<b>HPLC</b>	Shimadzu	---	2356
	Waters	---	1841





<b>GC</b>	Thermo, (Trace GC-Ultra)	---	60
<b>GC-MS</b>	Shimadzu (2010, MS QP2010)	---	1802
<b>TOC</b>	Elementar, Model Liquid TOC	---	654
<b>TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting)</b>	Edinburgh Instruments (OB920)	---	381
<b>Rheometer</b>	Anton Paar, Mod. Physica-MCR-301	---	101
<b>Rancimat</b>	Biodiesel Rancimat Matrohm	---	22
<b>Electrical and Electrochemical</b>	Potentiostat (PARSAT 2273)	---	60 hrs (42 samples)
	Potentiostat (Metrohm Autolab)	---	831 hrs (307 samples)
	Bipotentiostat (Pine-AFCBP1)	---	119 hrs (89 samples)
	SMU (Keithley 2635A)	---	306 hrs (289 samples)
	LCZ meter (Hioki IM3570)	---	89 hrs (76 samples)







## अनुलग्नक Annexure

1. शोध पत्र [Research Papers]	113
2. पुस्तक/ पुस्तक में अध्याय [Book/ Chapters in Books]	131
3. दायर पेटेंट/ स्वीकृत पेटेंट [Patents- Filed/ Granted]	133
4. प्रौद्योगिकी हस्तांतरण [Technology Transferred]	143
5. सम्मेलनों में मौखिक/ पोस्टर प्रस्तुति [Oral/ Poster presentation in Conferences]	146
6. आमंत्रित व्याख्यान [Invited Talks]	147
मानव संसाधन विकास [Human Resource Development]	
7. A. स्टाफ सदस्यों द्वारा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भागीदारी Training Programmes Attended by Staff Members	150
B. पीएच.डी. [Ph.D.]	150
8. पुरस्कार और मान्यता [Awards and Recognitions]	152
9. पेशेवर निकायों की सदस्यता [Membership of Professional Bodies]	153
10. विदेश में प्रतिनियुक्ति [Deputation Abroad]	153
11. प्रतिष्ठित आगंतुक और व्याख्यान [Distinguished Visitors & Lectures]	153
12. जन-शक्ति सारांश [Manpower Summary]	159
13. नियुक्तियाँ [Appointments]	161
14. सेवानिवृत्ति/ स्वैच्छिक सेवानिवृत्ति/ स्थानांतरण/ पदच्युति/ त्यागपत्र [Superannuation/ Voluntary retirement/ Transfer/ Dismissal/ Resignation]	162
15. स्मृति-शेष [Always in Memories]	163
16. अंतर-संस्था संबंध [Interagency Linkages]	164
17. बजट सारांश [Budget Summary]	170
18. अनुसंधान परिषद [Research Council]	171
19. प्रबंधन परिषद [Management Council]	172
20. वैधानिक समितियाँ [Statutory Committees]	
A. एससी / एसटी के लिए शिकायत निवारण समिति	172



[Grievance Redressal Committee for SCs/STs]	
B. स्थानीय शिकायत समिति [Local Grievance Committee]	173
C. आंतरिक शिकायत समिति [Internal Complaints Committee]	173
D. राजभाषा कार्यान्वयन समिति	174
[Official Language Implementation Committee]	
21. आरक्षण नीति कार्यान्वयन [Reservation Policy Implementation]	174
22. आरटीआई अनुपालन [RTI Compliance]	175
23. ज्ञान संसाधन [Knowledge Resources]	176
24. राजभाषा प्रसार [Official Language Dissemination]	176
25. सम्मेलन/ कार्यशालाएं/ कार्यक्रम/ बैठकों का आयोजन [Seminars/ Workshops/ Events/ Meetings Organized]	181
26. मीडिया कवरेज/ Media Coverage	187





## 1. शोध पत्र [Research Papers]

1. Revealing the mechanistic pathway of acid activation of proton pump inhibitors to inhibit the gastric proton pump: A DFT study. Jana, Kalyanashis; Bandyopadhyay, Tusar; Ganguly, Bishwajit. *Journal of Physical Chemistry B*, **2016**, 120(51), 13031-13038.
2. A fluorescent probe for bisulfite ions: its application to two-photon tissue imaging. Agarwalla, Hridesh; Pal, Suman; Paul, Anirban; Jun, Yong Woong; Bae, Juryang; Ahn, Kyo Han; Srivastava, Divesh N; Das, Amitava. *Journal of Materials Chemistry B*, **2016**, 4(48), 7888-7894.
3. A cysteine-specific fluorescent switch for monitoring oxidative stress and quantification of aminoacylase-1 in blood serum. Anila, H. A; Ali, Firoj; Kushwaha, Shilpi; Taye, Nandaraj; Chattopadhyay, Samit; Das, Amitava. *Analytical Chemistry*, **2016**, 88(24), 12161-12168.
4. Role of noncovalent interactions in designing inhibitors for  $H^+, K^+$ -ATPase: combined QM and MD based investigations. Jana, Kalyanashis; Chandar, Nellore Bhanu; Bandyopadhyay, Tusar; Ganguly, Bishwajit. *ChemistrySelect*, **2016**, 1(21), 6847-6854.
5. Budding trends in integrated pest management using advanced micro- and nano-materials: Challenges and perspectives. Khandelwal, Neha; Barbole, Ranjit S; Banerjee, Shashwat S; Chate, Govind P; Biradar, Ankush V; Khandare, Jayant J; Giri, Ashok P. *Journal of Environmental Management*, **2016**, 184, 157-169.
6. Temperature resistant phosphorylated graphene oxide-sulphonated polyimide composite cation exchange membrane for water desalination with improved performance. Shukla, Geetanjali; Pandey, Ravi P; Shahi, Vinod K. *Journal of Membrane Science*, **2016**, 520, 972-982.
7. Fluorescence characteristics of carbon nanoemitters derived from sucrose by green hydrothermal and microwave methods. Patidar, Rajesh; Rebary, Babulal; Bhadu, Gopala Ram. *Spectrochimica Acta Part A-Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, **2016**, 169, 25-29.
8. Growth and biochemical characterization of green and red strains of the tropical agarophytes *Gracilaria debilis* and *Gracilaria edulis* (Gracilariaceae, Rhodophyta). Veeragurunathan, V; Prasad, Kamlesh; Singh, Nripat; Malarvizhi, J; Mandal, Subir Kumar; Mantri, Vaibhav A. *Journal of Applied Phycology*, **2016**, 28(6), 3479-3489.
9. Non-isothermal pyrolysis of de-oiled microalgal biomass: Kinetics and evolved gas analysis. Maurya, Rahulkumar; Ghosh, Tonmoy; Saravaia, Hitesh; Paliwal, Chetan; Ghosh, Arup; Mishra, Sandhya. *Bioresource Technology*, **2016**, 221, 251-261.



10. Microalgal biomass generation by phycoremediation of dairy industry wastewater: An integrated approach towards sustainable biofuel production. Chokshi, Kaumeel; Pancha, Imran; Ghosh, Arup; Mishra, Sandhya. *Bioresource Technology*, **2016**, 221, 455-460.
11. Enhanced photocatalytic performance of morphologically tuned Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub> NPs in the degradation of organic pollutants under visible light irradiation. Sarka, Arpita, Ghosh, Abhisek Brata, Saha, Namrata, Srivastava, Divesh N.; Paul, Parimal; Adhikary, Bibhutoh. *Journal of Colloid and Interface Science*, **2016**, 483, 49-59.
12. In situ manipulation of properties and performance of polyethylenimine nanofiltration membranes by polyethyleniminedextran conjugate. Bera, Anupam; Trivedi, Jaladhi S; Jewrajka, Suresh K; Ghosh, Pushpito K. *Journal of Membrane Science*, **2016**, 519, 64-76.
13. A Switch-On NIR Probe for Specific Detection of Hg<sup>2+</sup> Ion in Aqueous Medium and in Mitochondria. Agarwalla, Hridesh; Mahajan, Pankaj S; Sahu, Debashis; Taye, Nandaraj; Ganguly, Bishwajit; Mhaske, Santosh B; Chattopadhyay, Samit; Das, Amitava. *Inorganic Chemistry*, **2016**, 55(22), 12052-12060.
14. Preparation of activated carbon incorporated polysulfone membranes for dye separation. Ingole, Pravin G.; Sawant, Sandesh Y; Ingole, Neha P.; Pawar, Radheshyam R; Bajaj, Hari C; Singh, Kripal; Cho, Moo Hwan; Lee, Hyung Keun. *Membrane Water Treatment*, **2016**, 7(6), 477-493.
15. Enantiomeric separation of alpha-amino acids by imprinted terpolymer membrane. Ingole, Pravin G; Bajaj, Hari C; Singh, Kripal. *Arabian Journal of Chemistry*, **2016**, 9, S960-S965(2).
16. Palmyra tuber peel derived activated carbon and anatase TiO<sub>2</sub> nanotube based nanocomposites with enhanced photocatalytic performance in rhodamine 6G dye degradation. Natarajan, Thillai Sivakumar; Bajaj, Hari C; Tayade, Rajesh J. *Process Safety and Environmental Protection*, **2016**, 104, 346-357(A).
17. Visible-Light-Induced Efficient Selective Oxidation of Nonactivated Alcohols over {001}-Faceted TiO<sub>2</sub> with Molecular Oxygen. Vadakkckara, Raji; Biswas, Abul Kalam; Sahoo, Tapan; Pal, Provas; Ganguly, Bishwajit; Ghosh, Subhash Chandra; Panda, Asit Baran. *Chemistry-An Asian Journal*, **2016**, 11(21); 3084-3089.
18. Iodine mediated propargylic substitution/aza-Meyer-Schuster rearrangement: stereoselective synthesis of conjugated unsymmetrical azimes. Muthusamy, Sengodagounder; Selvaraj, Karuppu; Suresh, Eringathodi. *Tetrahedron Letters*, **2016**, 57(43), 4829-4833.
19. Copper-Catalyzed Three-Component System for Arylsulfonylation of Imidazopyridines with Elemental Sulfur. Ravi, Chitrakar; Reddy, N. Naresh Kumar; Pappula, Venkatanarayana; Samanta, Supravat; Adimurthy, Subbarayappa. *Journal of Organic Chemistry*, **2016**, 81(20), 9964-9972.





20. Proton-Coupled Electron Transfer in a Hydrogen-Bonded Charge Transfer Complex. Verma, Sandeep; Aute, Sunil; Das, Amitava; Ghosh, Hirendra N. *Journal of Physical Chemistry B*, **2016**, 120(41), 10780-10785.
21. Agarose functionalization: Synthesis of PEG-agarose amino acid nano-conjugate - its structural ramifications and interactions with BSA in a varying pH regime. Chudasama, Nishith A; Prasad, Kamalesh; Siddhanta, Arup Kumar. *Carbohydrate Polymers*, **2016**, 151, 735-742.
22. A Potentiostatic approach of growing polyaniline nanofibers in fractal morphology by interfacial electropolymerization. Rajeev Gupta, Monika Singhal, Sanna Kotrappanavar Nataraj, Divesh N. Srivastava. *RSC Adv.* **2016**, 06, 110416-110421.
23. Ectopic expression of jawrky transcription factor confers salinity tolerance via salicylic acid signalling. Agarwal, Parinita; Dabi, Mitali; Sapara, Komal K; Joshi, Priyanka S; Agarwal, Pradeep K. *Frontiers in Plant Science*, **2016**, 7, 1541 (16 pp).
24. Development of seasonally tracked auto-folding reflectors for damage control in V-trough photovoltaic assembly. Vaniya, Sandip Kumar; Bapat, Pratap; Maiti, Subarna. *Solar Energy*, **2016**, 136, 254-259.
25. Basicity-based screening of aniline derivative for composite proton exchange membranes. Sachan, Vinay K; Rajesh, A. Michael; Panday, Niharika; Nagarale, Rajaram K; Bhattacharya, Prashant K. *Journal of Applied Polymer Science*, **2016**, 133(39), 43978.
26. Halotolerant Rhizobacteria Promote Growth and Enhance Salinity Tolerance in Peanut. Sharma, Sandeep; Kulkarni, Jayant; Jha, Bhavanath. *Frontiers in Microbiology*, **2016**, 7, 1600 (11 pp).
27. Catalytic Asymmetric Synthesis of N-Chiral Amine Oxides. Bhadra, Sukalyan; Yamamoto, Hisashi. *Angewandte Chemie-International Edition*, **2016**, 55(42), 13043-13046.
28. [2]Pseudorotaxane Formation with FRET Based Luminescence Response: Demonstration of Boolean Operations through Self-Sorting on Solid Surface. Gangopadhyay, Monalisa; Maity, Arunava; Dey, Ananta; Das, Amitava. *Journal of Organic Chemistry*, **2016**, 81(19), 8977-8987.
29. Lewis Acid-Catalyzed Denitrogenative Transannulation of Pyridotriazoles with Nitriles: Synthesis of Imidazopyridines. Joshi, Abhisek; Mohan, Darapaneni Chandra; Adimurthy, Subbarayappa. *Journal of Organic Chemistry*, **2016**, 81(19), 9461-9469.
30. Synthesis of bio-based aldehyde from seaweed polysaccharide and its interaction with bovine serum albumin Kholiya, Faisal; Chaudhary, Jai Prakash; Vadodariya, Nilesh; Meena, Ramavtar. *Carbohydrate Polymers*, **2016**, 150, 278-285.



31. Enantio- and Diastereoselective Synthesis of beta-Nitroalcohol via Henry Reaction Catalyzed by Cu(II), Ni(II), Zn(II) Complexes of Chiral BINIM Ligands. Chinnaraja, E; Arunachalam, R; Subramanian, P. S. *Chemistryselect*, **2016**, 1(16), 5331-5338.
32. Proline Coordination with Fatty Acid Synthesis and Redox Metabolism of Chloroplast and Mitochondria Shinde, Suhas; Villamor, Joji Grace; Lin, Wendar; Sharma, Sandeep; Verslues, Paul E. *Plant Physiology*, **2016**, 172(2), 1074-1088.
33. Highly specific "sensing" of tryptophan by a luminescent europium (III) complex. Stubenrauch, Jan A; Mevissen, Christian; Schulte, Marie F; Bochenek, Steffen; Albrecht, Markus; Subramanian, Palani S *Zeitschrift Fur Naturforschung Section B-A Journal of Chemical Sciences*, **2016**, 71(10)SI, 1025-1028.
34. Antibacterial and antifouling activities of chitosan/TiO<sub>2</sub>/Ag NPs nanocomposite films against packaged drinking water bacterial isolates. Natarajan, Saravanan; Bhuvaneshwari, M; Lakshmi, D. Shanthana; Mrudula, P; Chandrasekaran, N; Mukherjee, Amitava. *Environmental Science and Pollution Research*, **2016**, 23(19), 19529-19540.
35. Cultivation of *Nannochloropsis oceanica* biomass rich in eicosapentaenoic acid utilizing wastewater as nutrient resource. Mitra, Madhusree; Shah, Freney; Bharadwaj, S. V. Vamsi; Patidar, Shailesh Kumar; Mishra, Sandhya. *Bioresource Technology*, **2016**, 218, 1178-1186.
36. Growth medium standardization and thermotolerance study of the freshwater microalga *Acutodesmus dimorphus*-a potential strain for biofuel production. Chokshi, Kaumeel; Pancha, Imran; Maurya, Rahulkumar; Paliwal, Chetan; Ghosh, Tonmoy; Ghosh, Arup; Mishra, Sandhya. *Journal of Applied Phycology*, **2016**, 28(5), 2687-2696.
37. Development of zygote for seed production of *Sargassum swartzii* in India. Kavale, Monica Gajanan; Veeragurunathan, V. *Journal of Applied Phycology*, **2016**, 28, 2875.
38. In-situ tunable pP heterojunction based on organic conducting polymers. Gupta, Rajceev; Paul, Anirban; Chaudhari, Jayesh C; Srivastava, Divesh N. *Synthetic Metals*, **2016**, 220, 95-101.
39. Counteranion Driven Homochiral Assembly of a Cationic C-3-Symmetric Gelator through Ion-Pair Assisted Hydrogen Bond. Maity, Arunava; Gangopadhyay, Monalisa; Basu, Arghya; Aute, Sunil; Babu, Sukumaran Santhosh; Das, Amitava. *Journal of the American Chemical Society*, **2016**, 138(35), 11113-11116.
40. Nano-crystalline, mesoporous aerogel sulfated zirconia as an efficient catalyst for esterification of stearic acid with methanol. Saravanan, K; Tyagi, Beena; Bajaj, Hari C. *Applied Catalysis B-Environmental*, **2016**, 92, 161-170.





41. Reactive compatibilizer mediated precise synthesis and application of stimuli responsive polysaccharides-polycaprolactone amphiphilic co-network gels. Chandel, Arvind K. Singh; Bera, Anupam; Nutan, Bhingaradiya; Jewrajka, Suresh K. *Polymer*, **2016**, 99, 470-479.
42. Preparation of a Noncytotoxic Hemocompatible Ion Gel by Self-Polymerization of HEMA in a Green Deep Eutectic Solvent. Mukesh, Chandrakant; Upadhyay, Kapil K; Devkar, Ranjitsinh V; Chudasama, Nishith A; Raol, Gopalkumar G; Prasad, Kamalesh. *Macromolecular Chemistry and Physics*, **2016**, 217(17), 1899-1906.
43. Does orientation of raft helps in augmenting yield during lean period? A case study of *Gracilaria edulis* cultivation in open sea by vertical raft alignment along the south-eastern coast of India. Ashok, K. S; Harikrishna, P; Krishnan, M. Gobala; Saminathan, K. R; Monisha, N; Malarvizhi, J; Veeragurunathan, V; Mantri, Vaibhav A; Rajasankar, *Journal of Aquacultural Engineering*, **2016**, 74, 186-197.
44. In Vitro Inhibition of Cholera Toxin Production in *Vibrio cholerae* by Methanol Extract of Sweet Fennel Seeds and Its Components. Chatterjee, Shruti; Zahid, M. Shamim Hasan; Awasthi, Sharda Prasad; Chowdhury, Nityananda; Asakura, Masahiro; Hinenoya, Atsushi; Ramamurthy, T; Iwaoka, Emiko; Aoki, Shunji; Yamasaki, Shinji. *Japanese Journal of Infectious Diseases*, **2016**, 69(5), 384-389.
45. GSH Induced Controlled Release of Levofloxacin from a Purpose-Built Prodrug: Luminescence Response for Probing the Drug Release in *Escherichia coli* and *Staphylococcus aureus*. Pal, Suman; Ramu, Vadde; Taye, Nandaraj; Mogare, Devraj G; Yeware, Amar M; Sarkar, Dhiman; Reddy, D. Srinivasa; Chattopadhyay, Samit; Das, Amitava. *Bioconjugate Chemistry*, **2016**, 27(9), 2062-2070.
46. Bioprospecting of Halotolerant Bacterial Isolates for Potassium Recovery from K-Feldspar. Bachani, Pooja; Bhattacharya, Sourish; Jain, Deepti; Patidar, Shailesh Kumar; Soundarya, Rajapitamahuni; Tirkey, Sushma Rani; Ranawat, Bablesh; Bharadwaj, S. V. Vamsi; Mishra *Chemical Engineering & Technology*, **2016**, 39(9) SI, 1645-1652.
47. Ammonium Bicarbonate as Nutrient Substitute for Improving Biomass Productivity of *Chlorella variabilis*. Bhattacharya, Sourish; Soundarya, Ramya; Mishra, Sandhya. *Chemical Engineering & Technology*, **2016**, 39(9) SI, 1738-1742.
48. Stoichiometry Controlled Structural Variation in Three-Dimensional Zn(II)-Frameworks: Single-Crystal to Single-Crystal Transmetalation and Selective CO<sub>2</sub> Adsorption. De, Dinesh; Neogi, Subhadip; Bharadwaj, Parimal K. *Crystal Growth & Design*, **2016**, 16(9), 5238-5246.
49. Histo-chemical and biochemical analysis reveals association of *erl* mediated powdery mildew resistance and redox balance in pea. Mohapatra, Chinmayee; Chand, Ramesh; Navathe, Sudhir; Sharma, Sandeep. *Plant Physiology and Biochemistry*, **2016**, 106, 54-63.



50. A novel transcription factor-like gene SbSDR1 acts as a molecular switch and confers salt and osmotic endurance to transgenic tobacco. Singh, Vijay Kumar; Mishra, Avinash; Haque, Intesaful; Jha, Bhavanath. *Scientific Reports*, **2016**, 6, 31686.
51. New Dimensions of Research on Actinomyces: Quest for Next Generation Antibiotics. Jose, Polpass Arul; Jha, Bhavanath. *Frontiers in Microbiology*, **2016**, 7, 1295.
52. Probing the Recognition of Halide and OxyAnions in the Polarprotic and Polaraprotic Solvent Mediums with Neutral UreaBased Receptors: A Computational Study. Sahu, Debashis; Ganguly, Bishwajit. *ChemistrySelect*, **2016**, 1(13), 3762-3769.
53. Synergistic Effect of Cellulose Nanowhiskers Reinforcement and Dicarboxylic Acids Crosslinking towards Polyvinyl Alcohol Properties. Sonker, Amit Kumar; Tiwari, Naveen; Nagarale, Rajaram Krishna; Verma, Vivek. *Journal of Polymer Science Part A-Polymer Chemistry*, **2016**, 54(16), 2515-2525.
54. A Partially Fluorinated, Water-Stable Cu(II)-MOF Derived via Transmetalation: Significant Gas Adsorption with High CO<sub>2</sub> Selectivity and Catalysis of Biginelli Reactions. Pal, Tapan K; De, Dinesh; Senthilkumar, S; Neogi, Subhadip; Bharadwaj, Parimal K. *Inorganic Chemistry*, **2016**, 55(16), 7835-7842.
55. AIBN-promoted amidation of anilines with 1, 3-diketones via oxidative cleavage of C-C bond under aerobic conditions. Rao, Sadu Nageswara; Mohan, Darapaneni Chandra; Adimurthy, Subbarayappa. *Tetrahedron*, **2016**, 72(32), 4889-4894.
56. Treatment of wastewater containing volatile organics using hollow fibre PDMS-polysulfone membrane system: recovery of organics and water reclamation. Rajai, Bhavika H; Kansara, Ankit M; Singh, Puyam S. *Current Science*, **2016**, 111(3), 517-523.
57. Coordinatively Unsaturated Lanthanide (III) Helicates: Luminescence Sensors for Adenosine Monophosphate in Aqueous Media. Sahoo, Jashobanta; Arunachalam, Rajendran; Subramanian, Palani S; Suresh, Eringathodi; Valkonen, Arto; Rissanen, Kari; Albrecht, Markus. *Angewandte Chemie-International Edition*, **2016**, 55(33), 9624-9628.
58. Synthesis of functionalized N-doped graphene DNA hybrid material in a deep eutectic solvent. Bhatt, Jitkumar; Mondal, Dibyendu; Devkar, Ranjitsinh V; Prasad, Kamalesh. *Green Chemistry*, **2016**, 18(15), 4297-4302.
59. Anti-hyperglycemic effect of aqueous extract of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex. P. Silva in alloxan-induced diabetic rats. Cyriac, Biji; Eswaran, K. *Journal of Applied Phycology*, **2016**, 28(4), 2507-2513.
60. Genetic variability, character association and divergence studies in *Jatropha curcas* for improvement in oil yield. Singh, Sarnam; Prakash, Aruna; Chakraborty, N. R.;





- Wheeler, Candace; Agarwal, P. K.; Ghosh, Arup. *Trees-Structure and Function*, **2016**, 30(4), 1163-1180.
61. Esterification of stearic acid with methanol over mesoporous ordered sulfated ZrO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> mixed oxide aerogel catalyst. Saravanan, K; Tyagi, Beena; Bajaj, Hari C. *Journal of Porous Materials*, **2016**, 23(4), 937-946.
  62. p-Toluene sulfonic acid (PTSA)-MCM-41 as a green, efficient and reusable heterogeneous catalyst for the synthesis of jasminaldehyde under solvent-free condition. Ganga, Venkata Subba Rao; Abdi, Sayed H. R.; Kureshy, Rukhsana I; Khan, Noor-ul H; Bajaj, Hari C. *Journal of Molecular Catalysis A-Chemical*, **2016**, 420, 264-271.
  63. Applications of de-oiled microalgal biomass towards development of sustainable biorefinery. Maurya, Rahulkumar; Paliwal, Chetan; Ghosh, Tonmoy; Pancha, Imran; Chokshi, Kaumeel; Mitra, Madhusree; Ghosh, Arup; Mishra, Sandhya. *Bioresource Technology*, **2016**, 214, 787-796.
  64. Trait selection by path and principal component analysis in *Jatropha curcas* for enhanced oil yield. Singh, Sarnam; Prakash, Aruna; Chakraborty, N. R; Wheeler, Candace; Agarwal, P. K; Ghosh, Arup. *Industrial Crops and Products*, **2016**, 86, 173-179.
  65. Thermophysical, acoustic and optical properties of binary mixtures of imidazolium based ionic liquids plus polyethylene glycol. Patel, Heta; Vaid, Zuber S; More, Utkarsh U; Ijardar, Sushma P; Malek, Naved I. *Journal of Chemical Thermodynamics*, **2016**, 99, 40-53.
  66. An integrated process for the extraction of fuel and chemicals from marine macroalgal biomass. Trivedi, Nitin; Baghel, Ravi S; Bothwell, John; Gupta, Vishal; Reddy, C. R. K; Lali, Arvind M; Jha, Bhavanath. *Scientific Reports*, **2016**, 6, 30728.
  67. Iodine-catalyzed [3+2] cyclization of 2-pyridylesters and chalcones: metal-free approach for the synthesis of substituted indolizines. Reddy, N. Naresh Kumar; Donthiri, Ramachandra Reddy; Ravi, Chitrakar; Adimurthy, Subbarayappa. *Tetrahedron Letters*, **2016**, 57(30), 3243-3246.
  68. An Ultrahydrophobic Fluorous Metal-Organic Framework Derived Recyclable Composite as a Promising Platform to Tackle Marine Oil Spills. Mukherjee, Soumya; Kansara, Ankit M; Saha, Debasis; Gonnade, Rajesh; Mullangi, Dinesh; Manna, Biplob; Desai, Aamod V; Thorat, Shridhar H; Singh, Puyam S.; Mukherjee, Arnab; Ghosh, Sujit K. *Chemistry-A European Journal*, **2016**, 22(31), 10937-10943.
  69. In planta Transformed Cumin (*Cuminum cyminum* L.) Plants, Overexpressing the SbNHX1 Gene Showed Enhanced Salt Endurance. Pandey, Sonika; Patel, Manish Kumar; Mishra, Avinash; Jha, Bhavanath. *Plos One*, **2016**, 11(7) 0159349 (18 pp).



70. Extraction of potassium from K-feldspar through potassium solubilization in the halophilic *Acinetobacter soli* (MTCC 5918) isolated from the experimental salt farm. Bhattacharya, Sourish; Bachani, Pooja; Jain, Deepti; Patidar, Shailesh Kumar; Mishra, Sandhya. *International Journal of Mineral Processing*, **2016**, 152, 53-57.
71. Synthesis of 2-Arylbenzoxazoles by Heterogeneous gamma-MnO<sub>2</sub> Catalyzed Redox Reaction of o-Nitrophenol with Benzyl Alcohols or Benzyl Amines. Sen, Chiranjit; Sahoo, Tapan; Galani, Sunil M; Panda, A. B; Ghosh, Subhash C. *ChemistrySelect*, **2016**, 1(10), 2542-2547.
72. Synthesis and characterization of proton exchange membrane prepared from poly (phenylene oxide) and poly (vinyl alcohol). Sachan, Vinay K.; Rajesh, A. Michael; Nagarale, Rajaram K.; Bhattacharya, P. K. *Journal of the Indian Chemical Society*, **2016**, 93(7), 693-702.
73. Degradation and mineralization of aqueous nitrobenzene using ETS-4 photocatalysis, Surolia, Praveen K.; Jasra, Raksh V. *Desalination and Water Treatment*, **2016**, 57(34), 15989-15998.
74. Phase and composition selective superior cholesterol sensing performance of ZnO@ZnS nano-heterostructure and ZnS nanotubes. Giri, Arnab Kanti; Charan, Chumki; Ghosh, Subhash Chandra; Shahi, Vinod K; Panda, Asit Baran. *Sensors and Actuators B-Chemical*, **2016**, 229, 14-24.
75. Ultrasensitive electrochemical immunoassay for surface array protein, a *Bacillus anthracis* biomarker using Au-Pd nanocrystals loaded on boron-nitride nanosheets as catalytic labels. Sharma, Mukesh Kumar; Narayanan, J.; Pardasani, Deepak; Srivastava, Divesh N.; Upadhyay, Sanjay; Goel, Ajay Kumar. *Biosensors & Bioelectronics*, **2016**, 80, 442-449.
76. A SNARE-Like Superfamily Protein SbSLSP from the Halophyte *Salicornia brachiata* Confers Salt and Drought Tolerance by Maintaining Membrane Stability, K<sup>+</sup>/Na<sup>+</sup> Ratio, and Antioxidant Machinery. Singh, Dinkar; Yadav, Narendra Singh; Tiwari, Vivekanand; Agarwal, Pradeep K; Jha, Bhavanath. *Frontiers in Plant Science*, **2016**, 7, 737.
77. Effect of seaweed saps derived from two marine algae *Kappaphycus* and *Gracilaria* on growth and yield improvement of blackgram. Pramanick, Biswajit; Brahmachari, Koushik; Ghosh, Arup; Zodape, S. T. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, **2016**, 45(6), 789-794.
78. Development of *Jatropha* hybrids with enhanced growth, yield and oil attributes suitable for semi-arid wastelands. Prakash, Aruna R; Singh, Samam; Prakash, Ch. Ravi; Ghosh, Arup; Agarwal, Pradeep K. *Agroforestry Systems*, **2016**, 90(3), 541-553.
79. Does the position of the electron-donating nitrogen atom in the ring system influence the efficiency of a dye-sensitized solar cell? A computational study. Biswas, Abul





- Kalam; Barik, Sunirmal; Das, Amitava; Ganguly, Bishwajit. *Journal of Molecular Modeling*, **2016**, 22(6), 121.
80. Facile synthesis of  $\text{TiO}_2/\text{ZnFe}_2\text{O}_4$  nanocomposite by sol-gel auto combustion method for superior visible light photocatalytic efficiency. Natarajan, Kalithasan; Singh, Puspendra; Bajaj, Hari Chand; Tayade, Rajesh Jagannath. *Korean Journal of Chemical Engineering*, **2016**, 33(6), 1788-1798.
  81. Sustainable enhancement in yield and quality of rain-fed maize through *Gracilaria edulis* and *Kappaphycus alvarezii* seaweed sap. Singh, S; Singh, M. K; Pal, S. K; Trivedi, K; Yesuraj, D; Singh, C. S; Anand, K. G. Vijay; Chandramohan, M; Patidar, R; Kubavat, D; Zodape, S. T; Ghosh, Arup. *Journal of Applied Phycology*, **2016**, 28(3), 2099-2112.
  82. Chemical fixation of  $\text{CO}_2$  to cyclic carbonates using Al (III) beta-aminoalcohol based efficient catalysts: An experimental and computational studies. Verma, Shailesh; Si, Mrinal Kanti; Kureshy, Rukhsana I.; Nazish, Mohd; Kumar, Manish; Khan, Noor-ul H.; Abdi, Sayed H. R.; Bajaj, Hari C.; Ganguly, Bishwajit. *Journal of Molecular Catalysis A-Chemical*, **2016**, 417, 135-144.
  83. Evolution of rhodium (III) and iridium (III) chelates as metallonucleases Vekariya, Pankajkumar A; Karia, Parag S; Vaghasiya, Jayraj V; Soni, Saurabh; Suresh, E; Patel, Mohan N. *Polyhedron*, **2016**, 110, 73-84.
  84. Experimental evidence for the participation of deep eutectic solvents in silver chloride crystal formation at low temperature. Bhatt, Jitkumar; Mondal, Dibyendu; Prasad, Kamallesh. *Journal of Crystal Growth*, **2016**, 442, 95-97.
  85. Charge Delocalization in the Cascade Band Structure  $\text{CdS}/\text{CdSe}$  and  $\text{CdS}/\text{CdTe}$  Core-Shell Sensitized with  $\text{Re(I)}$ -Polypyridyl Complex. Maity, Partha; Debnath, Tushar; Banerjee, Tanmay; Das, Amitava; Ghosh, Hirendra N. *Journal of Physical Chemistry C*, **2016**, 120(18), 10051-10061.
  86. Tuning the physicochemical properties of protic-aprotic ionic liquids upon reciprocal binary mixing. Bharmoria, Pankaj; Trivedi, Tushar J; Malek, Naved I; Kumar, Arvind. *Indian Journal of Chemistry Section. A-Inorganic Bio-Inorganic Physical Theoretical & Analytical Chemistry*, **2016**, 55(5), 544-553.
  87. Thermodynamic investigations of protein's behaviour with ionic liquids in aqueous medium studied by isothermal titration calorimetry. Bharmoria, Pankaj; Kumar, Arvind. *Biochimica Et Biophysica Acta-General Subjects*, **2016**, 1860(5) SI, 1017-1025.
  88. Fluorescent carbon nanoparticles as label-free recognizer of  $\text{Hg}^{2+}$  and  $\text{Fe}^{3+}$  through effective fluorescence quenching in aqueous media. Patidar, Rajesh; Rebarry, Babulal; Bhadu, Gopala Ram; Paul, Parimal. *Journal of Luminescence*, **2016**, 173, 243-249.



89. Hydrolysate of lipid extracted microalgal biomass residue: An algal growth promoter and enhancer. Maurya, Rahulkumar; Paliwal, Chetan; Chokshi, Kaumeel; Pancha, Imran; Ghosh, Tonmoy; Satpati, Gour Gopal; Pal, Ruma; Ghosh, Arup; Mishra, Sandhya. *Bioresource Technology*, **2016**, 207, 197-204.
90. Tuning the strain effect to induce selectivity through intramolecular nitrene insertion into an adjacent methoxy C-H bond leading to form a new benzoxazole: experimental and computational studies. Eswaran, Sambasivan V; Kaur, Divneet; Khamaru, Krishnendu; Prabhakar, Sripadi; Sony, T; Raghunathan, Partha; Ganguly, Bishwajit. *Tetrahedron Letters*, **2016**, 57(17), 1899-1902.
91. Preparation of a natural deep eutectic solvent mediated self-polymerized highly flexible transparent gel having super capacitive behavior. Chandrakant Mukesh, Rajeev Gupta, Divesh N. Srivastava, Sanna Kotrappanavar Nataraj, Kamalesh Prasad. *RSC Adv.*, **2016**, 06, 28586-28592.
92. Aqueous micellar solution to control non-solvent-solvent exchange during phase inversion process of polysulfone membrane preparation resulting in membranes of different pore structures. Singh, Puyam S.; Singh, Kripal. *Current Science*, **2016**, 110(8), 1485-1494.
93. Overexpression of a Cytosolic Abiotic Stress Responsive Universal Stress Protein (SbUSP) Mitigates Salt and Osmotic Stress in Transgenic Tobacco Plants. Udawat, Pushpika; Jha, Rajesh K; Sinha, Dinkar; Mishra, Avinash; Jha, Bhavanath. *Frontiers in Plant Science*, **2016**, 7, 518.
94. Phenyliodonium Diacetate Mediated Oxidative Functionalization of Styrenes with Molecular Oxygen: Synthesis of  $\alpha$ -Oxygenated Ketones. Samanta, Supravat; Donthiri, Ramachandra Reddy; Ravi, Chitrakar; Adimurthy, Subbarayappa. *Journal of Organic Chemistry*, **2016**, 81, 8, 3457-3463.
95. Enantioselective hydrophosphonylation of N- benzyl imines, isatin derived ketimines and isatins catalyzed by in-situ generated Ti (IV) macrocyclic salen complexes. Nazish, Mohd; Jakhar, Ajay; Khan, Noor-ul H; Verma, Shailesh; Kureshy, Rukhsana I; Abdi, Sayed H. R; Bajaj, Hari C. *Applied Catalysis A-General*, **2016**, 515, 116-125.
96. Rhodium (II) acetate catalysed intramolecular cyclopropanation followed by ring opening of furan toward oxindole incorporated macrocycles. Muthusamy, Sengodagounder; Balasubramani, Alagesan; Suresh, Eringathodi. *Tetrahedron*, **2016**, 72(14), 1749-1757.
97. Non-targeted Metabolite Profiling and Scavenging Activity Unveil the Nutraceutical Potential of Psyllium (*Plantago ovata* Forsk). Patel, Manish K; Mishra, Avinash; Jha, Bhavanath. *Frontiers in Plant Science*, **2016**, 7, 431.
98. Impact of foliar application of seaweed saps on yield, nodulation and nutritional quality in green gram (*Vigna radiata* L). Raverkar, K. P; Parcek, Navneet; Chandra,





- Ramesh; Chauhan, Swati; Zodape, S. T.; Ghosh, A. *Legume Research*, **2016**, 39(2), 315-318.
99. Demonstration of 11-21-Membered Intramolecular Sulfonium Ylides: Regio- and Diastereoselective Synthesis of Spiro-Oxindole-Incorporated Macrocycles. Muthusamy, Sengodagounder; Selvaraj, Karuppu; Suresh, Eringathodi. *European Journal of Organic Chemistry*, **2016**, 10, 1849-1859.
100. Microalgal carotenoids: Potential nutraceutical compounds with chemotaxonomic importance. Paliwal, Chetan; Ghosh, Tonmoy; George, Basil; Pancha, Imran; Maurya, Rahulkumar; Chokshi, Kaumcel; Ghosh, Arup; Mishra, Sandhya. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*, **2016**, 15, 24-31.
101. Seasonal studies on field cultivation of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty on the northwest coast of India. Kumar, K. Suresh; Ganesan, K; Rao, P. V. Subba; Thakur, M. C. *Journal of Applied Phycology*, **2016**, 28(2), 1193-1205.
102. An orthogonal design to optimize seed production, out-planting, and cultivation of the industrially overexploited red alga *Gracilaria edulis* (Rhodophyta). Ashok, K. S; Yadav, Suman; Saminathan, K. R.; Monisha, N.; Malarvizhi, J; Ganesan, M; Mantri, Vaibhav A. *Journal of Applied Phycology*, **2016**, 28(2), 1215-1223.
103. Specific Detection of Picric Acid and Nitrite in Aqueous Medium Using Flexible Eu (III)-Based Luminescent Probe Sahoo; Waghmode, SB; Subramanian, PS; Albrecht, M. *ChemistrySelect*, **2016**, 1(9), 1943-1948.
104. Synthesis of Indole Annulated [1,3]-Thiazaheterocycles and-macrocycles via Ring-Closing Metathesis Muthusamy, Sengodagounder; Kumar, Muniyappankovilhottam Devaraj Senthil; Suresh, E. *ChemistrySelect*, **2016**, 1(11), 2603-2609.
105. Nano-structured Magnesium Oxide as Efficient Recyclable Catalyst for Knoevenagel and Claisen-Schmidt Condensation Reactions. Roy, Biplab; Roy, Anupam Singha; Panda, Asit B; Islam, Sk. Manirul; Chattopadhyay, Asoke P. *ChemistrySelect*, **2016**, 1(15), 4778-4784.
106. Syntheses and Structural Analyses of New 3D Isostructural Zn(II) and Cd(II) Luminescent MOFs and their Application Towards Detection of Nitroaromatics in Aqueous Media. Parmar, Bhavesh; Rachuri, Yadagiri; Bisht, Kamal Kumar; Suresh, Eringathodi. *ChemistrySelect*, **2016**, 1(19), 6308-6315.
107. F-free synthesis of MIL-101(Cr) and its hydrogen adsorption studies. Rallapalli, Phani B. S.; Raj, Manoj C.; Senthilkumar, S.; Somani, Rajesh S.; Bajaj, Hari C. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, **2016**, 35(2), 461-468.
108. Efficient and Cost-Effective Way for the Conversion of Potassium Nitrate from Potassium Chloride Using Electrodialysis. Sharma, Prem P.; Gahlot, Swati; Rajput, Abhishek; Patidar, Rajesh; Kulshrestha, Vaibhav. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **2016**, 4(6), 3220-3227.



109. Synthesis of Cyclopentachromans by N-Heterocyclic Carbene-Mediated Homoenolate Annulation of Chroman-3-ene-4-ones. Krishnan, Jagadeesh; Sinu, C. R.; Anusree, M.; Lakshmi, K. C. Seetha; Mayadevi, T. S; Eringathodi, Suresh; Nair, Vijay. *Asian Journal of Organic Chemistry*, **2016**, 5 (6), 778-785.
110. Deep eutectic solvents as efficient solvent system for the extraction of k-carrageenan from *Kappaphycus alvarezii*. Arun Kumar Das, Mukesh Sharma, Dibyendu Mondal, Kamallesh Prasad. *Carbohydrate Polymers*. **2016**, 136, 930-935.
111. Direct fertigation with brackish water by a forward osmosis system converting domestic reverse osmosis module into forward osmosis membrane element. Raval, Hiren D.; Koradiya, Pratik. *Desalination and Water Treatment*, **2016**, 57(34), 15740-15747.
112. MSAP marker-based DNA methylation study in *Salicornia brachiata* DREB2A transgenic tobacco. More P., Mastan S., Agarwal P., Agarwal P. K. *Plant Gene* **2016**, 6, 77-81.
113. *Jatropha curcas* pathogenesis related-10a protein: A jack of many trades via cytokinin signaling. Agarwal P., Agarwal P. K. *Cloning & Transgenesis* **2016**, 5, 1.
114. Deep eutectic solvent promoted one step sustainable conversion of fresh seaweed biomass to functionalized graphene as potential electrocatalyst. Dibyendu Mondal, Mukesh Sharma, Chen-Hao Wang, Yu-Chuan Lin, Hsin-Chih Huang, Arka Saha, Sanna Kotrappanavar Nataraj, Kamallesh Prasad. *Green Chemistry*, **2016**, 18, 2819-2826.
115. Suitability of bio-based ionic liquids for the extraction and purification of IgG antibodies. Dibyendu Mondal, Mukesh Sharma, Maria V. Quental, Ana P. M. Tavares, Kamallesh Prasad, Mara G. Freire. *Green Chemistry*, **2016**, 18, 6071-6081.
116. Biomass derived solvents for the scalable production of single layered graphene from graphite. Mukesh Sharma, Dibyendu Mondal, Nripat Singh, Kamallesh Prasad *Chemical Communications* **2016**, 52, 9074-9077. [ChemComm Emerging Investigators 2016 issue]
117. Synthesis and Characterization of Ln(III) Complexes and its Luminescence Properties. Sahoo, Jashobanta; Subramanian, P. S.; Jaiswar, Santlal. *Journal of Fluorescence*, **2016**, 26(4), 1341-1347.
118. Binuclear Cu (II) chiral complexes: Synthesis, characterization and its application in enantioselective nitroaldol (Henry) reaction. E. Chinnaraja, R. Arunachalam, Manoj K. Chaudhri, R. I. Kureshy, P. S. Subramanian. *Appl Organometal Chem*. **2016**, 30 (2) 95-101.
119. Bifunctional organocatalysts for the synthesis of jasminaldehyde and their derivatives. Ganga, Venkata Subba Rao; Abdi, Sayed H. R.; Kureshy, Rukhsana I.;





- Khan, Noor-ul H.; Bajaj, Hari C. Indian Journal of Chemistry Section A-Inorganic Bio-Inorganic Physical Theoretical & Analytical Chemistry, **2016**, 55(8), 950-955.
120. Insights into the role of seaweed *Kappaphycus alvarezii* sap towards phytohormone signalling and regulating defence responsive genes in *Lycopersicon esculentum*. Agarwal, Parinita; Patel, Khantika; Das, Arun K.; Ghosh, Arup; Agarwal, Pradcep K. Journal of Applied Phycology, **2016**, 28(4), 2529-2537.
121. Recyclable chiral Cu(II) macrocyclic salen complex catalyzed enantioselective aza-Henry reaction of isatin derived N-Boc ketimines and its application for the synthesis of beta-diamine. Menapara, Tusharkumar; Choudhary, Manoj K.; Tak, Rajkumar; Kureshy, Rukhsana I.; Khan, Noor-ul H.; Abdi, Sayed H. R. Journal of Molecular Catalysis A-Chemical, **2016**, 421, 161-166.
122. Effects of seawater irrigation on soil microbial community structure and physiological function. Chaudhary, Doongar R.; Rathore, Aditya P.; Jha, Bhavanath. International Journal of Environmental Science and Technology, **2016**, 13(9), 2199-2208.
123. Rhodium complexes supported on nanoporous activated carbon for selective hydroformylation of olefins. Ganga, Venkata Subba Rao; Dabbawala, Aasif A.; Munusamy, K.; Abdi, Sayed H. R.; Kureshy, Rukhsana I.; Khan, Noor-ul H.; Bajaj, Hari C. Catalysis Communications, **2016**, 84, 21-24.
124. Al-intercalated acid activated bentonite beads for the removal of aqueous phosphate. Pawar, Radheshyam R.; Gupta, Prabuddha; Lalhmunsiam; Bajaj, Hari C.; Lee, Seung-Mok. Science of the Total Environment, **2016**, 572, 1222-1230.
125. Sulfonated Polysulfone- Preparative routes and applications in membranes used for pressure driven techniques. Romil Mehta, Paramita Manna, A. Bhattacharya. Macromol. Sci.: Pure Appl. Chem. A . **2016** 53(10) 644-652.
126. Efficient bipolar membrane with protein interfacial layer for optimal water splitting. Manohar, Murl; Shukla, Geetanjali; Pandey, Ravi P.; Shahi, Vinod K. Journal of Industrial and Engineering Chemistry, **2017**, 47, 141-149.
127. Remarkable catalytic synergism of alumina, metal salt and solvent for conversion of biomass sugars to furan compounds. Sampath, Gajula; Srinivasan, Kannan. Applied Catalysis A-General **2017**, 533, 75-80.
128. Antioxidant Activities, Metabolic Profiling, Proximate Analysis, Mineral Nutrient Composition of *Salvadora persica* Fruit Unravel a Potential Functional Food and a Natural Source of Pharmaceuticals. Kumari, Asha; Parida, Asish K; Rangani, Jaykumar; Panda, Ashok. Frontiers in Pharmacology, **2017**, 8, 61 (18 pp).
129. Synthesis and characterization of seaweed cellulose derived carboxymethyl cellulose. Lakshmi, Duraikkannu Shanthana; Trivedi, Nitin; Reddy, C. R. K. Carbohydrate Polymers, **2017**, 157, 1604-1610.



130. Cross-Linked Biopolymer Stabilized Exfoliated Titanate Nanosheet-Supported AgNPs: A Green Sustainable Ternary Nanocomposite Hydrogel for Catalytic and Antimicrobial Activity. Sarkar, Amit Kumar; Saha, Arka; Midya, Lipi; Banerjee, Chiranjib; Mandre, Narayan; Panda, Asit Baran; Pal, Sagar. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **2017**, 5(2), 1881-1891.
131. Very High Concentration Solubility and Long-Term Stability of DNA in an Ammonium-Based Ionic Liquid: A Suitable Medium for Nucleic Acid Packaging and Preservation. Singh, Nripat; Sharma, Mukesh; Mondal, Dibyendu; Pereira, Matheus M.; Prasad, Kamalesh *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **2017**, 5(12), 1998-2005.
132. Design, synthesis and cytotoxicity studies of novel pyrazolo[1, 5-a] pyridine derivatives. Ravi, Chitrakar; Qayum, Arem; Mohan, Darapaneni Chandra; Singh, Shashank K; Adimurthy, Subbarayappa. *European Journal of Medicinal Chemistry*, **2017**, 126, 277-285.
133. Multifunctionalization of Poly(vinylidene fluoride)/Reactive Copolymer Blend Membranes for Broad Spectrum Applications. Bhalani, Dixit V; Bera, Anupam; Chandel, Arvind K. Singh; Kumar, Sweta B; Jewrajka, Suresh K. *ACS Applied Materials Interfaces*, **2017**, 9 (3), 3102-3112.
134. Silver nanoparticles ensemble with Zn(II) complex of terpyridine as a highly sensitive colorimetric assay for the detection of Arginine. Velugula, Krishna; Chinta, Jugun Prakash. *Biosensors & Bioelectronics*, **2017**, 87, 271-277.
135. Eco-friendly, green and sustainable endo-templated in-situ synthesis of MgO-incorporated carbon from sea salt: An efficient heterogeneous base catalyst. Sawant, Sandesh Y; Senthilkumar, S; Somani, Rajesh S; Cho, Moo Hwan; Bajaj, Hari C. *Materials Letters*, **2017**, 187, 72-75.
136. Pd-Catalyzed oxidative annulation of enamides with diazabicyclic olefins: rapid access to cyclopentene fused 2-pyrrolines. Santhini, P. V; Nimisha, G; John, Jubi; Suresh, E; Varma, R. Luxmi; Radhakrishnan, K. *Chemical Communications*, **2017**, 53(11), 1848-1851.
137. Taste masking of azithromycin by resin complex and sustained release through interpenetrating polymer network with functionalized biopolymers. Rajesh, A. Michael; Popat, Kiritkumar Mangaldas. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, **2017**, 43(5), SI, 732-741.
138. Spatial and halophyte-associated microbial communities in intertidal coastal region of India. Chaudhary, Doongar R; Rathore, Aditya P; Kumar, Raghawendra; Jha, Bhavanath. *International Journal of Phytoremediation*, **2017**, 19(5), 478-489.
139. An adsorption study of  $\text{Sr}^{2+}$  from saline sources by coconut shell charcoal. Gogda, Azaz A; Patidar, Patidar, Rajesh; Rebary, Rebary, Babulal. *Journal of Dispersion Science and Technology*, **2017**, 38(8), 1162-1167.





140. Geological Introduction to Strontium-Rich Sub-soil Brine with Emphasis on the Little Rann of Kutch and Bhavnagar, Gujarat. Gogda, Azaz A; Patidar, Rajesh; Rebary, Babulal. *Journal of the Geological Society of India*, **2017**, 89(1), 82-86.
141. Asymmetric Catalytic Syntheses of Pharmaceutically Important beta-Amino-alpha-Hydroxyl Esters by Enantioselective Aminolysis of Methyl Phenylglycidate. Tak, Rajkumar; Kumar, Manish; Menapara, Tusharkumar; Choudhary, Manoj Kumar; Kureshy, Rukhsana I; Khan, Noor-ul H. *ChemCatChem*, **2017**, 9(2), 322-328.
142. A DFT study to design super- and hyperacids with 1-(cyclopenta-2,4-dien-1-yl)-4-nitrobenzene and 3-(cyclopenta-2,4-dien-1-ylmethylene)-6-methylenecyclohexa-1,4-diene molecules. Si, Mrinal Kanti; Ganguly, Bishwajit. *New Journal of Chemistry*, **2017**, 41(4), 1425-1429.
143. Drug induced micelle-to-vesicle transition in aqueous solutions of cationic surfactants. Vaid, Zuber S; Kumar, Arvind; El Seoud, Omar A; Malek, Naved I. *RSC Advances*, **2017**, 7(7), 3861-3869.
144. *Jatropha curcas* micrografting modifies plant architecture and increases tolerance to abiotic stress: grafting modifies the architecture of *Jatropha curcas*. Singh, Aneesha; Agrawal, Pradeep Kumar. *Plant Cell Tissue and Organ Culture*, **2017**, 128(1), 243-246.
145. Effect of conformation, flexibility and intramolecular interaction on ion selectivity of calix[4]arene-based anion sensors: experimental and computational studies. Maity, Debdeep; Bhatt, Madhuri; Desai, Mittal L.; Suresh, E.; Si, Mrinal Kanti; Boricha, Vinod P.; Ganguly, Bishwajit; Paul, Parimal. *Supramolecular Chemistry*, **2017**, 29(8), 600-615.
146. Hydrothermally Synthesized Reduced Graphene Oxide-NiWO<sub>4</sub> Nanocomposite for Lithium-Ion Battery Anode. Kumar, Rudra; Gupta, Prashant Kumar; Agrawal, Aman; Nagarale, Rajaram K.; Sharma, Ashutosh. *Journal of Electrochemical Society*, **2017**, 164(4), A785-A795.
147. ZnO Nanoparticle-Catalyzed Multicomponent Reaction for the Synthesis of 1,4-Diaryl Dihydropyridines. Reen, Gagandeep Kour; Ahuja, Monika; Kumar, Ashok; Patidar, Rajesh; Sharma, Pratibha. *Organic Preparations and Procedures International*, **2017**, 49(3), 273-286.
148. Graphene oxide based nanohybrid proton exchange membranes for fuel cell applications: An overview. Pandey, Ravi P.; Shukla, Gectanjali; Manohar, Murli; Shahi, Shahi, Vinod K. *Advances in colloid and interface science*, **2017**, 240, 15-30.
149. Revealing Germylene Compounds to Attain Superbasicity with Sigma Donor Substituents: A Density Functional Theory Study. Biswas, Abul Kalam; Ganguly, Bishwajit. *Chemistry-A European Journal*, **2017**, 23(11), 2700-2705.



150. In vivo and in vitro taste masking of ofloxacin and sustained release by forming interpenetrating polymer network beads. Rajesh, A. Michael; Popat, Kiritkumar Mangaldas. *Pharmaceutical Development and Technology*, **2017**, 22(1), 26-34.
151. An appraisal on commercial farming of *Kappaphycus alvarezii* in India: success in diversification of livelihood and prospects. Mantri, Vaibhav A.; Eswaran, K.; Shanmugam, M.; Ganesan, M.; Veeragurunathan, V.; Thirupathi, S.; Reddy, Reddy, C. R. K.; Seth, Abhiram. *Journal of Applied Phycology*, **2017**, 29 (1), 335-357.
152. Visible-light- induced aerobic dioxygenation of styrenes under metal- and additive-free ambient. Samanta, Supravat; Ravi, Chitrakar; Joshi, Abhisck; Pappula, Venkatanarayana; Adimurthy, Subbarayappa. *Tetrahedron Letters*, **2017**, 8, 721-725.
153. Synthesis and tailoring the degradation of multi-responsive amphiphilic conetwork gels and hydrogels of poly(beta-amino ester) and poly(amido amine). Nutan, Bhingaradiya; Chandel, Arvind K. Singh; Bhalani, Dixit V.; Jewrajka, Suresh K. *Polymer*, **2017**, 111, 265-274.
154. Proton-Coupled Electron-Transfer Processes in Ultrafast Time Domain: Evidence for Effects of Hydrogen-Bond Stabilization on Photoinduced Electron Transfer. Dey, Ananta; Dana, Jayanta; Aute, Sunil; Maity, Partha; Das, Amitava; Ghosh, Hirendra N. *Chemistry-A European Journal*, **2017**, 23(14), 3455-3465.
155. Effect of Foliar Application of Femi Grow on Female Flowers, Fruit Set and Seed Yield of *Jatropha Curcas* L. Singh, S.; Prakash, A. R.; Prakash, R.; Ghosh, A.; Agarwal, P. K. *Journal of Scientific & Industrial Research*, **2017**, 76(3), 179-183.
156. Multiresponsive Adenine-Based Luminescent Zn(II) Coordination Polymer for Detection of  $Hg^{2+}$  and Trinitrophenol in Aqueous Media. Rachuri, Yadagiri; Parmar, Bhavesh; Bisht, Kamal Kumar; Suresh, Eringathodi. *Crystal Growth & Design*, **2017**, 17(3), 1363-1372.
157. N-(2-chloro-4-pyridyl)-N-phenylurea enhanced regeneration of *Jatropha curcas* leaf explants by high mineral acquisition. Singh, Aneesha. *Biologia*, **2017**, 72(3), 300-304.
158. Ruthenium/Iridium-Catalyzed C-2 Activation of Indoles with Bicyclic Olefins: An Easy Access to Functionalized Heterocyclic Motifs. Aparna, P. S.; Vijayan, Ajesh; Raveendran, Saran P.; Suresh, E.; Varma, R. Luxmi; Radhakrishnan, K. V. Synlett, **2017**, 28(5), 572-576.
159. Boron Trifluoride-Catalyzed Synthesis of 3-Alkylidene-3H-indole N-Oxides via Tandem Reaction of Propargylic Alcohols and Nitrosobenzenes. Muthusamy, Sengodagounder; Balasubramani, Alagesan; Suresh, Eringathodi. *Advanced Synthesis & Catalysis*, **2017**, 359(5), 786-790.
160. Mechanochemical and Conventional Synthesis of Zn(II)/Cd(II) Luminescent Coordination Polymers: Dual Sensing Probe for Selective Detection of Chromate





- Anions and TNP in Aqueous Phase. Parmar, Bhavesh; Rachuri, Yadagiri; Bisht, Kamal Kumar; Laiya, Ridhdi; Suresh, Eringathodi. *Inorganic Chemistry*, **2017**, 56(5), 2627-2638.
161. Concentrated colloidal solution system for preparation of uniform Zeolite-Y nanocrystals and their gas adsorption properties. Nakrani, Darshana; Belani, Mihir; Bajaj, Hari C.; Somani, Somani, Rajesh S.; Singh, Puyam S. *Microporous and Mesoporous Materials*, **2017**, 241, 274-284.
162. Solvothermal self-assembly of  $\text{Cd}^{2+}$  coordination polymers with supramolecular networks involving N-donor ligands and aromatic dicarboxylates: synthesis, crystal structure and photoluminescence studies. Rachuri, Yadagiri; Parmar, Bhavesh; Bisht, Kamal Kumar; Suresh, Eringathodi *Dalton. Transactions*, **2017**, 46(11), 3623-3630.
163. Regio-Selective C - H Halogenation of 8-Amido-Quinolines under Transition Metal Free Conditions. Sen, Chiranjit; Sahoo, Tapan; Ghosh, Subhash Chandra. *Chemistryselect*, **2017**, 2(9), 2745-2749.
164. Graphitic carbon coupled poly(anthraquinone) for proton shuttle flow-in-a-cell application. Mathi, Selvam; Kumar, Rudra; Nagarale, Rajaram K; Sharma, Ashutosh. *Physical Chemistry Chemical Physics*, **2017**, 19(12), 8447-8456.
165. Bionanomaterial Scaffolds for Effective Removal of Fluoride, Chromium, and Dye. Kumar, Anshu; Paul, Parimal; Nataraj, Sanna Kotrappanavar. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*, **2017**, 5(1), 895-903.
166. Investigation of particulate matter performances in relation to chalk selection in classroom environment. Goel, Sangita; Patidar, Rajesh; Baxi, Krushnakant; Thakur, Rajendra Singh. *Indoor and Built Environment*, **2017**, 26(1), 119-131.
167. Antifouling activities of pristine and nanocomposite chitosan/ $\text{TiO}_2$ /Ag films against freshwater algae. Natarajan, Saravanan; Lakshmi, Lakshmi, D. Shanthana; Bhuvaneshwari, M.; Iswarya, V.; Mrudula, P.; Chandrasekaran, N.; Mukherjee, Amitava. *RSC Advances*, **2017**, 7(44), 27645-27655.
168. Enhanced bacterial affinity of PVDF membrane: its application as improved seawater sampling tool for environmental monitoring. Kumar, Sweta Binod; Sharnagat, Preeti; Manna, Paramita; Bhattacharya, Amit; Halder, Soumya. *Environmental Science and Pollution Research*, **2017**, 24(6), 5831-5840.
169. Chemical derivatization of metabolite mass profiling of the recretohalophyte *Aeluropus lagopoides* revealing salt stress tolerance mechanism. Paidi M.K., Agarwal P., More P., Agarwal P. K. *Marine Biotechnology*. **2017**, 19(3), 207-218.
170. Drought responsive element binding transcription factors and their applications for the engineering of stress tolerance. Agarwal P. K., Gupta K., Lopato S., Agarwal P. *Journal of Experimental Botany*. **2017**, 68(9), 2135-2148.



171. H-beta zeolite catalysed synthesis of N-benzylbenzamide from benzonitrile and benzyl alcohol. Gosai, Kalpeshgiri A.; Bhatt, Adarsh S.; Belani, Mihir R.; Somani, R. S.; Bajaj, H. C. Indian Journal Of Chemistry Section A-Inorganic Bio-Inorganic Physical Theoretical & Analytical Chemistry, **2017**, 56(2), 220-225.
172. Tuning separation behavior of tailor-made thin film poly(pipercarbazone-amide) composite membranes for pesticides and salts from water. Mehta, Romil; Brahmabhatt, H.; Mukherjee, M; Bhattacharya, A. Desalination, **2017**, 404, 280-290.
173. Environmentally Benign Bioderived Carbon Microspheres-Supported Molybdena Nanoparticles as Catalyst for the Epoxidation Reaction. Doke, Dhananjay S; Umbarkar, Shubhangi B; Gawande, Manoj B; Zbori, Radek; Biradar, Ankush V. ACS Sustainable Chemistry & Engineering, **2017**, 5(1), 904-910.
174. Nanocellulose for biosorption of chlorpyrifos from water: chemometric optimization, kinetics and equilibrium. Moradeeya, Pareshkumar G; Kumar, Madhava Anil; Thorat, Ravikumar B; Rathod, Manali; Khambhaty, Yasmin; Basha, Shaik. Cellulose, **2017**, 24(3), 1319-1332.
175. Asymmetric Synthesis of 3-Amino Oxindoles Using Isatin-Derived N-Boc Ketimines with Activated Nitroolefin Catalyzed by Organocatalysts. Choudhary, Manoj K.; Menapara, Tusharkumar; Tak, Rajkumar; Kureshy, Rukhsana I.; Khan, Noor-ul H. Chemistryselect, **2017**, 2(7), 2224-2229.
176. Synthesis of multiwall carbon nanotubes/TiO<sub>2</sub> nanotube composites with enhanced photocatalytic decomposition efficiency. Natarajan, Thillai Sivakumar; Lee, Joon Yeob; Bajaj, Hari C.; Jo, Wan-Kuen; Tayade, Rajesh J. Catalysis Today, **2017**, 282, 13-23.
177. Pretreatment of agriculture field water for improving membrane flux during pesticide removal. R. Mehta, N. K. Saha, A. Bhattacharya. Applied Water Science, **2017**, 7, 3281-90.
178. Drinking Water Contamination and Treatment Techniques. S. Sharma, A. Bhattacharya. Applied Water Science, **2017**, 7(3) 1043-1067.
179. Tailor made thin film composite membranes: potentiality towards removal of hydroquinone from water. Richa Modi, Romil Mehta, H. Brahmabhatt, A. Bhattacharya. Journal of Polymers and the Environment **2017**, 25(4) 1140-1146.





## 2. पुस्तक/ पुस्तक में अध्याय [Book/ Chapters in Books]

<b>Title of the chapter</b>	An account of commercially important polysaccharide derivatives and their industrial applications.
<b>Authors</b>	Kamalesh Prasad and A.K. Siddhanta
<b>Title of the Book</b>	Green Polymer Composites & Technology: Properties and Application
<b>Editor</b>	Inamuddin Siddiqui
<b>Publisher</b>	CRC Press
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN 9781498715461
<b>Publishing year</b>	2016
<b>Page numbers</b>	403-412

<b>Title of the chapter</b>	Marine bacterial extracellular polymeric substances: characteristics and applications
<b>Authors</b>	Singh VK, Mishra Avinash and Jha B
<b>Title of the Book</b>	Marine Glycobiology: Principles and Applications
<b>Editor</b>	Kim S
<b>Publisher</b>	Taylor & Francis Group, CRC Press, Florida, USA
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	Print ISBN: 9781498709613; Online ISBN: 9781498709620
<b>Publishing year</b>	2016
<b>Page numbers</b>	369-377

<b>Title of the chapter</b>	Gibberellic acid signalling and abiotic stress tolerance: Past and present
<b>Authors</b>	Ghosh, A., Trivedi, K., Kumar, A., Kubavat, D. and Agarwal, P.K.
<b>Title of the Book</b>	Mechanism Behind Phytohormonal Signalling and Crop Abiotic Stress Tolerance
<b>Editor</b>	V.P. Singh, S. Singh and SH Prasad
<b>Publisher</b>	Nova Publications
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 9781536106954
<b>Publishing year</b>	2016
<b>Page numbers</b>	189-208

<b>Title of the chapter</b>	Untargeted metabolomics of halophytes
<b>Authors</b>	Patel MK, Mishra Avinash and Jha B
<b>Title of the Book</b>	Marine Omics: Principles and Applications



<b>Editor</b>	Kim S
<b>Publisher</b>	Taylor & Francis Group, CRC Press, Boca Raton, Florida, USA
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	Print ISBN 9781482258202; Online ISBN: 9781482258219
<b>Publishing year</b>	2016
<b>Page numbers</b>	309–325

<b>Title of the chapter</b>	Gene targeted metagenomics for the study of biogeochemical cycling from coastal-saline ecosystems
<b>Authors</b>	Yousuf B, Mishra Avinash and Jha B
<b>Title of the Book</b>	Marine Omics: Principles and Applications
<b>Editor</b>	Kim S
<b>Publisher</b>	Taylor & Francis Group, CRC Press, Florida, USA
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN 9781482258202; Online ISBN: 9781482258219
<b>Publishing year</b>	2016
<b>Page numbers</b>	195–215

<b>Title of the chapter</b>	Effect of phytochemicals on diabetes-related neurological disorders
<b>Authors</b>	Mohammed A, Pandey KB and Rizvi SI.
<b>Title of the Book</b>	Neuroprotective Effects of Phytochemicals in Neurological Disorders
<b>Editor</b>	Farooqui T, Farooqui AA
<b>Publisher</b>	Wiley-Blackwell, USA
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-1-119-15514-0
<b>Publishing year</b>	2017
<b>Page numbers</b>	283–298

<b>Title of the chapter</b>	Specific Receptors and Imaging Reagents for Certain Heavy Metal Toxins.
<b>Authors</b>	Anila HA, Ali F and Das A.
<b>Title of the Book</b>	Comprehensive Supramolecular Chemistry II,
<b>Editor</b>	Jerry L. Atwood
<b>Publisher</b>	Elsevier Ltd
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	978-0-12-803199-5 10.1016/B978-0-12-409547-2.12617-4
<b>Publishing year</b>	2017
<b>Page numbers</b>	319-349





<b>Title of the chapter</b>	Small-Angle Scattering Techniques (SAXS/ SANS)
<b>Authors</b>	P.S. Singh
<b>Title of the Book</b>	Membrane Characterization
<b>Editor</b>	N. Hilal, A. F.Ismail, T. Matsuura, D. Oatley-Radcliffe
<b>Publisher</b>	7 Elsevier B.V
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	978-0-444-63776-5 10.1016/B978-0-444-63776-5.00006-1
<b>Publishing year</b>	2017
<b>Page numbers</b>	95-111

<b>Title of the chapter</b>	---
<b>Authors</b>	Amit Bhattacharya and Joyee Mitra
<b>Title of the Book</b>	একবিংশ শতকের নোবেলজয়ী রসায়নবিদের Nobel Prize winners in chemistry in 21 <sup>st</sup> Century (Written in Bangla)
<b>Editor</b>	---
<b>Publisher</b>	Avenel Publisher
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	978-93-80736-62-4
<b>Publishing year</b>	2017
<b>Page numbers</b>	---

### 3. दायर पेटेंट/ स्वीकृत पेटेंट [Patents- Filed/ Granted]

भारतीय पेटेंट दायर: (13 पेटेंट आवेदन)

[Indian Patent Filed: (13 Patent Applications)]

SN	Title	Inventors	Patent Application Number
1	Solar device for high temperature chemical reactions	Subarna Maiti, Nirav Vinodray Gadhiya, Sumit Kishanlal Sahitya	201611016058
2	An opto-electric switch for detecting presence or absence of liquid and liquid level.	Shobhit Singh Chauhan, Mahesh Laxmanbhai Sanghani, Pradip Vinubhai Parmar	201611018308
3	Preparation of value added products by cataytic organic transformations of biomass	Kannan Srinivasan, Sreedhar Gundekari	201611023585



	derived levulinic acid with aromatics		
4	A device for layer wise surface liquid sample collection	Subir Kumar Mandal	201611029036
5	Process for the recovery of lithium from lithium ion batteries using acetic acid	Hari Chand Bajaj, Noor-UI Hasan Khan, Arvindkumar Balvantrai Boricha, Subramanian Natarajan, Krishnan Muthukumar	201611030993
6	Amine functional polymers and copolymers treated PVDF/PMMA-co-PCMSt blend membrane useful for water treatment and preparation thereof	Suresh Kumar Jewrajka, Uma Chatterjee, Anupam Bera, Vaibhavee Bhadja	201611033412
7	Novel process for the synthesis of polyethylene glycol and polycaprolactone containing multiblock copolymers for sustained release application	Suresh Kumar Jewrajka, Arvind Kumar Singh Chandel, Nutan Bhingaradiya, Anupam Bera	201611033416
8	A device for collecting water sample to concentrate diversified bacteria from different water depth	Sweta Binod Kumar, Soumya Haldar, Amit Bhattacharya, Paramita Manna	201611033417
9	Preparation of intermediate siderophore aeruginic acid coupled iron nanoparticles and uses thereof	Pabitra Baran Chatterjee, Raju Mudhulkar, Ratish Rajgopalan Nair	201711002061
10	Novel tetranuclear copper compound for detection of cyanide and its method of preparation thereof	Pabitra Baran Chatterjee, Ratish Rajgopalan Nair, Raju Mudhulkar	201711004360
11	A process for the preparation of potassic fertiliser from alcohol distillery effluent	Pratyush Maiti, Soumya Haldar, Subarna Maiti	201711006780
12	Process for extraction and precipitation of potassium chloride from aqueous potassium chloride solution using sodium tetraphenyl borate	Bishwajit Ganguly, Parimal Paul, Pabitra Baran Chatterjee, Tapasya Janakbhai Patel	201711007872





13	Polymeric adsorbents for fluoroide removal from water and process for the preparation thereof	Saroj Sharma, Huma Khan	201711008762
----	---	-------------------------	--------------

### भारतीय पेटेंट स्वीकृत: (08 पेटेंट आवेदन)

### [Indian Patent Granted: (08 Patent Applications)]

SN	Title	Inventors	Patent Application Number
1	Barium and potassium exchanged zeolite-x adsorbents for co2 removal from a gas or gas mixture and preparation thereof	Raksh Vir Jasra, Rajesh Shantilal Somani, Beena Tyagi, Sunil Adavanal Peter, Renjith Sasimohanan Pillai, Ulka Sharma, Prakash Dulhadinomal Hirani, Rabishankar Mukhopadhyay	274895
2	An improved iodised salt and a process for its preparation	Pushpito Kumar Ghosh, Satishbhai Hariray Mehta, Jatin Rameshchandra Chunawala, Mrunal Vinodray Sheth, Mahesh Ramniklal Gand	275024
3	Integrated process of production of potassium sulphate, magnesium hydroxide and ammonium sulfate from kainite mixed salt and ammonia	Pushpito Kumar Ghosh, Haresh Mahipatlal Mody, Jatin Rameshchandra Chunawala, Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Hari Chand Bajaj, Pratyush Maiti, Himanshu Labhshanker Joshi, Hasina Hajibhai Deraiya, Upendra Padmakant Saraiya	275067
4	A process for the preparation and use of pentasil type zeolite for the selective adsorption of carbon dioxide from flue gases	Raksh Vir Jasra, Rajesh Shantilal Somani, Beena Tyagi, Adavanal Peter Sunil, Renjith Sasimohanan Pillai, Ulka Sharma, Dulhadinomal Hirani Prakash, Rabishankar Mukhopadhyay	275863
5	A method of preparation of enantioselective composite membrane	Kripal Singh, Hari Chand Bajaj, Pravin Ganeshrao Ingole	276940
6	Preparation of highly efficient heterogenous	Sayed Hasan Razi Abdi, Rukhsana Ilyas Kureshy, Noor-UI Hasan Khan, Hari	277664



	catalyst for asymmetric nitroaldol reaction	Chand Bajaj, Vishal Jitendrabhai Mayani, Arpan Kiritbhai Shah	
7	Nanocrystalline and mesoporous titanium dioxide and its preparation from titanium carbonate source	Asit Baran Panda, Hari Chand Bajaj, Narottam Sutradhar, Apurba Sinhamahapatra	277962
8	Biodegradable films based on semi refined kappa carrageenan	Pushpito Kumar Ghosh, Arup Kumar Siddhanta, Kamalesh Prasad, Ramavatar Meena, Amit Bhattacharya	280260

**विदेशी पेटेंट दायर: (11 आविष्कारों के लिए 19 पेटेंट आवेदन)**

**[Foreign Patent filed: (19 Filed for 11 Inventions)]**

SN	Title	Inventors	Country	Patent Application Number
1	Gold coated natural fibre as electrode and process for preparation thereof	Pushpito Kumar Ghosh, Divesh Narayan Srivastava, Dibyendu Mondal, Mosarrat Perween	14805680.7	EP
2	A facile synthesis of seaweed polysaccharides based hydrophobic biocompatible crosslinked composite porous materials for energy-efficient separation	Ramavatar Meena, Naresh Dharmashibhai Sanandhiya, Jai Prakash Chaudhary, Dibyendu Mondal, Nataraj Sanna Kotrappanavar	1606366.1	GB
			2016-524140	JP
			15/029,962	US
3	An integrated process to valorize seaweed biomass for a spectrum of bioproducts	Chennur Radhakrishna Reddy, Ravi Singh Baghel, Nitin Trivedi, Puja Kumari, Vishal Gupta, Kamlesh Prasad, Ramavatar Meena	14841413.9	EP
			2014374908	AU
			15/109,232	US
4	Sustainable biomaterial nanocomposites for	Parimal Paul, Sanna Kotrappanavar Nataraj, Anshu	PCT/IN 2016/050216	WO





	water treatment in tea-bag-like pouches and process for preparation thereof	Kumar, Pradeep Kumar Prajapati		
5	Preparation of ac@mof composite with enhanced methane storage capacity	Hari Chand Bajaj, Rajesh Shantilal Somani, Phani Bs Rallapalli, Dinesh Patil, KP Prasanth, Manoj C Raj, Rajendra Singh Thakur, Bharat L Newalkar, NV Chaudhary	15/229566	USA
6	Integrated process for potash recovery from biomethanated spent wash with concomitant environmental remediation of effluent	Pratyush Maiti, Krishna Kanta Ghara, Soumya Halder, Neha Pratap Patel, Subarna Maiti, Prasanta Das, Charola Samirkumar Kanjibhai	PCT/IN 2016/050298	WO
			549/2016	PK
7	An eco-friendly process for hydrogenation of organic molecules using hydrous ruthenium oxide catalyst	Kannan Srinivasan, Sreedhar Gundekari	PCT/IN 2016/050340	WO
8	A novel process for sustainable desalination of brackish and sea water through forward osmosis (fo) using environmentally benign solvents as draw solution with and without dispersed magnetic nanoparticles	Alamuru Venkata Rami Reddy, Nataraj Sanna Kotrappanavar, Kamalesh Prasad, Dibyendu Mondal, Polisetti Veera Babu, Jitkumar Bhatt, Ashesh Mahto	15/305241	US
			15781157.1	EP
9	Robust, bulk conducting moulded	Divesh Narayan Srivastava, Mosarrat	15/309327	US



	polymer composite - the polymer chip electrode - an improved next generation off-laboratory electrode	Perween, Rajeev Gupta, Dilip Bhimjibhai Parmar	1618702.3	GB
			2017-510794	JP
10	A novel method for the production of graphene sheets with tunable functionalities from seaweeds using deep eutectic solvents	Kamlesh Prasad, Mukesh Sharma, Dibyendu Mondal, Arka Saha, Nripat Singh	15/330852	US
11	Preparation of functionalized castor oil derivatives using solid acid and base catalysts	Kannan Srinivasan, Sivashunmugam Sankaranarayanan	15/327876	US

**विदेशी पेटेंट स्वीकृत: (21 आविष्कारों के लिए 31 पेटेंट आवेदन)**

**[Foreign Patent Granted: (31 Granted for 21 Inventions)]**

SN	Title	Inventors	Country	Patent Application Number
1	A process for the production of oil bearing chlorella sp. utilizing by-products of Jatropha methyl ester production from whole seeds	Pushpito Kumar Ghosh, Sandhya Chandrika Prasad Mishra, Mahesh Ramniklal Gandhi, Sumesh Chandra Upadhyay, Sanjiv Kumar Mishra, Imran Pancha, Anupama Vijaykumar Shrivastav, Deepti Jain, Bhumi Shethia, Subarna Maiti, Krushnadevsinh Sukhdevsingh Zala	EP	2619303
			GB	
			DE	
			JP	5940540
2	Improved process for the preparation of iodate-exchanged synthetic	Pushpito Kumar Ghosh, Mahesh Ramaniklal Gandhi, Satish Hariray	CA	2713315



	hydrotalcite as iodizing agent with zero effluent discharge	Mehta, Gadde Ramachandraiah, Jatin Rameshchandra Chunawala, Mrinal Vinodbhai Sheth, Girirajsinh Sabalsinh Gohil		
3	Production of high purity salt with reduced levels of impurities	Pushpito Kumar Ghosh, Sumesh Chandra Upadhyay, Vadakke Puthoor Mohandas, Rahul Jasvantrai Sanghavi, Babulal Rebary	338892	MX
			ZL201380018356.1	CN
4	Improved process for the preparation of fatty acid alkyl esters (Biodiesel) from triglyceride oils using eco-friendly solid base catalysts	Kannan Srinivasan, Sivashunmugam Sankaranarayanan, Churchil Angel Antonyraj	ZL201280008824.2	CN
			5964327	JP
5	High flux hollow fiber ultrafiltration membranes and process for the preparation thereof	Alamuru Venktarami Reddy, Paramita Ray, Puyam Sobhindro Singh, Kallem Parashuram, Sandipkumar Maurya, Jitendra Jaydevprasad Trivedi	5933557	JP
			9364797	US
6	Process for improved seaweed biomass conversion for fuel intermediates and fertilizer	Pushpito Kumar Ghosh, Dibyendu Mondal, Pratyush Maiti, Kamallesh Prasad, Subarna Maiti, Bharti Gunvantray Shah, Arup Kumar Siddhanta	2013303760	AU
			9452993	US
7	Double fortified salt composition containing iron and	Jatin Rameshchandra Chunawala,	2819527	EP





	iodine and process of preparation thereof	Pushpito Kumar Ghosh, Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Satish Hariray Mehta, Mrunalben Vinodray Sheth		
8	Improved k-carrageenase production and a method of preparation thereof	Yasmin Najmuddin Khambhaty, Kalpana Haresht Mody, Bhavanath Jha	15128	LK
9	Standalone laboratory scale device for conducting solar-driven organic reactions promoted by elevated temperature, light and agitation and process thereof	Pushpito Kumar Ghosh, Supratim Chakraborty, Milan Dinda, Subarna Maiti, Chitrangi Bhatt, Jitendra Narsibhai Bharadia, Pankaj Arvindbhai Patel, Pratap Shashikant Bapat	9409143	US
10	Preparation of ac@mf composite with enhanced methane storage capacity	Hari Chand Bajaj, Rajesh Shantilal Somani, Phani BS Rallapalli, Dinesh Patil, KP Prasanth, Manoj C Raj, Rajendra Singh Thakur, Bharat L Newalkar, NV Chaudhary	9433919	US
11	Cost-effective natural salt formulations for seawater substitution, mineral fortification and processes thereof	Pushpito Kumar Ghosh, Sumesh Chandra Upadhyay, Sandhya Chandrikaprasad Mishra, Vadakke Puthoor Mohandas, Divesh Narayan Srivastava, Vinod Kumar Shahi, Rahul Jasvantrai Sanghavi, Sreekumaran Thampy, Babulal	ZL2012800525117	CN



		Surabhai Makwana, Imran Pancha, Ruma Pal, Ramkrishna Sen		
12	Process for engine worthy fatty acid methyl ester (biodiesel) from naturally occurring and cultured microalgal mat	Sandhya Chandrika Prasad Mishra, Pushpito Kumar Ghosh, Mahesh Ramniklal Gandhi, Sourish Bhattacharya, Subarna Maiti, Sumesh Chandra Upadhyay, Sanjiv Kumar Mishra, Anupama Vijayakumar Shrivastav, Imran Pancha, Chetan Paliwal, Tonmoy Ghosh, Rahul Maurya, Deepti Jain, Prabuddha Gupta, Shailesh Kumar Patidar, Aditi Shah, Abhishek Sahu, Vijay Vekariya, Kirtan Dave, Hetal Bosamiya, Krushnadevsinh Zala	ZL201280025675.0	CN
			6002756	JP
			342908	MX
			2603748	RU
13	An improved solar dryer with enhanced efficiency of drying	Pushpito Kumar Ghosh, Subarna Maiti, Pankaj Arvindbhai Patel, Jitendra Narsinhbhai Bharadia, Shobhit Singh Chauhan, Mahesh Laxmanbhai Sanghani, Pradip Vinubhai Parmar, Kruthika Eswaran,	ZL201180071899.0	CN



		Paraskumar Vivekbabu Agravat		
14	Process for the preparation of a molecular sieve adsorbent for the adsorptive dehydration of alcohols	Raksh Vir Jasra, Jince Sebastian, Chintansinh D Chudasama	1689521	EP
15	An improved process for the preparation of para-nitrobenzyl bromide	Manoj Kunjabihari Agrawal, Pushpito Kumar Ghosh, Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Sumesh Chandra Upadhyay, Subbarayappa Adimurthy, Gadde Ramachandraiah, Paresh U Patoliya, Girdhar Joshi, Harshad Brahmbhatt, Rahul Jasvantrai Sanghavi	10-1670527	KR
16	Integrated process of production of potassium sulphate and ammonium sulphate from kainite mixed salt	Pushpito Kumar Ghosh, Pratyush Maiti, Maheshkumar Ramniklal Gandhi	9517943	US
17	Anion exchange membrane and preparation thereof	Pushpito Kumar Ghosh, Saroj Sharma, Milan Dinda, Chiragkumar Rameshbhai Sharma, Uma Chatterjee, Vaibhav Kulshreshtha, Soumyadeb Ghosh, Babulal Surabhai Makwana, Sreekumaran Thampy, Girish Rajanikant Desale	9527073	US





18	A device for efficient and cost-effective seaweed harvesting for large-scale commercial application	Pushpito Kumar Ghosh, Vaibhav Ajit Mantri, Jayanta Kumar Pothal, Veeraprakasam Veeragurunathan, Sangaiya Thiruppathi	6067948	JP
19	Process for production of sulphate of potash from bittern through selective extraction of potassium	Pratyush Maiti, Pushpito Kumar Ghosh, Mahesh Ramniklal Gandhi, Jignesh Solanki, Harshad Raman Rahmbhatt	9540248	US
20	Biodegradable hydrophobic composite materials and process for the preparation thereof	Ramavatar Meena, Pushpito Kumar Ghosh, Dharmesh Chejara, Karuppanan Eswaran, Arup Kumar Siddhanta, Kamalesh Prasad, Jai Prakash Chaudhary	9556328	US
21	A process for preparation of synthetic hydrotalcite using industrial waste	Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Jatin Rameshchandra Chunawala, Satish Hariray Mehta	9567233	US

#### 4. प्रौद्योगिकी हस्तांतरण [Technology Transfer]

SN		Name of Technology
1.	स्थानांतरण की तिथि Date of Transfer 24-05-2016	भूरे शैवाल-सरगासम से तरल समुद्री शैवाल उर्वरक के लिए प्रक्रिया। <b>Process for the liquid seaweed fertilizer from brown algae-Sargassum.</b>
	संस्थान ने बहुतायत से उपलब्ध भूरे समुद्री शैवाल जैसे कि सरगासम वाइटी, सरगासम स्वाट्ज़ी और सरगासम टेनेरिम से तरल समुद्री शैवाल पादप जैव-उत्तेजक (एलएसपीबी) के साथ-साथ सेल्यूलोज/ बायोचार के उत्पादन के लिए एक शून्य-तरल निर्वहन प्रक्रिया	



	<p>प्रौद्योगिकी का आविष्कार किया है। प्राप्त कृपि-पोषक तत्व से समृद्ध तरल समुद्री शैवाल जैव-उत्तेजक पादप विकास प्रोत्साहक के रूप में उपयोगी है। यह प्रक्रिया समुद्री शैवाल के अवशेषों से कई उपयोगी उत्पाद भी तैयार करती है। इसका आर्थिक लाभ स्पष्ट है, तरल समुद्री शैवाल पादप जैव-उत्तेजक के रूप में 60-80 किलोग्राम पादप विकास प्रोत्साहक और 237 ग्राम सेल्युलोज और/ या 481 ग्राम बायोकार 5 किलो शुष्क समुद्री शैवाल बायोमास से प्राप्त होते हैं। व्यावसायिक उत्पादन के लिए भारत में कई उद्योगों (मैसर्स सीफर्ट इंडस्ट्रीज तमिलनाडु, मैसर्स महेक एग्रो मिनरल प्रा. लिमिटेड, भावनगर) को प्रौद्योगिकी का हस्तान्तरण/ लाइसेंस किया गया है। जैविक विज्ञान में विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी नवाचार के लिए सीएसआईआर सर्वश्रेष्ठ प्रौद्योगिकी पुरस्कार 2016 को इस तकनीक के लिए सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के वैज्ञानिकों को दिया गया।</p> <p>The institute has invented a zero-liquid discharge process technology for production of liquid seaweed plant bio-stimulant (LSPB) from the abundantly available brown seaweeds such as <i>Sargassum wightii</i>, <i>Sargassum swartzii</i> and <i>Sargassum tenerrimum</i> along with a residue that yields cellulose/ biochar. Obtained agro-nutrient rich liquid seaweed bio-stimulant is useful as a plant growth promoter. The process also produces multiple useful products from the seaweed residue. Its economic benefit is obvious, as much as 60-80 Kg of plant growth promoter in the form of liquid seaweed plant bio-stimulant and 237 g cellulose and/or 481 g biochar are obtained from 5 kg of dry seaweed biomass. The technology has already been licensed/ transferred to several industries (M/s Seaferte Industries Tamil Nadu, M/s Mahek Agro Mineral Pvt. Ltd., Bhavnagar) in India for commercial production. CSIR Best Technology Award 2016 for S&amp;T Innovations in biological sciences was bestowed to CSIR-CSMCRI Scientists for this technology.</p>		
2.	<table border="1" data-bbox="375 1255 1364 1375"> <tr> <td data-bbox="375 1255 660 1375"> <b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 18-07-2016 </td><td data-bbox="660 1255 1364 1375"> <b>स्टाइरीन से स्टाइरीन ऑक्साइड के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी।</b> <b>Technology for the production of Styrene Oxide from Styrene.</b> </td></tr> </table> <p>प्रोत्साहक के रूप में यूरिया का उपयोग करते हुए कमरे के तापमान पर स्टाइरीन इपॉक्सीकरण अभिक्रिया किए गए। व्यापक रूप से उच्च रूपांतरण (98-99%) और स्टाइरीन ऑक्साइड की चयनात्मकता 99% हासिल की गई। सक्रियता और चयनात्मकता के नुकसान के बिना उत्प्रेरक (4 बार) के पुनर्चक्रण का भी प्रदर्शन किया गया।</p> <p>Styrene epoxidation were conducted at room temperature using Urea as promoter. The overall high conversion (98-99%) and selectivity of styrene oxide 99% have been achieved. The recycling of catalyst (4 times) without of loss of activity and selectivity was also demonstrated.</p>	<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 18-07-2016	<b>स्टाइरीन से स्टाइरीन ऑक्साइड के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी।</b> <b>Technology for the production of Styrene Oxide from Styrene.</b>
<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 18-07-2016	<b>स्टाइरीन से स्टाइरीन ऑक्साइड के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी।</b> <b>Technology for the production of Styrene Oxide from Styrene.</b>		
3.	<table border="1" data-bbox="375 1711 1364 1816"> <tr> <td data-bbox="375 1711 660 1816"> <b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 11-11-2016 </td><td data-bbox="660 1711 1364 1816"> <b>स्टाइरीन ऑक्साइड का 2-फिनाइल इथेनॉल में हाइड्रोजनीकरण।</b> <b>Hydrogenation of styrene oxide to 2-phenyl ethanol.</b> </td></tr> </table>	<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 11-11-2016	<b>स्टाइरीन ऑक्साइड का 2-फिनाइल इथेनॉल में हाइड्रोजनीकरण।</b> <b>Hydrogenation of styrene oxide to 2-phenyl ethanol.</b>
<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 11-11-2016	<b>स्टाइरीन ऑक्साइड का 2-फिनाइल इथेनॉल में हाइड्रोजनीकरण।</b> <b>Hydrogenation of styrene oxide to 2-phenyl ethanol.</b>		



	<p>स्टाइरीन ऑक्साइड (उद्योग द्वारा प्रदत्त 93.3%, 96.5% कूड) हाइड्रोजनीकरण प्रयोगों को Pd/ समर्थित उत्प्रेरक (2% Pd लोडिंग) का उपयोग करके संचालित किया गया। 2-PEA के लिए व्यावहारिक रूप से कुल चयनात्मकता के साथ व्यापक उच्च रूपांतरण (&gt; 99.8%) लगभग &gt; 92-98% (पानी/ मेथनॉल के आधार पर) का सफलतापूर्वक प्रदर्शन किया गया। सक्रियता और चयनात्मकता के नुकसान के बिना उत्प्रेरक (2 बार) के पुनर्चक्रण का भी प्रदर्शन किया गया।</p> <p>Styrene oxide (93.3%, 96.5% crude supplied by Industry) hydrogenation experiments were conducted using Pd/ supported catalyst (2% Pd loading). The overall high conversion (&gt;99.8%) with practically total selectivity to 2-PEA around &gt;92-98% (based on water/methanol) was demonstrated successfully. The recycling of catalyst (2 times) without any loss of activity and selectivity was also demonstrated.</p>		
4.	<table border="1" data-bbox="375 848 1364 1016"> <tr> <td data-bbox="375 848 662 1016"> <b>स्थानांतरण की तिथि</b>  <b>Date of Transfer</b>  07-02-2017 </td><td data-bbox="662 848 1364 1016"> आसान संचालन, रखरखाव और बेहतर आउटपुट के साथ बेहतर घरेलू सौर स्टिल।  <b>Improved household solar still with easy operation, maintenance and enhanced output.</b> </td></tr> </table> <p>एक स्वावलंबी तापीय विलवणीकरण तकनीक, जिसे सौर विकिरण के अलावा कोई बाहरी ऊर्जा की आवश्यकता नहीं होती है।</p> <p>मुख्य विशेषताएं शामिल हैं:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• छाया प्रभाव से बचता, सीढ़ीनुमा झुके अवशोषक वाले एकल बेसिन त्रिकोणीय उच्च पट्टा क्षेत्र।</li> <li>• उत्तर-दक्षिण किनारों के साथ वी-गर्त संरेखण में रिफ्लेक्टर।</li> <li>• उपयोगकर्ता के अनुकूल डिजाइन - प्रत्येक सीढ़ी को नियमित रखरखाव के लिए लॉक और अनलॉक किया जा सकता है।</li> </ul> <p>Thermal desalination technique which is standalone, requiring no external energy other than the incident solar radiation.</p> <p>Salient features include:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Single basin stepped tilted absorber with triangular higher exposure area, avoiding shadow effect.</li> <li>• Reflectors in V-trough alignment along the North-South edges.</li> <li>• User friendly design - each step can be locked and unlocked for regular maintenance.</li> </ul>	<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 07-02-2017	आसान संचालन, रखरखाव और बेहतर आउटपुट के साथ बेहतर घरेलू सौर स्टिल। <b>Improved household solar still with easy operation, maintenance and enhanced output.</b>
<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 07-02-2017	आसान संचालन, रखरखाव और बेहतर आउटपुट के साथ बेहतर घरेलू सौर स्टिल। <b>Improved household solar still with easy operation, maintenance and enhanced output.</b>		





## 5. सम्मेलनों में मौखिक / पोस्टर प्रस्तुति [Oral/ Poster presentation in conferences]

SN	Title of the Presentation	Conference Details	Venue	Authors
1.	Tailoring the Particle Size Distribution in Suspension Polymerization of poly (MMA-co-EGDMA): Role of Stabilizer and Agitation Rate.	International Conference on Soft Materials ( <i>ICSM 2016</i> ),	Jaipur 9-16 December, 2016	C. R. Sharma, R. S. Thakur, H. Khan, S. Sharma
2.	Elevated CO <sub>2</sub> leads to enhanced CO <sub>2</sub> sequestration in <i>Suaeda monoica</i> and <i>Suaeda fruticosa</i>	National Conference on Advances in Chemical, Environmental and Biological Sciences, <i>challenges In 21<sup>st</sup> Century.</i> ( <i>ACEBS-2016</i> )	Meera Girl's College, Udaipur 10 September 2016	Yadav S., Mishra A., Rathore Mangal S. and B. Jha
3.	Metabolomics, ionomics, antioxidant activity and proximate analysis of the fruit extract of the halophyte <i>Salvadora persica</i> L., untangle a potential source of non-conventional plant food	International Conference on Functional & Interaction Proteomics: Application in Food & Health	New Delhi, India 13-17 December, 2016	Kumari A, Parida A. K., Rangani J., Panda A.
4.	Senescence induced modulations of mineral ions, betalains, proteins, sugars and other metabolites improves the antioxidant and nutraceutical potential of the	International Conference on Nutraceuticals and Functional Foods – The Challenges and Opportunities	Anand Agriculture University, Anand, Gujarat. 6-8 December 2016	Parida AK, Kumari A, Rangani J, Agarwal PK



	halophyte <i>Salicornia brachiata</i>			
5	Conventional and molecular approach for improvement of <i>Jatropha curcas</i> : a promising bio-fuel crop.	International Conference on Sustainable Energy and Environmental Challenges, at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing	Mohali 26-28 February 2017	Agarwal, P. K., Aruna Prakash, Agarwal, P., Ghosh, A., Singh, A.
6.	<i>Jatropha curcas</i> pathogenesis related-10a protein improves fungal resistance, salinity tolerance and shoot bud induction via cytokinin signalling.	International Conference on Sustainable Energy and Environmental Challenges, at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing	Mohali 26-28 February 2017	Agarwal, P., More, P., Dabi. M., Patel, K., Jana, K., Agarwal, P.K.
7.	समाज की सेवा में सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई	मेक-इन-इंडिया-सीएसआईआर की भूमिका	सीएसआईआर-सीआईआईसीटी, सीसीएमबी एवं एनजीआरआई, हैदराबाद, 25-27 मई, 2016	डॉ. कान्ति भूषण पाण्डेय तथा एसएचआर आब्दी
8.	मेक-इन-इंडिया पहल के अंतर्गत सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के सार्थक अनुसंधान	मेक-इन-इंडिया पर राष्ट्रीय विज्ञान संगोष्ठी	सीएसआईआर-केंद्रीय यांत्रिक अभियांत्रिकी अनुसंधान संस्थान, दुर्गापुर, 26-27 फरवरी, 2017	डॉ. कान्ति भूषण पाण्डेय तथा श्री सुमेश चंद उपाध्याय

## 6. आमंत्रित व्याख्यान [Invited Talks]

SN	Title of the Presentation	Conference Details	Venue	Speaker
1.	Scanning Electron Microscopy: A Versatile Tool	National workshop on advance instrumentation (NWI)	Central University of Gujarat, Gandhinagar. 17, September 2016	Dr. Divesh N. Srivastava



2.	Electron Microscopy: A Versatile Tool	Journey of Analytical Techniques in Chemical and Biological Sciences. <b>(JATCBS-2016)</b>	Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology, Surat. 21 December 2016	Dr. Divesh N. Srivastava
3.	Electron Microscopy: A Versatile Tool	Invited talk	Charotar University of Science and Technology, Changa. 01, October 2016	Dr. Divesh N. Srivastava
4.	Plastic Chip Electrodes	Invited talk	CSIR-National Chemical Laboratory. 23, February 2017	Dr. Divesh N. Srivastava
5.	Sea weed cultivation – meeting 2G feedstock requirements and Bio fertilizer	Creating sustainable bio mass supply chain for the proposed Ligno cellulosic (2G) Ethanol projects undertaken by Oil PSU's	International Crops Research Institute for the Semi-arid Tropics (ICRISAT), Hyderabad 15-16 November 2016	Dr. Pradeep K. Agarwal
6.	Utilisation of coastal area by growing halophyte for phyto-remediation of salinity and other benefits.	National workshop on Coastal Salinity Management Strategies	Conference Hall, Junagadh Agriculture University Junagadh 9-10 February 2017	Dr. Pradeep K. Agarwal
7.	Dissolution and processing of natural polymers in ionic liquids and their structural analogues	Journees scientifiques des gdr lips et symbiose	Paris, France 7-8 Nov 2016	Dr. Kamallesh Prasad
8.	Ionic liquids and their analogues as efficient solvent systems for the processing of bio-mass/polymers as well as preparation of functional	Invited talk	University of Aveiro, Portugal 18 Nov 2016	Dr. Kamallesh Prasad





	materials or chemicals.			
9.	New solvent systems: Their application in dissolution and biomass processing	Invited talk	Institut National Des Sciences Appliquees (INSA)-Lyon, France. 23 <sup>rd</sup> Nov 2016	Dr. Kamallesh Prasad
10.	Studies on the suitability of new solvent systems for biomass and natural polymer processing and their derivatization.	Invited talk	NATUREX SA, Avignon, France 24 <sup>th</sup> Nov 2016	Dr. Kamallesh Prasad
11.	Regulation of Erythrocyte Membrane Transporters by Resveratrol: Implications for Healthy Human Aging.	International Conference on Current Trends in Biotechnology.	VIT University, Vellore, Tamil Nadu, India, 08-10 Dec. 2016	Dr. Kanti Bhooshan Pandey
12.	Novel Homogeneous Bimetallic Catalyst Systems in Organic Chemistry	Invited talk	IISER Pune, 10 January 2017	Dr. Sukalyan Bhadra
13.	New Bimetallic Catalysts in Organic Synthesis	2nd International Conference on Materials Chemistry Frontiers, 2017	Northwestern Polytechnical University, Xi'an, China 13-15 January 2017	Dr. Sukalyan Bhadra
14.	Novel Bimetallic Catalyst Systems in Organic Synthesis	Invited talk	Ruhr University Bochum, Germany 31 October 2016	Dr. Sukalyan Bhadra
15.	राजभाषा नीति एवं संवैधानिक प्रावधान	राजभाषा कार्यशाला/ प्रशिक्षण	एयरपोर्ट अथॉरिटी भारत, भावनगर विमान क्षेत्र, भावनगर, 20 जनवरी, 2017	डॉ. कान्ति भूपण पाण्डेय
16.	The Influence of Plant Polyphenols in Health in Protection: Promise and Challenges.	International Conference on Biological Sciences and Biostatistics.	UPRTO University, Allahabad, 09-10 March 2017	Dr. Kanti Bhooshan Pandey



## 7. मानव संसाधन विकास [Human Resource Development]

स्टाफ सदस्यों द्वारा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भागीदारी

[Training Programmes Attended by Staff Members]

SN	Title of the Programme	Organizer	Date	Name of the Staff
1.	Workshop on Hazardous Waste Management: Turning Waste to Wealth	CSIR-National Environmental Engineering Research Institute (Nagpur), Gujarat Pollution Control Board & Centre for Environment Education (Ahmedabad)	June-2016	Dr. Anil Kumar M

पीएचडी प्रदान किया गया

[PhD Conferred]

SN	Name of the Student	Conferment date	Title of thesis	Name of Supervisor	University
1.	Milan Dinda	09-05-2016	Improved methodologies for clean Bromination, their applications and study of Some solar driven chemical processes	Dr. P. K. Ghosh/ Dr. S. Adimurthy (Co-supervisor)	AcSIR
2.	Pratibha Kumari	14-06-2016	Asymmetric C-C bond forming reaction using chiral catalysts	Dr. N. H. Khan	AcSIR
3.	Ravi Singh Baghel	17-06-2016	Exploration of the potentials of agarophytic seaweeds for chemicals and fuel	Dr. CRK Reddy	AcSIR
4.	Ramachandra Reddy Donthiri	12-07-2016	Development of Catalytic Methods for C-N Bond Forming Reactions and Copper-Catalyzed Synthesis of Nitrogen Heterocycles	Prof. Dr. S. Adimurthy	AcSIR
5.	Ravi Prakash Pandey	22-07-2016	Highly Conducting and Stable Ion-Exchange Membranes for Electro Membrane Processes	Dr. Vinod K. Shahi	AcSIR
6.	Arnab Kanti Giri	24-08-2016	Zinc based nanostructured materials:	Dr. Hari Chand Bajaj/	AcSIR



			Synthesis, Characterisations and their Applications	Dr. Asit Baran Panda (Co-Supervisor)	
7.	Mukesh Sharma	30-08-2016	Studies on the role of neoteric solvents for the processing of biopolymers and preparation of new functional materials	Dr. Kamalesh Prasad	AcSIR
8.	Bhanu chandar Nellore	05-10-2016	Application of Computational Methodologies towards Understanding the Aging and Reactivation Processes of AChE-Toxic Organophosphorus Compounds	Dr. Bishwajit Ganguly	AcSIR
9.	Venkata Subba Rao Ganga	21-10-2016	Development of Homogeneous and Heterogeneous catalysts for Carbon-Carbon bond forming reactions	Dr. S. H. R. Abdi (Supervisor) Dr. N. H. Khan (co-supervisor)	AcSIR
10.	Kalithasan N	21-10-2016	Semiconductor Nanomaterials: synthesis, characterization and its photocatalytic application using Light Emitting Diode (LED) irradiation	Dr. Hari C. Bajaj	AcSIR
11.	Mosarrat Perween	17-11-2016	Innovative tailored electrodes for the applications in electroanalysis	Dr. Divesh N Srivastava	AcSIR
12.	Manoj Kumar Choudhary	23-01-2017	Design and synthesis of chiral catalysts for asymmetric C-C bond formation reaction	Dr. R. I. Kureshy	AcSIR
13.	Jashobanta Sahoo	27-02-2017	Luminescent Lanthanide Complexes: Studies on Sensing of Nucleoside Phosphates, Nitro Compounds and Development of Luminescent Materials	Dr. P. S. Subramanian	AcSIR





14.	Jai Prakash Chaudhary	30-03-2017	Synthesis of Biopolymer Based Sustainable Materials For Advanced Applications	Dr. Ramavatar Meena	AcSIR
15.	Vijay Kumar Singh	April 2016	Isolation and characterization of anti-quorum sensing compounds from rhizospheric bacteria of coastal saline ecosystem	Prof. Bhavanath Jha	MK Bhavnagar University
16.	Manish Kumar Patel	May 2016	Metabolic profiling of isabgol (Plantago ovata).	Prof. Bhavanath Jha	MK Bhavnagar University
17.	Nidhibahen K. Joshi	May 2016	Production, characterization and application of polymeric bacterial bioflocculants.	Dr. Kalpana Mody	MK Bhavnagar University

## 8. पुरस्कार और सम्मान [Awards and Honors]

SN	Name of the Awards and recognition	Awardee
1.	External member for <b>Board of Studies (BOS)</b> , Department of Chemistry, Faculty of Science, Marwadi University, Rajkot, INDIA. <i>June 2017</i>	Dr. Kamallesh Prasad
2.	Member for <b>Board of Studies (BOS)</b> in Chemical Sciences of Academy of Scientific & Innovative Research (AcSIR), New Delhi. <i>December 2017</i>	Dr. Kamallesh Prasad
3.	Featured in <b>Chemical Communications Emerging Investigators</b> Issue, 2016 ( <i>Chem. Commun.</i> , 2016, <b>52</b> , 8897-8905). July 2016	Dr. Kamallesh Prasad
4.	Awarded <b>Fellow of Royal Society of Chemistry</b> , Cambridge, UK (FRSC). August 2016	Dr. Kamallesh Prasad
5.	Organizing Committee Member and Theme Chair ( <b>Self-healing material</b> ) of the 10 <sup>th</sup> Indo-German Frontiers of Engineering Symposium (INDOGFOE 2018)- Potsdam-Germany. January 2017	Dr. Kamallesh Prasad
6.	<b>Outstanding Reviewer Award-2017</b> : Carbohydrate Polymers (Elsevier, Amsterdam). February, 2017	Dr. Kamallesh Prasad
7.	<b>Elected Member</b> -The National Academy of Sciences, Allahabad, India, 2016.	Dr. Kanti Bhooshan Pandey



8.	<b>Gorakh Prasad Young Scientist Writer Award</b> by Vigyan Parishad-Prayag-Allahabad, 2017	Dr. Kanti Bhooshan Pandey
9.	<b>Bharat Vikas Award</b> by the Institute of Self Reliance, Bhubaneswar, Odisha, 2017	Dr. Amit Bhattacharya

## 9. पेशेवर निकायों की सदस्यता [Membership of Professional Bodies]

SN	Name of the Staff	Name of the Society/ Body/ Committee
1.	Dr. Amit Bhattacharya	Life Member of Gujarat Science Academy

## 10. विदेश में प्रतिनियुक्ति [Deputation Abroad]

SN	Name	Date (From)	Date (To)	Country Visited
<b>Staff Member:</b>				
1.	Dr. Kamalesh Prasad	22/03/2016	21/07/2016	University of Leicester, UK ( <b>Raman Research Fellowship</b> )
2.	Dr. M Ganesan	19/06/2016	26/06/2016	Copenhagen, Denmark
3.	Dr. CRK Reddy	05/11/2016	15/11/2016	Vietnam
4.	Dr. N.K. Saha	03/11/2016	06/11/2016	Riga, Latvia
5.	Dr. S. Halder	03/11/2016	06/11/2016	Riga, Latvia
6.	Dr. Kamalesh Prasad	02/11/2016	02/12/2016	Lyon, France
7.	Dr. Sukalyan Bhadra	26/10/2016	01/11/2016	Germany
8.	Dr. Sukalyan Bhadra	11/01/2017	17/01/2017	P. R. China
<b>Students:</b>				
9.	Dr. P. Arul Jose	23/05/2017	27/05/2017	JEJU, South Korea
10.	Mr. Arka Saha	24/09/2017	27/09/2017	Budapest, Hungary

## 11. प्रतिष्ठित आगंतुक और व्याख्यान [Distinguished Visitors & Lectures]

SN	Date and Occasion	Name & Designation	Affiliation	Topic of talk
1.	19.04.2016	Dr. Pradeep Kumar,	CSIR-National Chemical Laboratory, Pune	



		Chief Scientist & Head Organic Chemistry Division		
2.	26.04.2016 <b>National Seminar on Materials &amp; Catalysis</b>	Dr. Raksh Vir Jasra, Senior Vice President,	Reliance Technology Group, Vadodara	Role of Catalysis in World's Mobility
3.	26.04.2016 <b>National Seminar on Materials &amp; Catalysis</b>	Dr. Bharat L. Newalkar, Chief Manager,	Corporate R&D Centre, Bharat Petroleum Corporation Limited, Greater Noida	Exploring adsorbed natural gas (ANG) option for gas transport and distribution - Opportunities and Challenges
4.	26.04.2016 <b>National Seminar on Materials &amp; Catalysis</b>	Dr. Darbha Srinivas, Chief Scientist & Head, Catalysis Division,	CSIR-National Chemical Laboratory, Pune	Selective oxidation over supported gold catalysts
5.	26.04.2016 <b>National Seminar on Materials &amp; Catalysis</b>	Mr. J V Bhatt, Director,	Credo Mineral Industries Ltd., Ahmedabad	Inorganic Materials & Catalysis Division contribution for encouragement of mineral-based industries
6.	26.04.2016 <b>National Seminar on Materials &amp; Catalysis</b>	Prof. (Dr.) Parimal A. Parikh, Former Dean, Research & Consultancy,	S.V. National Institute of Technology, Surat	Syntheses of nanocrystalline and hierarchical zeolite beta and its applications in n-hexane isomerization reaction
7.	26.04.2016 <b>National Seminar on Materials &amp; Catalysis</b>	Dr. H.C. Bajaj, (Superannuation) Chief Scientist & Head, IMC Division,	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Scientific Journey at CSIR-CSMCRI
8.	04.05.2016	Dr. Tapas Mallick,	Environment and Sustainability Institute,	White Butterflies as Solar





		Professor and Chair in Clean Technologies (Renewable Energy),	University of Exeter, Cornwall	Photovoltaic Concentrators
9.	12.05.2016	Mr. Mahendra Chaudhari, Deputy General Manager for Scientific Instruments	Shimadzu Asia Pacific, Singapore	Recent developments in XPS and applications.
10.	08.06.2016	Dr Richard White, Sales and Marketing Director	Nano-scale Material Analysis, Thermo Fisher Scientific	Recent developments in Surface Analysis with X-ray photoelectron spectroscopy.
11.	20.06.2016	Dr. Chedarampet S. Karthikeyan	Global Ventures & Business development at Dow Chemicals India	Accelerating Dow's Innovation Agenda
12.	21.06.2016	Mr. Vinod Kumar	Yoga teacher, Bhavnagar University	Yoga
13.	22.06.2016	Prof. T. P. Singh	Department of Biophysics, All India Institute of Medical Sciences, New Delhi	Structural basis of the antibiotic action of innate immunity proteins and their therapeutic applications as protein-antibiotics.
14.	28.06.2016 <b>National Seminar on Asymmetric Catalysis</b>	Dr. D. Srinivasa Reddy Shanti Swarup Bhatnagar Awardee 2015,	Organic Chemistry Division, CSIR-National Chemical Laboratory Pune, 411 008	Application Oriented Organic Synthesis: Our Group Efforts towards Societal Importance
15.	28.06.2016 <b>National Seminar on Asymmetric Catalysis</b>	Prof. V. K. Jain	Chemistry Department, School of Sciences, Gujarat University,	Multifaceted Calix Protected Metal Nanoparticles



			Ahmedabad	
16.	28.06.2016 <b>National Seminar on Asymmetric Catalysis</b>	Dr. Debabrata Maiti, Associate Professor	Department of Chemistry, IIT Bombay	Selective C-H Functionalization Reaction
17.	28.06.2016 <b>National Seminar on Asymmetric Catalysis</b>	Dr. Santosh Agrawal Sr. Research Scientist, R & D,	Reliance Technology group, Reliance Industries Ltd. Vadodara	Enzymatic Dynamic Kinetic Resolutions of Secondary Alcohols Catalyzed by Ruthenium complexes
18.	28.06.2016 <b>National Seminar on Asymmetric Catalysis</b>	Dr. Sukalyan Bhadra, DST-INSPIRE Faculty	CSIR- CSMCRI	New Bimetallic Catalysts in Organic Synthesis
19.	28.06.2016 <b>National Seminar on Asymmetric Catalysis</b>	Dr. S.H.R. Abdi, Chief Scientist, (Superannuation)	CSIR-CSMCRI	My Journey with CSIR-CSMCRI
20.	01.07.2016	Dr. Rahul Banerjee	Physical and Materials Chemistry Division, CSIR- NCL, Pune.	Crystalline Porous Covalent-Organic- Nanostructures
21.	08.08.2016	Dr. Souvik Maiti, Principal Scientist	CSIR-Institute of Genomics & Integrative Biology (CSIR- IGIB), Delhi.	Interfering with Interference: targeting the RNAi pathway using small molecules.
22.	08.08.2016	Dr. Shantanu Sengupta, Principal Scientist	CSIR-Institute of Genomics & Integrative Biology (CSIR- IGIB), Delhi.	Is vitamin B12 deficiency a missing link in the aetiology of cardiovascular diseases in India?
23.	10.08.2016	Dr. Manoj B. Gawande, Senior Researcher and Head of	Regional Centre of Advanced Technologies and Materials, Faculty	Advanced Nanomaterials – Synthesis and Applications in



		Nanocatalysis research group,	of Science, Palacky University, Olomouc, Czech Republic.	Catalysis and Organic Chemistry
24.	23.08.2016 <b>National Seminar on Porous Materials</b>	Prof. Sourav Pal, Former Director, CSIR-NCL Pune	Department of Chemistry IIT Bombay	Porous framework materials as on-board hydrogen storage: Computational first-principle prediction
25.	23.08.2016 <b>National Seminar on Porous Materials</b>	Dr. Subhadip Neogi, Senior Scientist	IMC Division, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Chemistry at the coordination space of metal-organic frameworks: From versatile tailoring to their potential applications
26.	23.08.2016 <b>National Seminar on Porous Materials</b>	Dr. Prakash Kumar, Asst. Vice President,	RIL Vadodara	Adsorbents for drying and purifications in Indian refining and petrochemical Industry
27.	23.08.2016 <b>National Seminar on Porous Materials</b>	Dr. B N Patnaik, Deputy General Manager,	GNFC, Bharuch	Studies on development of green catalyst and separation of by-product for ethyl acetate process
28.	23.08.2016 <b>National Seminar on Porous Materials</b>	Dr. Govind Sethia, Senior Research Scientist,	Advanced Analytical Science, Reliance R&D Centre, RIL, Mumbai	Porous materials for energy and environmental applications
29.	23.08.2016 <b>National Seminar on Porous Materials</b>	Dr. R S Somani, Senior Principal Scientist, (Superannuation)	IMC Division, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Glimpses of Technology Developed at CSIR-CSMCRI
30.	02.09.2016	Dr. Thallada Bhaskar, Principal Scientist & Head, Thermo-catalytic processes Area,	Bio-Fuels Division, CSIR-IIP, Dehradun.	Strategic planning for Sustainable Biomass Energy in India: Opportunities for





				integrated thermo-catalytic/bio-chemical processes
31.	02.09.2016	Dr. Vipin Kumar, Director and Chief Innovation Officer,	National Innovation Foundation (NIF)- India, Ahmedabad	Innovations for inclusive development: role of institutions, initiatives and incentives
32.	06.09.2016	Mr. Fabian Müller, Research Scholar,	Department of Mechanical and Process Engineering, ETH Zurich, 8092 Zurich, Switzerland	Thermochemical conversion of agricultural waste into synthetic fuels using concentrated solar energy
33.	08.09.2016	Dr. Manoj Gumbar, Senior Consultant in Nephrology and Renal Transplantation	Shalby Hospitals, Ahmedabad	Live beyond Life
34.	15.09.2016	Dr. Magesh Nandagopal, Scientist - NCL Innovations,	CSIR-NCL, Pune.	Creating spinoffs and taking science from lab to the market
35.	26.09.2016 <b>CSIR-Foundation Day</b>	Dr. Bharat Bhargava Director General, (Chief Guest)	ONGC Energy Centre, New Delhi	R&D and Energy Security
36.	28.09.2016	Dr. Santanu Karan, Former Postdoctoral Research Associate	Department of Chem. Eng., Imperial College London.	Microporous carbon and polymer nanofilms with ultrafast solvent transport for molecular separation
37.	06.12.2016	Dr. G. Naresh Kumar,	Department of Biochemistry, Faculty of Science, M. S. University of Baroda	Mechanisms for Maintaining High Quality in Research
38.	21.12.2016	Dr. Satyanarayana V. Nandury, Chief Scientist & Head,	CSIR-IICT, Hyderabad	Ease of Doing Business- - Harnessing



		Business Development & Technology Outreach Division,		Excellence through Technology Transfers
39.	03.01.2017	Dr. Swadhin K. Mandal, Associate Professor,	Department of Chemical Sciences, Indian Institute of Science Education and Research (IISER), Kolkata	Tuning the Nonbonding Orbital of Phenalenyl: Towards Designing Novel Multifunctional Materials
40.	20.01.2017	Prof. S. Nagarajan, Head, Dept of Chemistry	Central University of Tamil Nadu, Thiruvavur	Scanning Tunneling Microscopy based Single Molecule Experiments
41.	24.02.2017	Prof. Ira Levine, USIEF Nehru Fulbright Distinguished Chair	University of Southern Maine, USA	Algal cultivation and education for sustainable biofuels, biofeeds, biofoods, and biotechnology
42.	15.03.2017	Mr. Nirmal Iyer	MERCK (Merck Millipore, Sigma Aldrich)	Road show program to display their products in auditorium (10:00 AM- 3:30 PM)

## 12. जन-शक्ति सारांश [Manpower Summary]

Category	Group	Person on Roll as on 01-04-2016	Person on Roll as on 31-03-2017
<b>Regular Manpower</b>			
<b>Scientists</b>	Group IV	80	75
<b>Technical</b>	Group III	36	34
	Group II	53	51
	Group I	10	10
	<b>Total Technical</b>	<b>99</b>	<b>95</b>
<b>Non-Technical</b>			
	Group A	03	02
	Group B	20	19
	Group C	16	19
	Group D	00	00









	<b>Total Non-Technical</b>	<b>39</b>	<b>40</b>
	<b>Total Regular Manpower (A)</b>	<b>218</b>	<b>210</b>
<b>Fellows/ Ad-hoc/ Project Staffs</b>			
	Scientist Fellow (QHS)	02	01
	DST INSPIRE Faculty	02	03
	Project Advisor	00	00
	Emeritus Scientist	01	02
	Woman Scientist	01	01
	CSIR-TWAS Fellow	00	00
	Senior Research Associate (CSIR Pool)	01	01
	CSIR Nehru PDF	01	01
	DST Young Scientist	01	01
	Research Associate (CSIR)	00	02
	Research Associate (Project)	01	03
	Senior Research Fellow (CSIR/UGC NET)	31	31
	Senior Research Fellow (DST/DBT/ BANRF)	02	05
	Senior Research Fellow (Project)	04	01
	Junior Research Fellow (CSIR/UGC NET)	21	19
	Junior Research Fellow (DST/DBT/ BANRF)	06	06
	Junior Research Fellow (Project)	14	14
	Project Associate	00	00
	Technical Assistant (Project)	00	00
	Project Assistant III, II, I	113	127
	Assistant Engineer	00	00
	Project Technician	03	03
	Shift Incharge	00	00
	Electrician	00	00







	Plant Supervisor	00	00
	Data Entry Operator	00	00
	Technical Consultant	00	00
	Summer Research Fellow	00	00
	Executive Assistant (AcSIR)	01	01
	Apprentice	26	31
<b>Total Temporary Manpower (B)</b>		<b>231</b>	<b>253</b>
<b>Total Manpower (A+B)</b>		<b>449</b>	<b>463</b>

### 13. नियुक्तियां [Appointments]







SN		Name	Designation	Date of Joining CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Remarks
1.		Dr. Pramod B Shinde	Sr. Scientist	13-04-2016	
2.		Dr. T Rajesh	Scientist	21-04-2016	Resigned with effect of 23-06-2016
3.		Ms. Kajalben M Dhameliya	JSA (S&P)	21-12-2016	
4.		Mr. Alok Kumar	Administrative Officer	04-01-2017	Joined on transfer from CSIR Hqrs
5.		Mr. Rajdeep	JSA (F&A)	12-01-2017	
6.		Mr. S. Chandrahas	Sr. COFA	17-01-2017	Assumed the Additional Charge of Sr. CoFA in CSIR-CSMCRI, Bhavnagar






7.		Mr. Rakeshkumar M Patel	JSA (S&P)	13-01-2017	
8.		Mr. Jiten Mahto	JSA (G)	24-01-2017	

#### 14. सेवानिवृत्ति/ स्वैच्छिक सेवानिवृत्ति/ स्थानांतरण/ पदच्युति/ त्यागपत्र

[Superannuation/ Voluntary retirement/ Transfer/ Dismissal/  
Resignation]

SN		Name	Designation	Date of Retirement/ Relief	Remarks
1.		Dr. H C Bajaj	Chief Scientist	30-04-2016	Retirement
2.		Mr. M R Gandhi	Chief Scientist	31-05-2016	Retirement
3.		Dr. S H R Abdi	Chief Scientist	30-06-2016	Retirement
4.		Dr. T Rajesh	Scientist	23-06-2016	Resignation
5.		Mr. D B Solanki	Sr. Tech. (2)	13-07-2016	Voluntary Retirement
6.		Dr. R S Somani	Sr. Principal Scientist	31-08-2016	Retirement



7.		Dr. D J Naiya	Assistant (G) Gr. I	31-08-2016	Retirement
8.		Mr. M L Bhatt	Sr. Technical Officer (3)	30-09-2016	Retirement
9.		Mr. P N Rao	Sr. Tech. (2)	30-09-2016	Retirement
10.		Dr. K M Popat	Principal Scientist	30-11-2016	Retirement
11.		Mr. K M Sridhar	Administrative Officer	30-11-2016	Transferred to CSIR-SERC, Chennai
12.		Mr. J K Chaurasia	Finance & Accounts Officer	16-12-2016	Transferred to CSIR-CBRI, Roorkee
13.		Mr. Pardeep Kumar	Principal Scientist	29-12-2016	Transferred to Directorate (HRDC) Ghaziabad
14.		Mr. B L Raval	Sr. Superintending Engineer	28-02-2017	Retirement

### 15. स्मृति-शेष [Always in Memories]

संस्थान के निदेशक एवं कर्मचारी अपने सहकर्मियों के दुःखद निधन पर गहरा शोक व्यक्त करते हैं।

The Director and the staffs of the institute deeply mourn the sad demise of their colleagues.

SN	Name	Designation at the time of Retirement	
1.	Mr. Fateh Singh	Tech	Jul 1930 – Jul 2016
2.	Mr S G Chauhan	Tech	Jun 1939 – Aug 2016
3.	Mr. M U Sheikh	Dy. SPO	Jun 1938 – Dec 2016
4.	Dr. K K Bokil	Scientist E-II	Dec 1929 – Dec 2016





5.	Mr. Sukumaran	Driver (Non Tech)	Oct 1962 – Jan 2017
6.	Mr M C Rao	Lab Attendant	Jun 1932 – Jan 2017
7.	Mr D M Baraiya	Farash	Jun 1938 – Mar 2017
8.	Mr. B M Boricha	Assistant (G) Gr. I	Apr 1944 – Feb 2017

## 16. अंतरसंस्था संबंध [Interagency Linkages]

SN	Project No.	Project Title	Funding Agency	Name of PI	Amount received in 2016-17 (₹)
<b>Grant-in-Aid Projects</b>					
1.	GAP-1081	Enantiomeric Separation of catalytically important metallohelicates and their applications.	SERB, New-Delhi	Dr. P. S. Subramanian	Nil
2.	GAP-1083	Synthesis and biological evolution of functionalized imidazo [1,2-A] pyridine and 1, 8 –naphthyridine scaffolds.	SERB, New-Delhi	Dr. S Adimurthy	4,00,000/-
3.	GAP-1085	Remediation of pesticides from water through tailor made membranes: factors and strategies.	SERB, New-Delhi	Dr. Amit Bhattacharya	8,00,000/-
4.	GAP-1086	Synthesis of relevant biomaterials from seaweed derived polysaccharides for potential application.	SERB, New-Delhi	Dr. Ramavatar Meena	4,00,000/-
5.	GAP-1088	Modelling bio-geochemical cycles in coastal Oceans.	ISRO, Ahmedabad	Dr. Subir Kumar Mandal	5,60,000/-
6.	GAP-1092	Synthesis and characterization of chiral transaction mental complexes/organo-catalysts for hydrocyanation of functionalized and non-functionalized alkenes	SERB, New-Delhi	Dr. N. H. Khan	7,00,000/-
7.	GAP-1095	Investagations on Ionic liquids induced structural changes in protines:	SERB, New-Delhi	Dr. Arvind Kumar	6,00,000/-



		Binding behavior and colloidal formulation.			
8.	GAP-2001	Study of NAC family of transcription factors from halophyte <i>Aeluropus logopoids</i> for multiple stress tolerance in plants.	SERB, New-Delhi	Dr. Pradeep K. Agarwal	7,00,000/-
9.	GAP-2002	Improving quality of salt (below edible grade) to edible grade salt, through scientific intervention, in Deewana region of the proposed site at Rajasthan.	SEED Division, DST, New-Delhi	Dr. Arvind Kumar	5,00,000/-
10.	GAP-2007	INSPIRE Faculty award for Dr. Joyee Mitra [IF A13/CH-129]	DST, New-Delhi	Dr R I Kureshy/ Dr. Joyee Mitra	17,13,832/-
11.	GAP-2008	INSPIRE Faculty award for Dr Jugun Prakash Chinta [IF A 13-CH-117]	DST, New-Delhi	Dr. P. Paul/ Dr. Jugun P. Chinta	17,03,581/-
12.	GAP-2009	Characterization & testing of nanocelluloses, a class of nonmaterial' s, In model & real waters.	DST, New-Delhi	Dr. R. B. Thorat	6,94,800/-
13.	GAP-2012	INSPIRE Faculty award to Dr Animesh Das [IFA 14-CH-135] at CSMCRI Bhavnagar.	DST, New-Delhi	Prof. B. Jha/ Dr. Animesh Das	7,90,840/-
14.	GAP-2013	Clonal propagation of elite female genotype of date palm ( <i>Phoenix dactylifera</i> L.).	SERB, New-Delhi	Dr. Mangal S. Rathore	2,50,000/-
15.	GAP-2018	Integrated proteomic, metabolomic and ionomic approach in the xero-halophyte <i>Haloxylon salicornicum</i> to understand its response towards salinity and drought stress.	SERB, New-Delhi	Dr Ashish K. Parida	8,50,000/-
16.	GAP-2019	In vivo functional characterization of WRKY transcription factor and its promoter from <i>Jatropha curcas</i> for	DST, New-Delhi	Dr. Parinita Agarwal	10,00,000/-



		enhanced biotic stress tolerance.			
17.	GAP-2024	Copolymer-based novel hydrophobic/hydrophilic/amphiphilic membranes and their applications.	SERB, New-Delhi	Dr Suresh K. Jewrajka	5,00,000/-
18.	GAP-2026	Isolation and screening of fatty acids derived from marine microalgae for their potential anti-virulence activity towards enter pathogenic bacteria. [Start-Up Research Grant-Young Scientist-Life Science].	SERB, New-Delhi	Dr. Shruti Chatterjee	2,00,000/-
19.	GAP-2029	Amphiphilic copolymer-based membranes for pervaporation and electro dialysis Applications.	SERB, New-Delhi	Dr. Uma Chatterjee	12,44,000/-
20.	GAP-2033	Quick development of Mobile Water purification unit on wheels in Marathwada region	DST, New-Delhi	Dr. N. Pathak	5,50,000/-
21.	GAP-2034	Development of organic-inorganic beaded polymeric network for the defluoridation of water	DST, New-Delhi	Dr. Saroj Sharma	9,30,940/-
22.	GAP-2035	INSPIRE faculty award in favour Dr. Sukalyan Bhadra [IF A15/CH-199]	DST, Inspire Faculty, New-Delhi	Dr. Sukalyan Bhadra	19,00,000/-
23.	GAP-2036	Design and synthesis of functionalized metal-organic frameworks for selective gas adsorption and heterogeneous catalysis	SERB, New-Delhi	Dr. Subhadip Neogi	17,31,000/-
24.	GAP-2037	International Consortium for renewable and advanced fuel technologies	IIP Dehradun, DBT, ND. I-CRAFT	Prof. B. Jha/ Dr. Mangal S. Rathod	9,50,000/-
25.	GAP-2038	Value Creation from solid waste: Discarded	DST, New Delhi	Dr. Hiren Raval/ Dr.	2,36,28,232/-





		Reverse osmosis membrane elements		Arvind Kumar	
26.	GAP-2039	Synthesis of ceria based core shell nano structured materials	SERB, New Delhi	Dr. Ankush V. Biradar	3,00,000/-
27.	GAP-2040	Nanocarriers for targeted drug delivery and controlled release	SERB, New Delhi	Dr. Sumit K. Pramanik	9,60,000/-
28.	GAP-2041	Development of electro-deionization unit for continuous production demineralized water (resistivity: 1-10 M/cm) with zero discharge without any resin regeneration.	DST, New Delhi	Dr. V. K. Shahi	17,65,000/-
29.	GAP-2043	Ramanujan Fellowship in the financial year 2016-17 for Dr Santanu Karan	SERB, New Delhi	Dr. Santanu Karan	17,80,000/-
30.	GAP-2044	Copper-catalyzed denitrogenation of 1,2,3-triazoles and pyridotriazoles for the syntheses of fused N-heterocycles.	SERB, New Delhi	Dr. S Adimurthy	19,14,000/-
31.	GAP-2046	Designed synthesis of fluorogenic task-specific ionic liquids For transition and heavy metal ion sensing and remove/extractions.	SERB, New Delhi	Dr. Alok Ranjan Palital	14,21,700/-
32.	GAP-2047	New high temperature nanostructured ion conducting membranes (ICMs) for sustainable energy conversion and electro-membrane applications.	SERB, New Delhi	Dr. Vaibhav Kulshreshtra	8,24,900/-
33.	GAP-2048	Development of selective hydrogenation for perfumery and fine chemicals	SERB, New Delhi	Dr. H C Bajaj	-
34.	GAP-2049	Genetic engineering of groundnut (Arachis hypogea L.) using a novel	SERB, New Delhi	Dr. Avinash Mishra	8,36,350/-



		salt and drought responsive gene for enhanced abiotic stress tolerance.			
35.	GAP-2050	Antitubercular merabolites from endophytic microbes of <i>Salicornia brachitata</i> - a halophyte of Gujarat Coast.	SERB, New Delhi	Dr. Pramod Shinde	24,49,783/-
36.	GAP-2051	Development of label-free optical biosensor based on nanostructured porous silicon for cancer detection (under SERB National Post-Doctoral Fellowship)	SERB, New Delhi	Dr. Divesh N. Srivastava/ Dr. Maniya Nalin Hiraji	3,45,000/-
37.	GAP-2052	Molecular recognition receptors for biomarkers and probing Bio-chemicals & molecular processes.	SERB, New Delhi	Dr. Amitava Das	33,00,000/-
38.	GAP-2053	Lanthanide complex with imine based ligands for catalysis (under SERB National Post-Doctoral Fellowship N-PDF-Chemical Sciences)	SERB, New Delhi	Dr. Jijo Johnsin/ Dr. Joyee Mitra	2,25,000/-
39.	GAP-2054	Directing-Group-Assisted C (sp <sup>3</sup> )-H activation and functionalization.	SERB, New Delhi	Dr. Subhash C Ghosh	26,00,000/-
40.	GAP-2055	Design and synthesis of a new Class of mixed-metal Ruthenium (II)- Platinum (II)Tris(2,2'-bipyridin) complexes that can act as potential anti-cancer agent (under SERB National Post-Doctoral Fellowship N-PDF-Chemical Sciences)	SERB, New Delhi (NPfD)	Dr. Tufan Mahapatra / Dr. Amitava Das	2,25,000/-
<b>Consultancy Projects</b>					
1.	CNP-1205	Consultancy services of setting up of M/s	NFL, Noida	Mr. Pratyush Maiti	17,25,000/-



		National fertilizer Limited proposed 8000 ton per annum (tpa) Murate of Potas(MoP) project.			
2.	CNP-1422	Scale-up and validation of CSIR-CSMCRI's process for management.	Chem Process Systems Pvt. Ltd	Mr. Pratyush Maiti	17,25,000/-
3.	CNP-1001	Assessment of present environmental quality status of Tadadi port study region.	NEERI, Nagpur	Dr. S. Halder	9,00,000/-
4.	CNP-1424	Study the marine EIA and water quality modelling with relation to proposed expansion of soda ash, cement and captive cogeneration power plant.	Tata Chemicals Ltd. Mithapur	Dr. S. Halder	5,94,000 /-
5.	CNP-1423	Marine environmental evaluation at Chhara port, Diu, Gujarat for ecological studies at the proposed LPG and POL import-export plant for West coast Terminal pvt ltd.	Kadam Environmental Consultation, Vadodara	Dr. S. Halder	10,62,000/-
<b>Sponsored Projects</b>					
1.	SSP-1205	To derive and demonstrate on pilot scale the feasibility of production of 2MOP from bittern available in Kharaghoda region.	NFL, Noida	Mr. M. R. Gandhi	4,50,000/-
2.	SSP-1431	Farming of Gelidiella acerosa in the Sea: evaluation of techno-economic feasibility of newly developed method.	SNAP alginate Ltd. Ranipet Tamilnadu	Dr. M. Ganesan	3,24,902/-
3.	SSP-1434	Feasibility study of Beneficiation of Glauconitic Sandstone	Adelika Research Mumbai	Mr. M. R. Gandhi	4,10,670/-
4.	SSP-1436	Feasibility study for developing Zeolite-A	M/s Eastern Minerals, Jhansi	Dr. R. I. Kureshy	3,00,656/-





		from mineral pyrophyllite			
<b>Collaborative Projects</b>					
1.	CLP-1205	Scale-up of I-S, EED&ED based membrane processes for production and concentration of HI as hydrogen source	OECT, New Delhi	Dr. V. K. Shahi	68,52,127/-
2.	CLP-1302	Biowaste and algae generation biofuel	University of Rome	Dr. C. R. K. Reddy	9,19,628/-
3.	CLP-1204	Development of polymeric charged membranes for thermochemical hydrogen generation process	OECT, Delhi	Dr. V. K. Shahi	21,10,000/-

## 17. बजट सारांश [Budget Summary]

	(₹ in Lakhs)
<b>CSIR Allocation</b>	
<b>A. Revenue (National Labs.)</b>	
Total Salaries	1947.730
Budget (Including P04/P05/P06/P-70-Staff Qtr.)	368.847
P-07 Chemicals/Consumable & Other Research	380.477
<b>(A) Total Revenue Budget</b>	<b>2697.054</b>
<b>B. Capital (National Labs.)</b>	
Budget (Including W & S/ Staff Qtrs. Capital)	311.213
P-50 Land Cost	0
P-50 (App. & Equipment/Computer Equipment/Office Equipment)	791.000
P-50 (Furniture & Fittings/ Workshop Machinery)	0.000
P-50 (Library Books/Library Journals)	131.000
P-50 Vehicles	0.983
P-26 (ICT) (Infrastructure/ Facilities)	0.000
<b>(B) Total Capital</b>	<b>1234.196</b>
<b>Total Rev. + Cap. (A+B)</b>	<b>3931.250</b>
<b>C. Total Networking &amp; RSP Projects</b>	<b>1212.823</b>
<b>Total National Lab. (A+B+C)</b>	<b>5144.073</b>
P-61 NMITLI	5.030
<b>Revenue other than CSIR Allocation</b>	
Sponsored R &D	12.962
Collaborative/Cooperative R &D	87.832



Grant-in-Aid R &D	654.392
R &D Consultancy	56.580
SMM/TSP	23.174
<b>SUB TOTAL (ECF)</b>	<b>834.939</b>
Analytical/Tech Services	32.408
Knowhow Transfer/ Royalty	14.744
Sale of Lab Products	0.052
Conference/Seminar/Workshop	1.816
<b>SUB TOTAL (Credited to CSIR/ Lab Reserve)</b>	<b>49.021</b>
Amount collected as service tax (Repaid to Government)	31.997
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>915.956</b>
<b>Laboratory Reserve</b>	
Opening Cash Balance	582.180
Receipt during the year	-486.667
Investment encashment on maturity	934.000
<b>Total Receipt (A)</b>	<b>1029.513</b>
Expenditure during the year	97.512
Reinvestment	474.990
<b>Total Expenditure (B)</b>	<b>572.502</b>
<b>*Closing Cash Balance (A-B)</b>	<b>457.011</b>

## 18. अनुसंधान परिषद [Research Council]

SN	Name and Affiliation	
1.	<b>Prof. G. D. Yadav</b> , Vice Chancellor, ICT, Mumbai	Chairperson
2.	<b>Prof. G. Subramanian</b> , Founder Director, National Facility for Marine Cyanobacteria, Bharathidasan University, Trichy	Member
3.	<b>Dr. Anuradda Ganesh</b> , Cummins R&D Centre, Pune	Member
4.	<b>Dr. Vijayamohanan K Pillai</b> , Director, CSIR-CECRI, Karaikudi	Member <i>Cluster Director</i>
5.	<b>Prof. Alok Bhattacharya</b> , JNU, New Delhi	Member
6.	<b>Dr. S. W. A. Naqvi</b> , Director, CSIR-National Institute of Oceanography, Goa	Member <i>Sister Laboratory</i>
7.	<b>Dr. Prashant Puri</b> , President (R&D), Aditya Birla Nuvo Ltd., Mumbai	Member
8.	<b>Dr. S. K. Deshpande</b> , Scientist 'G', DSIR, New Delhi	Member <i>Invitee</i>
9.	<b>Mr. Gaurav Dave</b> , NMCC, New Delhi	Member <i>Agency Representative</i>
10.	<b>Dr. Ambarish Sanyal</b> , CSIR Hq, New Delhi	Member <i>Nominee from RBPD, CSIR HQ</i>



11.	<b>Dr. R. R. Hirwani</b> , Head, CSIR-Unit for R&D of Information Products (URDIP), Pune	Member, DG Nominee
12.	<b>Dr. Amitava Das</b> , Director, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Member
13.	<b>Dr. P. K. Ghosh</b> , Former Director, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Member <i>Special Invitee</i>
14.	<b>Dr. Sourav Pal</b> , Former Director, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Member <i>Special Invitee</i>
15.	<b>Dr. S. H. R. Abdi</b> , Head, BDIM, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Secretary, RC

### 19. प्रबंधन परिषद [Management Council]

SN	Name and Affiliation	
1.	<b>Dr. Amitava Das</b> , Director, CSIR- CSMCRI, Bhavnagar.	Chairperson
2.	<b>Dr. (Mrs) R. I. Kureshy</b> , Senior Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
3.	<b>Dr. Kamallesh Prasad</b> , Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
4.	<b>Dr. Rajaram K Nagarale</b> , Senior Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
5.	<b>Dr. Alok Ranjan Paital</b> , Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
6.	<b>Mr. P. A. Patel</b> , Principal Technical Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
7.	<b>Prof. Ashwini Kumar Nangia</b> , Director, CSIR-National Chemical Laboratory, Pune	Member
8.	<b>Dr. Ankkur Goel</b> , Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Member
9.	Controller of Finance & Accounts/ Finance & Accounts Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
10.	Controller of Administration/ Administrative Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member Secretary

### 20. वैधानिक समितियाँ [Statutory Committees]

एससी / एसटी के लिए शिकायत निवारण समिति

[Grievance Redressal Committee for SCs/STs]

SN	Name and Designation	
1.	Liaison Officer for SCs/STs	Ex-Officio Chairman





2.	Mr. Bhupendra Kumar Markam, Scientist	Member
3.	Mr. B. S. Makwana, Sr. Tech. Officer (2)	Member
4.	Mr. M. M. Rathod, Sr. Technician (2)	Member
5.	Mr. H. M. Tadv, Sr. Technician (1)	Member
6.	Mrs. Sarla M Solanki, Technician (1)	Member
7.	COA/AO	Member-Secretary

### स्थानीय शिकायत समिति

#### [Local Grievance Committee]

SN	Name and Designation	
1.	Dr. C. R. K. Reddy, Chief Scientist	Chairman
2.	Mr. S. C. Upadhyay, Senior Scientist	Member
3.	Dr.(Mrs.) Anjani K. Bhatt, Sr. Tech. Officer (3)	Member
4.	Mr. Pramod Makwana, Technician (2)	Member
5.	Mr. Niraj Kumar, Section Officer (F&A)	Member
6.	Dr. D. R. Chaudhary, Senior Scientist	Member
7.	Mr. Mayank S. Roongta, Technical Officer	Member
8.	Mr. D. R. Parmar, Senior Technician (2)	Member
9.	Mr. L. S. Vaghela, Lab Assistant	Member
10.	Mr. Nripendra Chandalia, Assistant Gr. I	Member
11.	Section Officer (Establishment)	Member-Secretary
12.	Liaison Officer [SC/ST]	Ex-Officio Member
13.	Liaison Officer [OBC]	Ex-Officio Member

### आंतरिक शिकायत समिति

#### [Internal Complaints Committee]

SN	Name and Designation	Remarks
1.	Dr. (Mrs.) Paramita Ray Sr. Principal Scientist	Presiding Officer
2.	Prof. Dr. Kairavi Desai Professor, Government Medical College, Bhavnagar	Member
3.	Ms. H. H. Deraiya Principal Scientist	Member
4.	Dr. J. R. Chunawala (Sr.) Principal Scientist	Member
5.	Dr. Arvind Kumar Principal Scientist	Member
6.	Dr. (Mrs.) Anjani K Bhatt Sr. Technical Officer (3)	Member



7.	Dr. (Mrs.) Aruna Raviprakash Sr. Technical Officer (2)	Member
8.	AO/ SO (Vigilance)	Convener-(Ex-Officio)

### राजभाषा कार्यान्वयन समिति

#### [Official Language Implementation Committee]

SN	Name and Designation	
1.	Dr. Amitava Das, Director	Chairperson
2.	Dr. Kanti Bhushan Pandey, Scientist	Coordinator & Rajbhasha Adhikari
3.	Dr. Vinod Kumar Shahi, Principal Scientist	Member
4.	Dr. Divesh N. Srivastava, Senior Scientist	Member
5.	Dr. Ankkur Goel, Principal Scientist	Member
6.	Mr. Sandip Vaniya, Scientist	Member
7.	Mr. Rajesh Patidar, Junior Scientist	Member
8.	Mr. Arvind Sharma, Senior Technical Officer (1)	Member
8.	Mr. K. M. Sridhar (AO)	Member
9.	Mr. Sudhanshu Choudhary (SPO)	Member
10.	Mr. V. Harikrishnan (SO, Finance and Accounts)	Member
11.	Mr. T. Rambabu, SO	Member
12.	Mrs. Deena Bhatt, Senior Hindi Translator	Member-convenor

### 21. आरक्षण नीति कार्यान्वयन [Reservation Policy Implementation]

As on 01 January 2016				
Category/ Level of Posts	Total No. of filled up posts	Number of SC's (Percentage)	Number of ST's (Percentage)	Number of OBC's (Percentage)
Scientists Gr IV (Pay band 3 & 4)	54	05 (9.25%)	05 (9.25%)	07 (12.96%)
Technical Gr III (Pay band 2, 3 & 4)	38	09 (23.68%)	03 (7.89%)	06 (15.78%)
Technical Gr II (Pay band 1 & 2)	54	08 (14.81%)	06 (11.11%)	08 (14.81%)
Technical Gr I (Pay band 1)	11	03 (27.27%)	00 (0.0%)	00 (0.0%)
<b>Administration</b>				
Group-A (Pay band 3 & 4)	03	00 (0.0%)	00 (0.0%)	00 (0.0%)
Group-B	22	01	04	04



(Pay band 2)		(4.54%)	(18.18%)	(18.18%)
Group-C (Pay band 1)	13	02 (15.38%)	01 (7.69%)	03 (23.07%)
Safaiwala (Pay band 1)	03	03 (100%)	00 (0.0%)	00 (0.0%)

As on 01 January 2017				
Category/ Level of Posts	Total No. of filled up posts	Number of SC's (Percentage)	Number of ST's (Percentage)	Number of OBC's (Percentage)
Scientists Gr IV (Pay band 3 & 4)	49	5 (10.20%)	5 (10.20%)	8 (16.32%)
Technical Gr III (Pay band 2, 3 & 4)	35	9 (25.71%)	3 (8.57%)	6 (17.14%)
Technical Gr II (Pay band 1 & 2)	51	8 (15.68%)	6 (11.76%)	8 (15.68%)
Technical Gr I (Pay band 1)	10	3 (30%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
<b>Administration</b>				
Group-A (Pay band 3 & 4)	1	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Group-B (Pay band 2)	19	0 (0.0%)	3 (15.78%)	3 (15.78%)
Group-C (Pay band 1)	14	3 (21.42%)	1 (7.14%)	1 (7.14%)
Safaiwala (Pay band 1)	3	3 (100%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

## 22. आरटीआई अनुपालन [RTI Compliance]

Period	Opening Balance	Receipts Under 6(3)	Received in the quarter	Disposal	Closing Balance	Remarks
Apr – Jun	0	1	7	6	1	One transferred to another PA
Jul – Sept	1	1	10	10	2	---
Oct – Dec	2	2	2	2	4	---
Jan – Mar	4	0	9	10	3	---





## 23. ज्ञान संसाधन [Knowledge Resources]

SN	Particulars	Available as on 01 April 2016	Addition	Total Collection as on 31 March 2017
<b>संग्रह/ Collections</b>				
1.	Books (English)	12285	6	12348
	Books (Hindi)	602	18	692
2.	Back Vols.	27446	-	27446
3.	Translation	427	-	427
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	2698	-	2698
	<b>Total</b>	<b>48366</b>	<b>24</b>	<b>48519</b>
<b>पत्रिकाओं / डेटाबेस / ई-पत्रिकाओं की सदस्यता Journals/ Database/ E-Journals Subscriptions</b>				
SN.		<b>2016-17</b>		
1.	International Journals	57		
2.	National Journals	12		
3.	e-journals (Through Knowledge Resources Consortium)	4500		
4.	Bibliographic Databases	04 I. Sci-Finder, II. ASTM, III. Derwent Innovation, IV. Web of Science, V. Cambridge Structural Database, VI. ACS Journals (Full-text)		

## 24. राजभाषा प्रसार [Official Language Dissemination]

भारत एक प्रजातांत्रिक देश है। प्रजातंत्र के लिए यह आवश्यक है कि देश का प्रशासनिक, व्यावसायिक, वैज्ञानिक एवं तकनीकी कार्य देश की जनता की भाषा में हो। भारतीय संविधान में हिन्दी को देश की सामाजिक संस्कृति के वाहक के रूप में राजभाषा के रूप में स्वीकार किया गया है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई में संवैधानिक राजभाषा नीति के अनुपालन के साथ-साथ वैज्ञानिक एवं तकनीकी गतिविधियों को हिन्दी में प्रकाशन तथा मीडिया द्वारा आमजनता तक पहुँचाने का प्रयास किया जाता है। संस्थान का हिन्दी विभाग सरकारी कार्यों



में हिन्दी भाषा का सरल, एवं सहज उपयोग के साथ उसकी आमजनता के संपर्क भाषा के रूप में सुदृढ़ प्रस्तुति के प्रयास में कार्यरत है। वर्ष 2016-2017 के दौरान हिन्दी विभाग द्वारा निम्नलिखित कार्य संपन्न किए गए।

### राजभाषा प्रचार-प्रसार

- हिन्दी कार्यान्वयन के बारे में गृहमंत्रालय राजभाषा विभाग द्वारा वर्ष 2016-2017 के लिये वार्षिक कार्यक्रम सभी विभागाध्यक्षों तथा राजभाषा कार्यान्वयन समिति के सदस्यों को प्रेषित किया गया और तत्संबंधी अनुपालन हेतु सूचित किया गया।
- हिन्दी दिवस के अवसर पर वर्ष दिनांक 05/09/2016 से 14/09/2016 के दौरान हिन्दी सप्ताह सउल्लास मनाया गया। हिन्दी सप्ताह के दौरान विभिन्न प्रतियोगिताओं जैसे यादगार प्रसंग कथन, कविता पाठ, तस्वीर क्या बोलती है?, शब्दावली, कम्प्यूटर पर हिन्दी टाइपिंग (युनिकोड में) तथा सामूहिक प्रश्नोत्तरी का आयोजन किया गया। प्रतिदिन इंटरनेट द्वारा ऑनलाइन प्रश्नोत्तरी का भी आयोजन किया गया, जिसमें कर्मचारियों ने उत्साहपूर्वक भाग लिया।
- 14 सितंबर, हिन्दी दिवस समारोह में मुख्य अतिथि के रूप में भावनगर के मण्डल रेल प्रबंधक एवं नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर के अध्यक्ष, श्री ज्योति प्रकाश पाण्डेय को आमंत्रित किया गया था। इस समारोह में हिन्दी सप्ताह के दौरान आयोजित प्रतियोगिताओं के विजेताओं को पुरष्कृत किया गया।
- डॉ.कान्ति भूषण पाण्डेय, वैज्ञानिक तथा श्रीमती दिना भट्ट, वरिष्ठ अनुवादक द्वारा विमान पत्तन प्राधिकरण, भावनगर में हिन्दी के व्यापक अनुप्रयोग विषयों पर आमंत्रित व्याख्यान व मार्गदर्शन दिये गये।
- प्रतिदिन संस्थान के सभी कर्मचारियों को इंटरनेट द्वारा द्विभाषी (हिन्दी-अंग्रेजी) 'आज का सुविचार एवं शब्द' भेजा गया।

### हिन्दी प्रशिक्षण

- 31 मार्च 2016 तक का संस्थान के कर्मचारियों के हिन्दी ज्ञान संबंधी रोस्टर अद्यतन किया गया।
- गृहमंत्रालय के आदेशानुसार प्रवीणता प्राप्त कर्मचारी/अधिकारियों को इस वर्ष के लिये वैयक्तिक आदेश जारी किये गये।
- हिन्दी विभाग द्वारा संस्थान में राजभाषा हिन्दी के कार्यान्वयन को बढ़ावा देने तथा कर्मचारियों को हिन्दी में कार्य के प्रति रुचि बढ़ाने के उद्देश्य से प्रशासन, वित्त एवं लेखा, भंडार तथा क्रय, सिविल विभाग के कर्मचारियों के लिए दिनांक 06/06/2016 से 10/06/2016 तक प्रतिदिन युनिकोड हिन्दी टाइपिंग प्रशिक्षण का आयोजन किया गया।



चित्र – राजभाषा प्रशिक्षण कार्यक्रम में बोलते विशेषज्ञ एवं भाग लेते प्रतिभागी

### हिन्दी कार्यशाला

- हिन्दी विभाग द्वारा संस्थान के कर्मचारियों/ अधिकारियों को हिन्दी में कार्य करने के लिए प्रोत्साहित करने हेतु समय-समय पर कार्यशालाओं का आयोजन किया गया।
- दिनांक 05/09/2016 से 12/09/2016 के दौरान प्रतिदिन हिन्दी सप्ताह प्रतियोगिताओं के प्रतिभागियों को हिन्दी भाषा, वर्तनी संबंधी मार्गदर्शन देकर अभ्यास कराया गया।
- संस्थान के कर्मचारियों को कम्प्यूटर में हिन्दी में कार्य करने में आ रही कठिनाइयों को दूर करने के लिए मार्गदर्शन देने हेतु दिनांक 28/11/2016 को एक कार्यशाला का आयोजन किया गया।
- दिनांक 27/03/2017 को संस्थान के ग्रंथालय में एक टेबल वर्कशॉप का आयोजन किया गया।







**चित्र –** कार्यशाला में राजभाषा अनुप्रयोगों में आ रही समस्याओं पर चर्चा एवं मार्गदर्शन

### तकनीकी एवं प्रशासनिक अनुवाद

- संस्थान के द्विवार्षिक प्रतिवेदन 2014-2016 का हिन्दी अनुवाद किया गया।
- संस्थान के स्थापना दिवस समारोह तथा परिषद स्थापना दिवस समारोह के लिए प्रेस नोट, आमंत्रण, बैनर, नामपट्ट आदि हिन्दी में तैयार करने का कार्य किया गया।
- खड़ की मोहरें, टेंडर, नोटिस, एम.ओ.यु. फार्म, प्रशासनिक फार्मों, विभिन्न विभागों के संशोधित/परिवर्तित फार्मों का आवश्यकतानुसार अनुवाद तथा टंकण कार्य किया गया।
- प्लान्ट ओमिक्स विभाग के भूमि सम्पादन संबंधी राज्य सरकार के गुजराती पत्र का हिन्दी में अनुवाद किया गया।
- नमक व समुद्री रसायन विभाग में कर्मचारियों के लिए उपस्थित पत्रक हिन्दी में तैयार किया गया और अगारियाओं को मार्गदर्शन हेतु प्रशिक्षण सामग्री हिन्दी में तैयार की गई।

### हिन्दी पत्राचार एवं प्रगति रिपोर्ट

- हिन्दी में आये समस्त पत्रों के उत्तर हिन्दी में तथा अन्य भाषाओं के पत्रों के उत्तर हिन्दी में अथवा द्विभाषी में भेजे गये।
- प्रत्येक तिमाही में संस्थान के सभी विभागों से जानकारी एकत्रित तथा संकलित करके प्रगति रिपोर्ट तैयार की गई और राजभाषा विभाग, पश्चिम क्षेत्र, मुंबई को ऑनलाइन तथा सीएसआईआर, मुख्यालय को भेजी गई। नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर को राजभाषा प्रगति की छमाही रिपोर्ट भेजी गई।
- वर्ष के दौरान आयोजित हिन्दी कार्यशालाओं की रिपोर्ट तथा राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठकों का कार्यवृत्त सीएसआईआर की सभी प्रयोगशालाओं एवं नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर के सदस्य संस्थानों को प्रेषित किया गया।



## हिन्दी बैठकें

- वर्ष के दौरान चार तिमाही राजभाषा कार्यान्वयन समिति की बैठकें निदेशक महोदय की अध्यक्षता में संपन्न की गईं तथा दो बार नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर द्वारा आयोजित अर्धवार्षिक बैठक में संस्थान का प्रतिनिधित्व किया गया।

## निरीक्षण

- वर्ष 2016-2017 के दौरान संस्थान की राजभाषा कार्यान्वयन समिति द्वारा प्रतिमास संस्थान के एक-एक विभाग का राजभाषा कार्यान्वयन संबंधी आंतरिक निरीक्षण किया गया। जिसके अंतर्गत, विभागों में हिन्दी भाषा में कार्य करने में आ रही समस्याओं के समाधान के साथ राजभाषा के प्रगामी प्रयोगों को बढ़ावा देने हेतु सुझाव भी दिये गये तथा विभाग में आवश्यकतानुसार फार्म, नोटिंग, रजिस्टर शीर्षक आदि संबंधी हिन्दी अनुवाद भी हिन्दी विभाग द्वारा उपलब्ध कराया गया।

## प्रोत्साहन

- संस्थान में राजभाषा हिन्दी में अधिकतम कार्यों को बढ़ावा देने के क्रम में प्रतिवर्ष अधिकतम हिन्दी शब्दों का प्रयोग करने वाले संस्थान के कर्मचारियों को पुरस्कार दिये गये। इसके अतिरिक्त कक्षा 1 से 12 तक हिन्दी विषय में सर्वाधिक अंक प्राप्त करनेवाले कर्मचारियों के बच्चों को पुरस्कृत किया गया।
- 2016-2017 में हिन्दी कार्यान्वयन में वृद्धि हेतु विशेष प्रयास करने के लिए डॉ. सी. आर. के. रेड्डी, मुख्य वैज्ञानिक, डॉ. दिवेश श्रीवास्तव, प्रधान वैज्ञानिक, श्री बी. एल. रावल, अधीक्षक अभियंता, श्री नीरज कुमार, अनुभाग अधिकारी (वित्त एवं लेखा), श्री अरविंद कुमार, अनुभाग अधिकारी (भंडार एवं क्रय) तथा श्री यज्ञेश त्रिवेदी, अनुभाग अधिकारी (स्थापना) को सम्मानित किया गया।

## हिन्दी में विज्ञान का प्रचार-प्रसार

- दिनांक 25 से 27 मई, 2016 के दौरान हैदराबाद में हिन्दी में “मेक इन इंडिया-सीएसआईआर की भूमिका” विषय पर राष्ट्रीय संगोष्ठी का आयोजन किया था जिसमें संस्थान के वैज्ञानिक डॉ. एस. सी. उपाध्याय, डॉ. अरूप घोष, डॉ. कान्ति भूषण पाण्डेय तथा डॉ. भूमि अंधारिया ने संस्थान का प्रतिनिधित्व किया तथा संस्थान की वैज्ञानिक गतिविधियाँ, उपलब्धियों के बारे में प्रस्तुति की।
- संगोष्ठी स्मारिका में ‘समाज की सेवा में सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई’ विषय पर एक वैज्ञानिक शोध-पत्र भी प्रकाशित किया गया।
- डॉ. कान्ति भूषण पाण्डेय, वैज्ञानिक द्वारा अगस्त, नवम्बर, दिसंबर-2016 तथा मार्च, 2017 में चार लोकप्रिय विज्ञान लेख हिन्दी में ‘विज्ञान’ मासिक पत्रिका में प्रकाशित।



- 'राष्ट्र के विकास में सीएसएमसीआरआई का योगदान' एवं 'प से पानी' दो लेख नराकास, भावनगर की वार्षिक पत्रिका-नगरज्योति में मार्च, 2017 में प्रकाशित।
- दिनांक 26-27 फरवरी, 2017 के दौरान सीएसआईआर-केंद्रीय यांत्रिक अभियांत्रिक अनुसंधान संस्थान, दुर्गापुर में हिन्दी में आयोजित राष्ट्रीय संगोष्ठी में वैज्ञानिक डॉ. कान्ति भूषण पाण्डेय व प्रधान वैज्ञानिक डॉ. एस. सी. उपाध्याय ने संस्थान का प्रतिनिधित्व किया तथा संस्थान की वैज्ञानिक गतिविधियों, उपलब्धियों के बारे में प्रस्तुति की।
- संगोष्ठी स्मारिका में 'मेक इन पहल के अंतर्गत सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के सार्थक अनुसंधान' विषय पर एक वैज्ञानिक शोध-पत्र भी प्रकाशित किया गया।
- 25 जून, 2016; डॉ. हर्षवर्धन, माननीय केंद्रीय मंत्री-विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी तथा पृथ्वी विज्ञान मंत्रालय, भारत सरकार एवं उपाध्यक्ष, सीएसआईआर के सीएसएमसीआरआई भ्रमण के दौरान समस्त कार्यक्रम हिन्दी में आयोजित किए गए।
- सीएसआईआर- सीएसएमसीआरआई, भावनगर और अर्बन हेल्थ सेंटर पालिताना के सहयोग से आयोजित मेडिकल कैम्प के दौरान प्रस्तुति एवं पोस्टर हिन्दी में प्रदर्शित किए गये।

## 25. सम्मेलन/ कार्यशालाएं/ कार्यक्रम/ बैठकों का आयोजन

[Seminars/ Workshops/ Events/ Meetings Organized]

सीएसएमसीआरआई स्थापना दिवस/ CSMCRI Foundation Day

10 अप्रैल/ April 2016







## तत्व एवं उत्प्रेरण पर राष्ट्रीय संगोष्ठी National Seminar on Materials & Catalysis

26 अप्रैल/ April 2016



डॉ हर्षवर्धन, माननीय केंद्रीय विज्ञान और प्रौद्योगिकी और पृथ्वी विज्ञान मंत्री और  
सीएसआईआर के उपाध्यक्ष का दौरा

Visit of Dr. Harshvardhan, Hon'ble Union Minister for Science &  
Technology and Earth Sciences and Vice president of CSIR

25 जून/ June 2016





असममित उत्प्रेरक विषय पर राष्ट्रीय संगोष्ठी  
National Seminar on Asymmetric Catalysis

28 जून/ June 2016



स्वाधीनता दिवस/ Independence Day

15 अगस्त/ August 2016







## हिन्दी दिवस/ Hindi Day

14 सितम्बर/ September 2016



## सीएसआईआर स्थापना दिवस/ CSIR Foundation Day

26 सितम्बर/ September 2016







## भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव/ India International Science Festival

10 नवम्बर/ November 2016



## गणतंत्र दिवस/ Republic Day

26 जनवरी/ January 2017







सुरक्षा दिवस पर अग्निशामक ऑपरेशन लाइव प्रदर्शन  
Fire Extinguisher Operation Live Demonstration on Safety Day  
07 मार्च/ March 2017





## 26. मीडिया कवरेज [Media Coverage]















ISSN 0577-0912/2016-17