



वार्षिक प्रतिवेदन

*Annual Report*

2018-19



सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान

भावनगर

CSIR-Central Salt & Marine Chemicals Research Institute

Bhavnagar









वार्षिक प्रतिवेदन  
*Annual Report*  
2018-19





# सीएसएमसीआरआई

CSM-CRI



अर्ध सदी पूर्व...

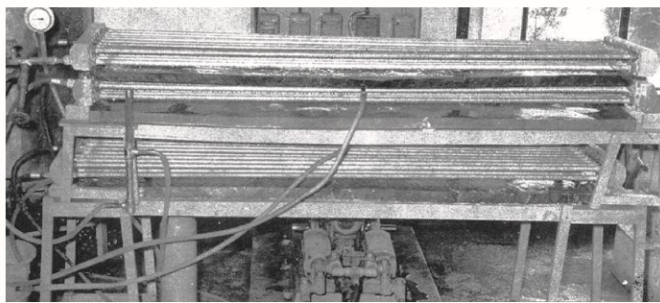
वार्षिक प्रतिवेदन 1968 एवं 1969 से

Half Centruy Ago...

From the Annual Report 1968 & 1969

ट्यूबलर रिवर्स ऑस्मोसिस संयंत्र

Tubular Reverse Osmosis Plant



समुद्री जल मैग्नेशिया प्रायोगिक संयंत्र

Sea Water Magnesia Pilot Plant



ब्रोमीन प्रदर्शन इकाई

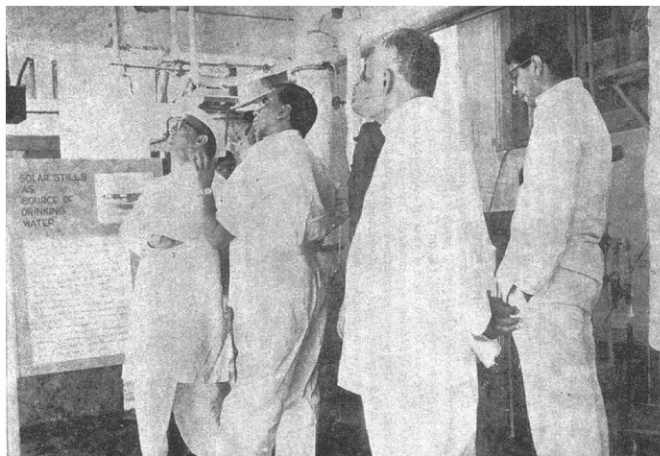
Bromine Demonstration Unit



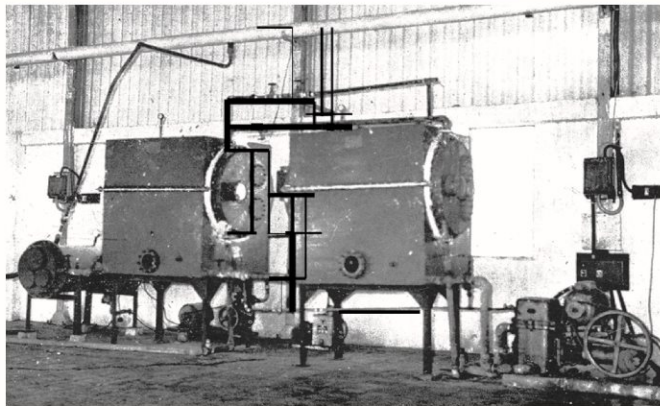
यांत्रिक नमक हार्वेस्टर परिचालन में  
**Mechanical Salt Harvester in Operation**



मा. श्री श्रीमन् नारायण, गुजरात के राज्यपाल, सीएसएमसीआरआई के भ्रमण पर  
**Ho. Shri Shriman Narayan, Governor of Gujarat going around CSMCRI**



फ्लैश आसवन इकाई  
**Flash Distillation Unit**





**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 पैताल  
डॉ. अनिल कुमार एम.  
डॉ. अंकुर गोयल  
डॉ. बाबूलाल रेबारी  
श्री भूपेंद्र 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 Rebari  
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





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	009
अध्याय - 3	पदार्थ विज्ञान	
Chapter - 3	Materials	027
अध्याय - 4	स्वास्थ्य संरक्षण	
Chapter - 4	Healthcare	041
अध्याय - 5	ऊर्जा	
Chapter -5	Energy	049
अध्याय - 6	पर्यावरण	
Chapter -6	Environment	059
अध्याय - 7	जल	
Chapter -7	Water	067
अध्याय - 8	कृषि	
Chapter -8	Agriculture	081
अध्याय - 9	सामाजिक सेवा	
Chapter -9	Social service	091

अनुलग्नक

Annexure

103





## निदेशक की कलम से



मुझे सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान (सीएसएमसीआरआई) की वर्ष 2018-19 के लिए इस वार्षिक रिपोर्ट को प्रस्तुत करने में खुशी महसूस हो रही है, जो एक जीवंत संगठन है एवं नवाचार और विज्ञान/ प्रौद्योगिकी के माध्यम से भारतीय समाज और उद्योगों की अतृप्त चुनौतियों का समाधान करने के लिए केंद्रित है। यह रिपोर्ट आत्मनिरीक्षण के साथ हमारी उपलब्धियों पर प्रकाश डालती है, जो कि आने वाले कल में और भी शानदार होगा।

सीएसएमसीआरआई अपनी अभिज्ञात क्षमताओं के साथ, औद्योगिक नमक की गुणवत्ता और उत्पादन में सुधार, व्यवस्थित तरीके से समुद्री रसायनों की पुनःप्राप्ति, विशिष्ट अकार्बनिक पदार्थों का संश्लेषण, विभिन्न हरित कार्बनिक रूपांतरणों के लिए उत्प्रेरक, पर्यावरण निगरानी, परीक्षण एवं प्रभाव मूल्यांकन अध्ययन और अपशिष्ट से संपदा के अंतर्गत मूल्यवर्धित उत्पाद के विकास में विविध सेवाएं प्रदान करता है। सीएसएमसीआरआई के पास घरेलू से लेकर औद्योगिक जल उत्पादन हेतु जल के विलवणीकरण/ शोधन के लिए विभिन्न प्रकार की मेम्ब्रेन आधारित प्रौद्योगिकियों की रचना और विकास करने की क्षमता है। संस्थान की केंद्रीकृत उपकरण सुविधाओं का न केवल संस्थान के लिए, बल्कि सीएसआईआर के बाहर अन्य संस्थानों और एमएसएमई उद्योगों में भी महत्वपूर्ण योगदान रहा है।

यह बहुत ही संतोषप्रद है कि संस्थान लगातार दृश्यता की नई ऊंचाइयों को प्राप्त कर रहा है। यह रिपोर्ट मेरे वक्तव्य की गवाह है। सीएसआईआर के आदर्शों के अनुरूप, सीएसएमसीआरआई नए भारत के लिए लगातार कार्य कर रहा है। हमने आम जनमानस की बेहतरी के लिए इस वर्ष दो महत्वपूर्ण तकनीकों का अंतरण किया है। ये दो तकनीकें हैं; तरल समुद्री शैवाल बायोस्टिमुलेंट (एलएसपीबी) का उत्पादन करने की प्रौद्योगिकी, जो प्रचुर मात्रा में उपलब्ध भूरे रंग के समुद्री शैवाल का उपयोग करती है और आरओ संयंत्र रिजेक्ट से वाष्पीकरण के माध्यम से जल की पुनःप्राप्ति, जो नियामक 'जीरो लिक्विड डिस्चार्ज' मानदंड के






अनुपालन में है। इसके अलावा, कई नई तकनीकी जानकारीयां विकसित की गईं एवं 14 नए पेटेंट दायर किए गए, और समान संख्या में स्वीकृत हुए। संस्थान बुनियादी अनुसंधान के क्षेत्र में भी अग्रणी स्थिति में है। इस प्रतिवेदित वर्ष में, प्रतिष्ठित अंतरराष्ट्रीय पत्रिकाओं में 215 शोध पत्र प्रकाशित हुए हैं, जिनमें से कई का इंपैक्ट फैक्टर 8 से अधिक है।

हमारे वैज्ञानिकों, छात्रों और तकनीकी जनशक्ति द्वारा किए गए अथक प्रयासों का प्रतिबिंब उनका राष्ट्रीय/ अंतर्राष्ट्रीय पुरस्कार और सर्वोत्तम अध्येतावृत्ति से सम्मानित होना है। हमारे कई कर्मचारियों और छात्रों को विभिन्न कार्यक्रमों के अंतर्गत विदेशों में प्रतिनियुक्त किया गया और 2018-2019 के दौरान दुनिया भर से प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों और शोधकर्ताओं ने सीएसएमसीआरआई का दौरा किया। सीएसएमसीआरआई में सम्मेलन, सेमिनार और कार्यशालाएँ अब आम हैं। इस वर्ष भी हमने इस तरह के कार्यक्रमों की एक श्रृंखला का आयोजन किया है, जिसमें जल और ऊर्जा के लिए एक इंडो-जर्मन संयुक्त वैज्ञानिक कार्यशाला भी शामिल है। मानव संसाधन विकास के मोर्चे पर, सीएसएमसीआरआई में कार्य करने वाले 24 छात्रों ने एसीएसआईआर से, 04 छात्रों ने एम. के. भावनगर विश्वविद्यालय से और 02 छात्रों ने चारुसेट से अपनी पीएच.डी. डिग्री प्राप्त की। इसके अलावा, विभिन्न संस्थानों और विश्वविद्यालयों के कई छात्रों ने विभिन्न पाठ्यक्रमों के अंतर्गत अपने शोध प्रबंध के लिए संस्थान में कार्य किया।

सामाजिक सेवा में भी सीएसएमसीआरआई का योगदान कहीं से भी कम नहीं है। हम समाज को दो स्तरीय सेवा प्रदान करते हैं। एक तरफ हम अपनी परिष्कृत उपकरण सुविधा और वैज्ञानिक परामर्श सेवाओं के साथ राष्ट्र की सेवा करते हैं। दूसरी ओर, सामुदायिक स्तर पर जल शोधन इकाइयों की स्थापना के माध्यम से प्राकृतिक आपदाओं के समय सुरक्षित पेय जल प्रदान करने की हमारी सेवाओं को किसी भी परिचय की आवश्यकता नहीं है।

हमारी उपलब्धियों को कलमबद्ध करते हुए, यह मेरी कृतघ्नता होगी, अगर मैं हमारी अनुसंधान परिषद की प्रशंसा नहीं करता। ये सभी उपलब्धियां अनुसंधान परिषद के अध्यक्ष और सदस्यों के बहुमूल्य मार्गदर्शन और समर्थन के बिना संभव नहीं थीं। मैं महानिदेशक-सीएसआईआर और मुख्यालय के अन्य कर्मचारियों को उनके समर्थन और हम पर विश्वास करने के लिए धन्यवाद देता हूँ। मैं प्रबंधन परिषद और हितधारकों के योगदान का भी आभारी हूँ। मैं भारत सरकार, राज्य सरकारों और मीडिया को भी धन्यवाद देता हूँ, जिन्होंने सीएसएमसीआरआई को एक जीवंत संगठन बनाने के लिए प्रत्यक्ष या अप्रत्यक्ष रूप से योगदान दिया है। हमारे सभी प्रशासनिक कर्मचारियों का अगोचर प्रयास एक विशेष अभिनंदन का अधिकारी है। मुझे यह कहते हुए गर्व हो रहा है कि हमारे पास हमारे संस्थान की सफलता के लिए एक साथ काम करने के लिए प्रतिबद्ध टीम है। मैं इस वार्षिक रिपोर्ट को सुरुचिपूर्ण तरीके से प्रस्तुत करने के लिए टीम के प्रयासों की भी सराहना करता हूँ।

यह वर्ष, वैज्ञानिक उपलब्धियों, दृश्यता, प्रौद्योगिकी विकास / प्रसार व व्यावसायीकरण और सामाजिक परियोजनाओं के पोषण के संदर्भ में इस महान संगठन के लिए यह सबसे सफल वर्षों में से एक रहा है। इन सभी ने हमें आत्मनिर्भर भारत के विचार के साथ आगे बढ़ने के लिए मंच प्रदान किया है।



(अमिताव दास)

## From the Director's Desk



I am pleased to introduce this Annual Report for the year 2018-19 of the CSIR-Central Salt and Marine Chemicals Research Institute (CSMCRI), a vibrant organization that is focused to address the unmet challenges of Indian society and Industries through innovation and science/ technology. This Report presents the highlight of our achievements with an introspection, which will take up to an even brighter tomorrow.

CSMCRI with its recognized capabilities, offers a variety of services in improving the quality and yield of industrial salt, recovery of marine chemicals in systematic manner, synthesis of specialty inorganic materials, catalysts for various green organic transformations, environment monitoring, audit & impact assessment studies and development of value-added products from wastes under Waste to Wealth. CSMCRI has the capability for designing and developing different types of membrane-based technologies for water desalination/ purification for domestic to industrial water production. The centralized equipment facilities of the institute have not only contributed significantly to the institute, but also to other institutions and MSME industries outside CSIR.

It is a matter of great satisfaction that the institute is successively gaining new heights of visibility. This report is testimony of my statement. In line with the motto of CSIR, CSMCRI is continuously working for the new India. We have transferred two crucial technologies this year for the betterment of our common population. These two technologies include technology for the production of liquid seaweed biostimulant (LSPB) which utilizes abundantly available brown





seaweeds and recovering water from the RO plant reject stream through evaporation to comply with regulatory 'Zero Liquid Discharge' norm. In addition, several new knowhows have been developed and 14 new patents have been filed and equal numbers have been granted. The institute is in a leading position in the field of basic research as well. In this reported year, 207 research papers have been published in reputed international journals. Many of them have an impact factor of more than 8.

The reflection of the tireless efforts poured by our scientists, students and technical manpower is reputed national/ international awards & fellowships bestowed on them. Several of our staff and students were deputed abroad under various programs and a large number of eminent scientists and researchers across the globe visited CSMCRI during 2018-2019. Conferences, seminars and workshops are now common in CSMCRI. This year also we have organised a series of such events, including an Indo-German joint Scientific Workshop for Water and Energy. On the front of Human Resource Development, 24 students working at CSMCRI, earned their Ph.D. degrees from AcSIR and additional 04 from MK Bhavnagar University and 02 from CHARUSAT. Moreover, many students from various institutes and universities turned to the institute for their dissertation under various curriculums.

The contribution of CSMCRI in social service is no less than anywhere. We render two tier service to the society. On one hand we serve the nation with our sophisticated instrumentation facility and scientific consultancy services. On the other hand, our services during the times of natural disasters by providing safe drinking water through establishing water purification units on community levels does not require any introduction.

While penning our accomplishments, it will be my thanklessness, if I do not wow our Research Council. All these achievements would not have been possible without the valuable guidance and support of the Chairman and Members of the Research Council. I am thankful to the DG-CSIR and other staff from the Headquarter for their support and confidence in us. The contribution of the management council and stakeholders is also gratefully acknowledged. I also thank the Government of India, State Governments and media, who have contributed directly or indirectly to make CSMCRI into a vibrant organization. The unnoticed efforts of all our Administrative Staffs deserve a special ovation. I'm proud to say we have a team committed to working together for the success of our Institute. I also appreciate the efforts of the team for bringing out this annual report in an elegant manner.

This has been one of the most successful years for this great organization in terms of Scientific achievements, visibility, technology development/dissemination and commercialization and nurturing societal projects. All these have provided us with the platform to leap forward with the idea of self-reliant Bharat.

(Amitava Das)



## विषयवस्तु: थोक रसायन

### Theme: Bulk Chemicals

#### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

देश में सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई को नमक और समुद्री जैवरासायनिक उत्पादों से संबंधित विभिन्न अनुसंधान और विकास गतिविधियों के लिए एक अग्रणी संस्थान के रूप में जाना जाता है। यह संस्थान विभिन्न उद्योगों, राज्य सरकारों और अनुसंधान एवं विकास संस्थानों के साथ मिलकर नमक निर्माण प्रक्रिया पर तकनीकी समाधान और नमक की उपज की गुणवत्ता और उत्पादन में सुधार के लिए कार्य करता है। इसलिए, सौर नमक के उत्पादन में सुधार, औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए नमक की गुणवत्ता में सुधार, क्लोराइड रहित उच्च शुद्धता वाले पोटैश उर्वरकों के लिए प्रक्रिया विकास आदि के हेतु कई नई पहल की गईं। यह संस्थान नमक उत्पादन प्रक्रिया की सर्वोत्तम प्रथाओं को प्रदर्शित करने के लिए औद्योगिक कार्मिकों को प्रशिक्षण के साथ विभिन्न उद्योगों की समस्या समाधान हेतु भी कार्य करता है।

#### Thematic core competences

CSIR-CSMCRI as a leading institute in our country known for various R&D activities related to salt and marine biochemical products. This institute works closely with various industries, state governments and R&D institutes to offer technological solutions on the salt manufacturing process and improving quality & yield of salt productions. Therefore, many new initiatives were taken to improve the yield of solar salts, quality improvement of salts for industrial applications, process development for high-purity potash fertilizers devoid of chloride. This institute also works with various industries for problem solving in salt manufacturing along with training of industrial personnel to demonstrate the best practices of salt manufacturing process.

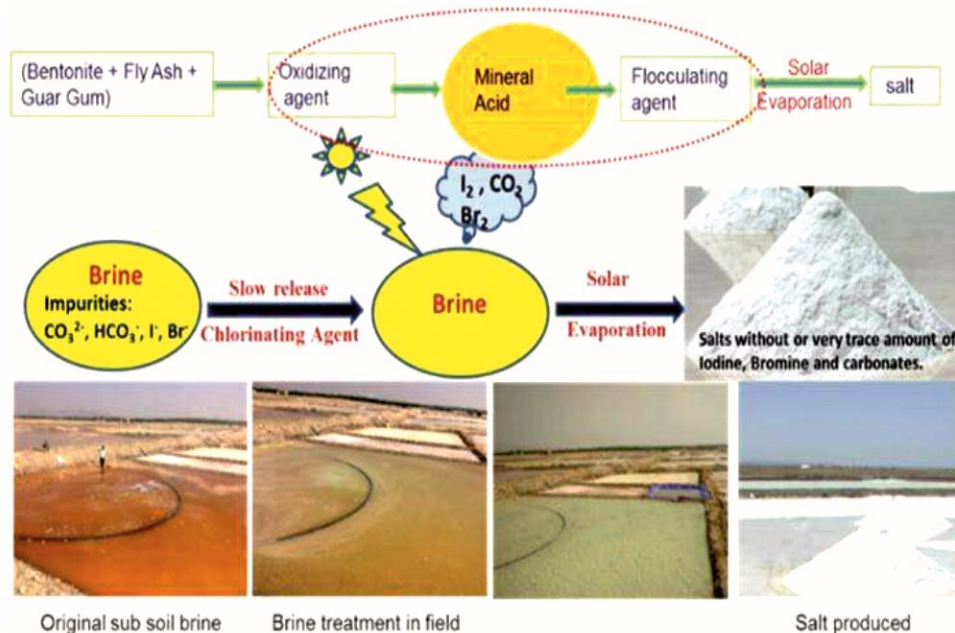
#### उच्च सल्फेट युक्त ब्राइन से सौर नमक क्षेत्रों में ही उच्च शुद्धता वाले सौर नमक के उत्पादन के लिए नवीन लागत वाली प्रभावी प्रक्रिया

##### Novel cost-effective process for high purity solar salt production in solar salt fields from high sulfate containing brines

राजस्थान में सतही / झील ब्राइन से उत्पादित नमक आम तौर पर खाद्य नमक के रूप में बाजार में बेच दिया जाता है क्योंकि उक्त नमक क्लोर श्वेत उद्योगों के लिए आवश्यक गुणवत्ता वाला नहीं होता है। इसलिए, नमक की गुणवत्ता सुधार इसके औद्योगिक जरूरतों के लिए आवश्यक है जिसे छोटे और मध्यम स्तर के सौर नमक उत्पादनकर्ता गुणवत्ता वाले नमक

The salt produced in Rajasthan inland/lake brines is generally sold in the edible salt market as the salt produced in these areas does not meet technical specifications as required for chlor-alkali industries. Therefore, upgradation of salt quality is required to meet the industrial requirement of this region and the small and





**चित्र:** कार्बन, आयोडीन, निलंबित ठोस पदार्थ और सल्फेट की कम मात्रा वाले उच्च शुद्धता सौर नमक के लिए विकसित प्रक्रिया का, नावा, राजस्थान के सौर नमक खेतों में कार्यान्वयन।

**Figure:** Field implementation of a developed process for high purity solar salt with reduced contents of carbon, iodine, suspended solids and sulfate content directly in solar salt fields at Nawa, Rajasthan

को उद्योगों को बेच कर उच्च आय प्राप्त कर सकते हैं। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने उच्च सल्फेट युक्त ब्राइन से उच्च शुद्धता वाले सौर नमक के उत्पादन हेतु नवीन लागत प्रभावी प्रक्रिया का विकास किया है, जिसमें कार्बन, आयोडीन, निलंबित ठोस पदार्थों और सल्फेट की मात्रा को कम किया गया है, यह प्रक्रिया राजस्थान में सतही / झील ब्राइन से नमक उत्पादन हेतु बहुत उपयोगी हो सकती है। यह प्रक्रिया प्रयोगशाला पैमाने पर निर्धारित की गई और बड़े पैमाने पर मेसर्स भारत नमक वर्क्स लिमिटेड, नावा, राजस्थान में प्रदर्शित की गई। इस प्रक्रिया में सोडा ऐश उद्योग प्रवाह का प्रशोधन शामिल है जो मंद रिलीज क्लोरीनेटिंग अभिकर्मक द्वारा बहुत प्रभावी ढंग से संदूषण को कम करता है। उक्त लवणों को छोटे (प्रयोगशाला) और बड़े (क्षेत्र) दोनों स्तर पर परीक्षण किया गया और शुद्धता की पुष्टि तथा क्लोर - क्षार उत्पादन में उपयोग हेतु विभिन्न क्लोर - क्षार उद्योगों को भेजा गया।

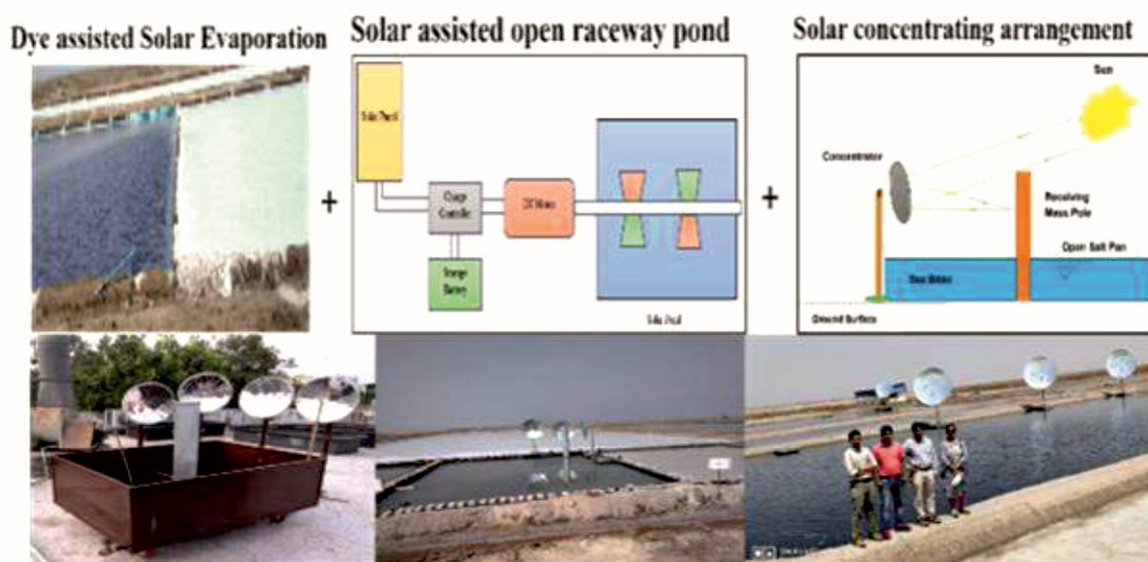
medium scale solar salt manufacturers will be able to sell salt for the industrial purpose at higher price. CSMCRI has developed a novel cost effective process for high purity solar salt production with reduced contents of carbon, iodine, suspended solids and sulfate content directly in solar salt fields from high sulfate containing brines developed which can be very useful to Rajasthan inland/lake brines. This process is tested at lab scale and employed on a large scale at M/s. Bharat Salt Works Limited, Nawa, Rajasthan. This process includes treatment of soda ash industry effluent and a slow releasing chlorinating reagent to reduce the contaminants very effectively. The salts harvested were tested at our end in both small- and large-scale experiments in the field and dispatched to different chlor-alkali industries to ascertain purity and its utilization for chlor-alkali production.

## सौर नमक के उत्पादन में सुधार हेतु ब्राइन के वाष्पीकरण का त्वरण

### Accelerating solar evaporation of brine to improve the yield of solar salt production

चूंकि सौर नमक एक मौसमी उत्पाद है, जो आमतौर पर भारत में दिसंबर से जून के महीने तक उत्पादित होता है, यह पूरी तरह से वाष्पीकरण के लिए सौर ऊर्जा पर निर्भर करता है। इसलिए, ब्राइन वाष्पीकरण के लिए सौर ऊर्जा के उपयोग को अधिकतम करना वांछनीय है। हम इस सस्ती वस्तु के लिए ऊर्जा के किसी अन्य स्रोत का उपयोग नहीं कर सकते हैं क्योंकि यह नमक की लागत में वृद्धि करेगा। अतः हमारा लक्ष्य सौर नमक का उत्पादन बढ़ाने के लिए उसी भूमि क्षेत्र के भीतर पर्यावरण अनुकूल तरीकों का उपयोग करके नमक के वाष्पीकरण को बढ़ाना था। एक

Since Solar salt production is a seasonal crop which is generally produced from the month of December to June in India, 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 utilize any other source of energy for this cheap commodity which will increase the cost of salt. So, our goal was to enhance brine evaporation by using eco-friendly methods within the same land area to increase the solar salt yield. One aspect is the application



**चित्र:** ब्राइन वाष्पीकरण दर के त्वरण के माध्यम से सौर नमक के उत्पादन में सुधार करने के लिए एक समाकलित प्रक्रिया।

**Figure:** An integral process to improve the yield of solar salt production through acceleration of brine evaporation rate.

तरीका खाद्य रंजक का उपयोग है जो पर्यावरण अनुकूल है और अधिकतम सौर विकिरण अवशोषित कर सकता है, जिससे कि ब्राइन वाष्पीकरण दर बढ़ जाएगी और अंततः फसल की संख्या बढ़ने के कारण एक मौसम में नमक का उत्पादन भी बढ़ जाएगा। रंजक की ब्राइन एवं बिटर्न में घुलनशीलता, अधिकतम अवशोषण तरंग दैर्ध्य और अवशोषण क्षमता और लागत-

of edible dyes which are environment friendly and can absorb maximum solar radiation for enhancement of brine evaporation which will ultimately lead to the maximum number of crops in one season and hence the yield. The dyes have been assessed based on their solubility in brine and bittern, maximum absorption wavelength and absorption capacity and cost-effectiveness.





प्रभावशीलता के आधार पर आकलन किया गया। इस संबंध में, ब्रिलियंट ब्लू और चॉकलेट ब्राउन जैसे रंजकों के संयोजन ने क्षेत्र में 30% वाष्पीकरण दर में वृद्धि दर्शायी। एक अन्य पहलू सोलर असिस्टेड पैडल व्हील (सौर सहायता प्राप्त ओपन रेसवे तालाब) का अनुप्रयोग है जो तालाब में खारे जल के ऊपरी परत के नीचे से ब्राइन के वाष्पीकरण में मदद करता है। पैडल-व्हील चालित रेसवे तालाब द्वारा मिक्सिंग या एड्डीज के कई फायदे हैं जैसे वाष्पीकरण दर, सफेदी सूचकांक, उपज और नमक की गुणवत्ता में वृद्धि करना। पैडल पहिए यांत्रिक तौर पर सरल हैं और इन्हें कम रखरखाव की आवश्यकता होती है।

इसी प्रकार, एक अन्य पहलू सौर विकिरणों के अधिकतम उपयोग द्वारा सौर वाष्पीकरण को तेज करने के लिए सौर केंद्रित प्रणाली का अनुप्रयोग है। सौर संकेंद्रित प्रणाली में एक परवलयकार कलेक्टर और रिसीवर होते हैं। संग्राहक सौर ऊर्जा के अधिकतम परावर्तन और अवशोषण हेतु परावर्तक पदार्थों से बने होते हैं। तालाब के आकार और तालाब में भरे हुए ब्राइन की गहराई के आधार पर इष्टतम व्यास का एक विशिष्ट परवलयकार डिश की आवश्यकता होती है। यह विभिन्न घुमावदार दर्पण सेगमेंट से बना है जो एक परवलय सतह का निर्माण करता है। सौर बीम विकिरण परवलय के एक बिंदु पर केंद्रित होते हैं। रिसीवर को सांद्रक के केंद्र बिंदु पर रखा जाता है। सिस्टम को इस तरह से बनाया जा सकता है कि, सूर्य को अनिवार्य रूप से हर समय ट्रैक किया जा सके और ब्राइन वाष्पन के लिए अधिकतम सौर विकिरण प्राप्त किया जा सके।

In this regard, a combination of dyes such as Brilliant blue and chocolate brown has shown 30% evaporation rate enhancement in the field. Another aspect is the application of solar assisted paddle wheel (solar assisted open raceway pond) which helps in creation of turbulence & eddies formation and ultimately help in evaporation of brine from the bottom to upper layer of brine in the pond. Mixing or eddies by paddle-wheel driven raceway pond has many advantages like it will increase the evaporation rate, whiteness index, yield and quality of salt. Paddle wheels are mechanically simple and require little maintenance.

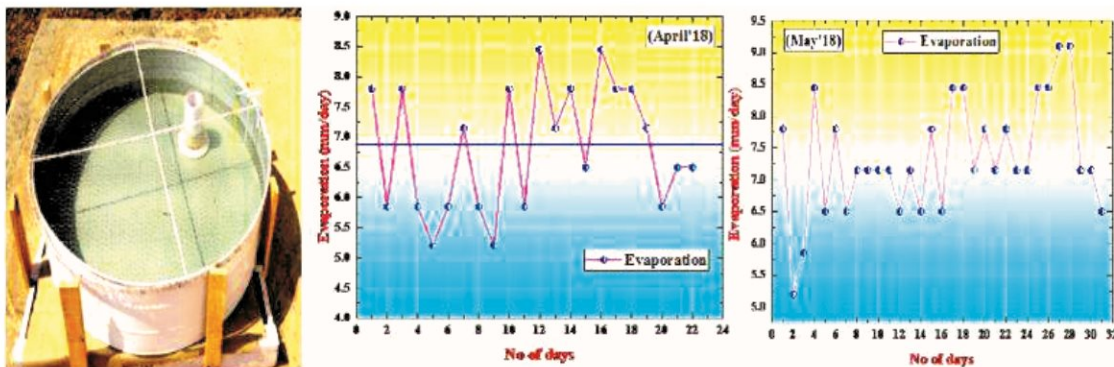
Similarly, another aspect is the application of a solar concentrated system for accelerating solar evaporation by maximum utilization of solar radiations. The solar concentrated system consists of a paraboloid collector and receiver. The collectors are made of reflecting materials for maximum reflectance and absorbance of solar energy. A typical paraboloid dish of optimum diameter based on size of pond and depth of brine filled in pond is desired. It is made of various curved mirror segments forming a paraboloid surface. The solar beam radiations are focused at a point in the paraboloid. The receiver is placed at the focal point of the concentrator. The system can be made such a way that the sun can be tracked at essentially all times and maximum solar radiation can be obtained for brine evaporations.

## क्लास-ए ओपन पैन वाष्पीमीटर के उपयोग द्वारा वाष्पीकरण मापन का अध्ययन

### Evaporation measurement studies using a Class A Open Pan Evaporimeter

यह भूमि के पास हवा की परत की वाष्पीकरण शक्ति की माप के लिए एक उपकरण है। यह तापमान, आर्द्रता, हवा की गति और अन्य परिवेश स्थितियों के संयुक्त प्रभाव का एक माप प्रदान करता है। यह सौर नमक कार्यों के वैज्ञानिक डिजाइन में सहायक होगा। प्रायोगिक नमक फार्म (ESF) स्थल, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, भावनगर में अप्रैल और मई 2018 के महीने में अनुमानित और आकलित वाष्पीकरण मान क्रमशः 6.82 और 7.35 मिमी प्रतिदिन प्राप्त हुआ।

It is an instrument for the measurement of the evaporating power of the air layer near the ground. It provides a measurement of the combined effect of temperature, humidity, wind speed and other ambient conditions. It will be helpful in scientific design of solar salt works. Measured and estimated monthly pan evaporation values of 6.82 & 7.35 mm/day in the respective month of April & May 2018 at Experimental Salt Farm (ESF) site, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar has been observed.



चित्र: वाष्पीकरण दर को मापने के लिए एक खुला पैन वाष्पीमीटर।

Figure: An Open Pan Evaporimeter to measure evaporation rate.

### चूर्णित आयोडीन युक्त नमक के प्रदर्शन के लिए रोलर प्रकार की चूर्ण कारक इकाई

#### A roller type crushing unit for demonstration of crushed iodized salt

1.5 अरब लोग, या पृथ्वी की आबादी का लगभग एक-तिहाई, आयोडीन की कमी वाले क्षेत्रों में रहते हैं। आयोडीन की कमी को दूर करना उन लक्ष्यों में से सर्वाधिक प्राप्य है, जिन्हें 1990 में बच्चों के लिए विश्व शिखर सम्मेलन में वर्ष 2000 के लिए

1.5 billion People, or nearly one-third of the Earth's population, live in areas of iodine deficiency. Eliminating iodine deficiency is recognized as one of the most achievable of the



चित्र: आयोडीन युक्त नमक के लिए एक रोलर प्रकार पिसाई इकाई।

Figure: A Roller type crushing unit for iodized salt.



निर्धारित किया गया था। इसे ध्यान में रखते हुए, 2 किग्रा / घंटा क्षमता की चूर्ण कारक इकाई विकसित की गई। इस चूर्ण कारक इकाई में दो एसएस रोलर सह एसकेएफ बॉल बेयरिंग हैवी ड्यूटी फ्लांज बियरिंग्स पर लगाई जाती है, जो एक समान मिक्सिंग के लिए इस्तेमाल की जाती है। यह एक विद्युत मोटर के माध्यम से संचालित होता है। स्कू कन्वेयर स्प्रे नोजल के साथ एक टैंक होता है, जहां से पोटेशियम आयोडेट के घोल को "आयोडाइज्ड नमक" के रूप में नमक उत्पाद बनाने के लिए स्प्रे किया जाए। यह एक पोर्टेबल इकाई है जिसे चूर्णित आयोडीन युक्त नमक के प्रदर्शन के लिए कहीं भी इस्तेमाल किया जा सकता है। इस इकाई को विशेष रूप से मोबाइल प्रयोगशाला वैन के लिए डिज़ाइन किया गया है।

goals that the 1990 World Summit for Children set for the year 2000. Keeping this in view, a 2 kg/hr capacity crushing unit is developed with two SS roller cum SKF ball bearings mounted on a heavy-duty flange, which is used for uniform mixing. It is operated by an electrical motor. There is a tank with a spray nozzle in a screw conveyor from where potassium iodates solution is sprayed to make salt product as "Iodized salt". It is a portable unit so that it can be used anywhere for demonstration of crushed iodized salt. This unit has been designed especially for Mobile laboratory vans.

### नमक वाशरी सुधार / उत्थापन कार्य

#### Salt washery rectification/ erection work

नमक धोने के सुचारु संचालन और इसे और अधिक किफायती बनाने संबंध में कई कार्य किए गए। ईएसएफ में फीड हॉपर साल्ट वाशरी में कंक्रीट आरसीसी रैंप का निर्माण नए डिज़ाइन किए

For smooth operation of salt washing and to make it more economical, several works in this regard were done. Construction of concrete RCC ramp at the feed hopper Salt Washery at ESF



चित्र: सौर नमक वाशरी के लिए संशोधित फीड हॉपर प्रणाली।

Figure: Modified feed hopper system for Solar Salt washery.



गए फीड हॉपर (आकार: 2440 MM (L) x 1830 MM (W) x 305 MM (H), प्लेट 5MM मोटे आकार का) और बेल्ट कन्वेयर के व्यवस्था के साथ किया। इस संशोधित प्रणालियों के कई लाभों में नमक धोने का सुचारु संचालन, एक अतिरिक्त रबर बेल्ट कन्वेयर शामिल है। ट्रेलर से नमक की लोडिंग सीधे फीड हॉपर में संभव है ताकि इसे उत्पादन प्रक्रिया के साथ-साथ चलाया जा सके। यह संशोधित प्रणाली नमक धोने के लिए बहुत तेज और आसान है।

were done with newly designed feed hopper (size: 2440MM (L) x 1830MM (W) x 305 MM (H), Plate 5MM thick of size) and arrangement for belt conveyor. Several benefits of this modified system include smooth operation of salt washing, one extra rubber belt conveyor. Loading of salt from the trailer is directly possible into the feed hopper so that it can be run simultaneously with harvesting operation. This modified system is very fast and smooth for salt washing.

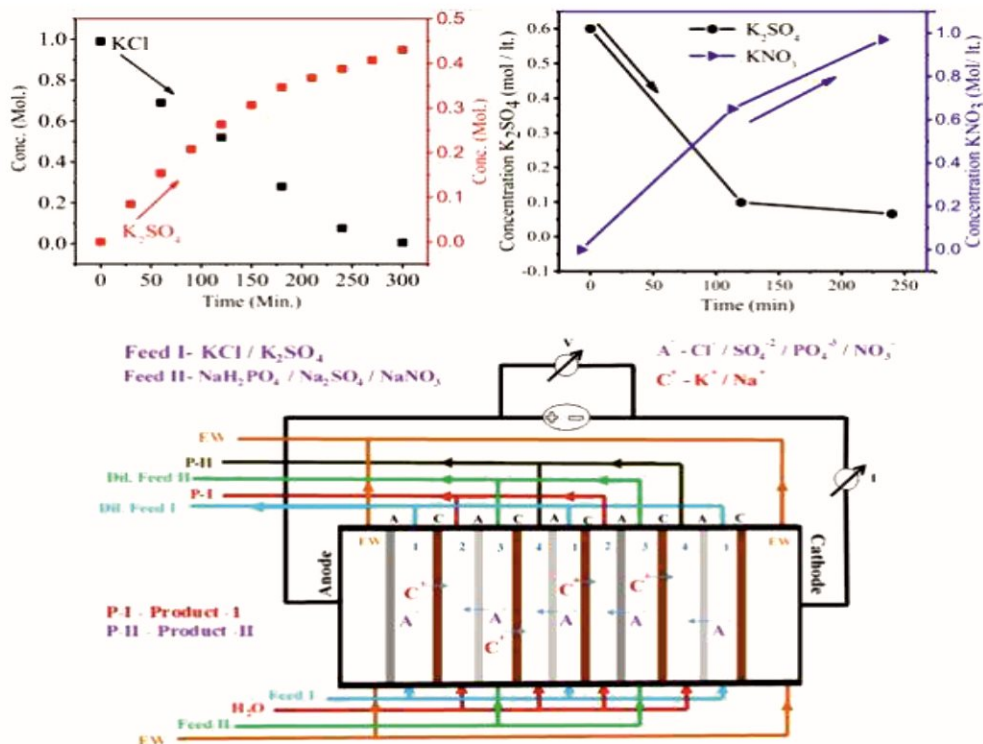
### चार-कम्पार्टमेंट इलेक्ट्रो-डायलिसिस साल्ट इंजीनियरिंग का उपयोग करके आयनिक मेटाथेसिस द्वारा क्लोराइड मुक्त पोटाश उर्वरक का निर्माण

#### Chloride-Free Potash Fertilized by Ionic Metathesis Using Four-Compartment Electro-dialysis Salt Engineering

पोटेशियम, नाइट्रोजन और फॉस्फोरस जैसे आवश्यक मैक्रोन्यूट्रिएंट्स में से एक है, जिसका उपयोग पौधों द्वारा किया जाता है। दिलचस्प है, पोटेशियम, पौधों में 60 से अधिक एंजाइमेटिक सिस्टम के लिए जिम्मेदार है, जो प्रोटीन, विटामिन, स्टार्च और सेल्युलोज के संश्लेषण के लिए आवश्यक हैं। यह प्रकाश संश्लेषण में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जिसके माध्यम से पौधों को ऊर्जा मिलती है और स्टोमेटा के खुलने और बंद होने को नियंत्रित किया जाता है और इस प्रकार पौधों में उक्तक जल संतुलन के लिए इसकी आवश्यकता होती है। हालांकि, अधिकांश मृदा में पोटेशियम की कमी पायी गयी, इसलिए पौधों को उर्वरक के रूप में पोटेशियम की आपूर्ति की जा सकती है। भारत में 2009-2010 के दौरान पोटाश की खपत 3.33 मिलियन टन थी; उर्वरकों की मांग लगातार बढ़ रही है। 1971-1972 में, भारत में पोटाश की खपत 1.90 किलोग्राम / हेक्टेयर थी, जो 2008-2009 में 17.1 किलोग्राम / हेक्टेयर हो गई, जो 9 गुना वृद्धि है। अत्यधिक घुलनशील, क्लोरीन रहित पोटासिक उर्वरकों का उत्पादन करना आवश्यक है। क्लोराइड मुक्त से रहित उच्च शुद्धता वाले पोटाश उर्वरकों के उत्पादन के लिए सतत दृष्टिकोण की अत्यधिक आवश्यकता है। क्लोराइड मुक्त पोटाश उर्वरकों के लिए पारंपरिक निर्माण प्रक्रियाओं की कुछ सीमाएं होती हैं, जैसे कि जटिल संश्लेषण प्रक्रिया, जिसमें उच्च तापमान की आवश्यकता होती है, जिससे पर्यावरण प्रदूषण होता है। मेटाथेसिस इलेक्ट्रोडायलिसिस (MED) द्वारा KCl से उच्च शुद्धता वाले पोटाश उर्वरक ( $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , और  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ )

Potassium is one of the essential macronutrients like nitrogen and phosphorous, which is consumed by plants. Interestingly, potassium is responsible for more than 60 enzymatic systems in plants that are essentially required for the synthesis of proteins, vitamins, starch, and cellulose. It plays a vital role in photosynthesis, through which plants get energy and control opening and closing of stomata and thus it is required for tissue water balance in plants. However, a deficiency of potassium is recorded in most of the soil, so one can supply potassium to plants as fertilizers. Potash consumption in 2009-2010 in India was 3.33 million tons; the demand of fertilizers is ever growing. In 1971-1972, potash consumption in India was 1.90 kg/ha, which up-surged to 17.1 kg/ha in 2008-2009, a 9-fold increase. It is essential to produce highly soluble, chlorine-free potassic fertilizers. Sustainable approach for the production of high-purity potash fertilizers devoid of chloride is highly needed. Conventional preparation processes for chloride-free potash fertilizers have certain limitations, such as complicated synthesis procedures, including high-temperature requirements, causing environmental pollution. A novel approach has been proposed for the production of high-purity potash fertilizer ( $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , and  $\text{KH}_2\text{PO}_4$ ) from KCl by





#### Conversion of low value potash to high value potash by metathesis electro-dialysis

चित्र: मिथाइल इलेक्ट्रो-डायलिसिस द्वारा क्लोराइड मुक्त पोटाश।

Figure: Chloride-Free Potash by metathesis electro-dialysis.

के उत्पादन के लिए एक नवीन विधि प्रस्तावित की गयी। MED प्रयोगों के लिए सल्फोनेटेड पॉली (ईथर सल्फोन) आधारित कैटायन एक्सचेंज मेम्ब्रेन और क्वाटरनाइज्ड ब्रोमिनेटेड पॉली (2,6-डाइमिथाइल-1,4-फेनिलीन ऑक्साइड)-आधारित एनायन-एक्सचेंज मेम्ब्रेन का उपयोग किया जाता है। मेम्ब्रेन पर्याप्त जल उद्ग्रहण, आयनिक चालकता और आयन-विनिमय क्षमता के साथ अच्छी यांत्रिक और तापीय स्थिरता दिखाती हैं।  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , और  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  का उत्पादन क्रमशः 90, 86 और 90% पाया गया।  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , और  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  के लिए MED प्रयोग के दौरान बिजली की खपत क्रमशः 0.94, 0.89 और 1.04 kWh/किग्रा हुई। उत्पादों की शुद्धता को IC प्लाज्मा और एक्स-रे विवर्तन विश्लेषण और आयनिक पदार्थों को मापने के द्वारा पुष्टि की गई। यह प्रक्रिया पोटेशिक उर्वरक के उच्च-शुद्धता संश्लेषण के लिए एक गहन ऊर्जा विधि प्रदान करती है।

metathesis electro-dialysis (MED). Sulfonated poly (ether sulfone)-based cation-exchange membrane and quaternized brominated poly(2,6-dimethyl-1,4-phenylene oxide)-based anion-exchange membranes are used for the MED experiments. The membranes show adequate water uptake, ionic conductivity, and ion-exchange capacity with good mechanical and thermal stabilities. The yields of  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , and  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  are found to be 90, 86, and 90%, respectively. The power consumptions during the MED experiment for  $\text{KNO}_3$ ,  $\text{K}_2\text{SO}_4$ , and  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  are calculated to 0.94, 0.89, and 1.04 kWh/kg, respectively. The purity of products is confirmed by inductively coupled plasma and X-ray diffraction analysis and by measuring ionic contents. The process provides an energy-intensive way for high-purity synthesis of potassic fertilizer.

ACS Omega, 03 (2018) 9872-9879



## विषयवस्तु: उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण

## Theme: Fine Chemicals & Catalysis

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई तीन दशकों से अधिक समय से "उत्कृष्ट रसायन और उत्प्रेरण" के केंद्रीय विषय पर आधारित विविध और अत्यधिक अनुप्रयुक्त अनुसंधान क्षेत्रों में काम कर रहा है। इस संस्थान के विभिन्न विभागों के कई वैज्ञानिकों ने विभिन्न प्रकार के उत्प्रेरित परिवर्तनों की अंतर्दृष्टि प्राप्त करने में महत्वपूर्ण योगदान दिया है, जिनका उत्कृष्ट रसायन, दवा, एग्रोकेमिकल और इत्र उद्योग में संभावित अनुप्रयोग है। इसके अलावा, हमारे वैज्ञानिक, सक्रिय रूप से औद्योगिक मांग के संश्लेषिक परिवर्तनों के लिए हरित रासायनिक विधियों को स्थापित करने में कार्यरत हैं। उत्प्रेरित परिवर्तनों को विभिन्न समांगी और विषमांगी उत्प्रेरक प्रणालियों पर निर्भर करते हुए विकसित किया गया है, जिसमें हाइड्रॉफॉर्मलाइजेशन, चयनात्मक ऑक्सीकरण, निम्नीकरण, हेट्रोसायक्लिक यौगिकों के संश्लेषण/ क्रियाशीलीकरण, निष्क्रिय C-H/ C-O बांड कार्यात्मककरण अभिक्रियाओं और असममित परिवर्तनों पर जोर दिया गया है। "उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण" के विषय के भीतर, CO<sub>2</sub> को मूल्य वर्धित रसायनों जैसे, फार्मिक एसिड, चक्रीय कार्बोनेट और अन्य महत्वपूर्ण बिल्डिंग ब्लॉक्स में रूपांतरित करना और बायोमास-व्युत्पन्न रसायनों का मूल्यवर्धन हमारे कुछ प्रमुख शोध प्रयासों में से एक हैं। संस्थान का आउटपुट प्रौद्योगिकी/ प्रक्रिया/ उत्पाद विकास, अंतरराष्ट्रीय स्तर पर प्रतिष्ठित पत्रिकाओं में गुणवत्ता प्रकाशन (500 से अधिक) और विभिन्न सामाजिक गतिविधियों द्वारा अच्छी तरह से संतुलित है। आईपी अधिकार उन प्रक्रियाओं में से कुछ की रक्षा करते हैं और उनमें से कुछ को विभिन्न उद्योगों/ लाइसेंसों में अंतरित किया गया है। महत्वपूर्ण बात यह है कि उन उत्प्रेरक/ उत्प्रेरक प्रक्रियाओं में से कुछ का व्यावसायिक उपयोग किया जा रहा है। इस संक्षिप्त अवलोकन के साथ, हम 2018-19 के दौरान किए गए हमारे कुछ उल्लेखनीय कार्यों को प्रस्तुत करने में प्रसन्नता का अनुभव 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 applications in fine chemicals, pharmaceutical, agrochemical and perfumery industries. Furthermore, our scientists are actively involved in establishing green chemical routes for synthetic transformations of industrial demand. The catalytic transformations have been developed relying on various homogeneous and heterogeneous catalyst systems with an emphasis on hydroformylation, selective oxidation, degradation, synthesis/functionalization of heterocyclic compounds, inert C-H/C-O bond functionalization reactions and asymmetric transformations. 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 conducted during 2018-19.

## विषमांगी उत्प्रेरण में ZnO नैनोसंरचना

### ZnO nanostructures in heterogeneous catalysis

हाल के वर्षों में उत्कृष्ट रसायनों के सतत उत्पादन ने ध्यान आकर्षित किया है और रसायनज्ञों के लिए एक निर्णायक चुनौती बन गया है। अतः सरल, कुशल और पर्यावरणीय रूप से सौम्य संश्लेषित प्रक्रियाओं के विकास के माध्यम से विषाक्त और खतरनाक शुरुआती पदार्थों, विलायकों और कचरे का न्यूनीकरण अत्यधिक वांछनीय है। ज्यादातर उपयोग किए जाने वाले समांगी उत्प्रेरक के स्थान पर पुनः उपयोग योग्य विषमांगी उत्प्रेरकों का उपयोग सतत विकास के लिए आशाजनक और प्रभावी तरीका है। ZnO सबसे महत्वपूर्ण सस्ती, पृथ्वी पर प्रचुरता में उपलब्ध, सतत धातु ऑक्साइड है, जो विभिन्न गैस व द्रव प्रावस्था अभिक्रियाओं में एक प्रमुख उत्प्रेरक का कार्य करता है।

In recent years sustainable production of fine chemicals have received tremendous attention and have become a decisive challenge to chemists. Thus, the minimization of toxic and hazardous starting materials, solvents and wastes through the development of simple, efficient, and environmentally benign synthetic procedures is highly desirable. Use of reusable heterogeneous catalyst, in place of mostly used homogeneous catalyst, is the promising and effective way towards sustainable development. ZnO being the most important inexpensive, earth abundant, sustainable metal oxide, serves as a key catalyst component in different gas phases as well as liquid phase reactions.

**चित्र:** Au/ZnO उत्प्रेरित एस्टर संश्लेषण व नाइट्रो-अपचयन अभिक्रियाएँ

**Figure:** Au/ZnO catalyzed ester synthesis and nitro-reduction reactions.

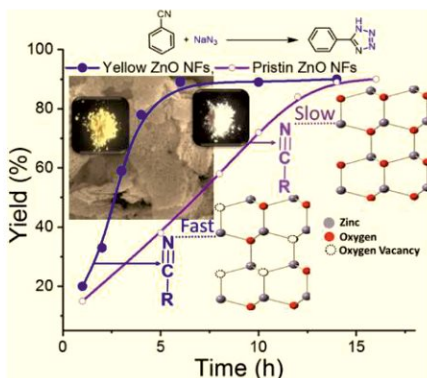


एस्टर विभिन्न उत्कृष्ट और थोक रसायनों के कार्बनिक यौगिकों सर्वव्यापी निर्माण ब्लॉकों का एक महत्वपूर्ण वर्ग हैं। दो अल्कोहल अर्धार्थों के संयोजन से एस्टर अणु का संश्लेषण बहुतायतता एवं प्रारम्भिक पदार्थ की कम लागत के कारण एक अत्यधिक मांग वाली रणनीति है। इस संदर्भ में, हमने 3 डी असेम्बल किए गए छिद्रित आयताकार ZnO नैनो-सपोरेड गोल्ड नैनोउत्प्रेरक (Au/ZnO) विकसित किए हैं जो आणविक ऑक्सीजन (90% तक उत्पादन) की उपस्थिति

Esters are an important class of organic compounds and ubiquitous building blocks of different fine and bulk chemicals. The direct synthesis of an ester molecule by combining two alcohol moieties is a convenient and highly demanding strategy owing to the abundance and low-cost of the starting materials. In this context, we have developed a 3D assembled porous rectangular ZnO nanoplates-supported gold nanocatalysts (Au/ZnO) that allows for oxidative



में अल्कोहल के ऑक्सीडेटिव एस्टरीफिकेशन की अनुमति देता है। इसके अलावा हमने यह प्रदर्शित किया है कि Au/ZnO उत्प्रेरक तंत्र कार्बनिक नाइट्रो-यौगिकों को  $\text{NaBH}_4$  के द्वारा संगत एमाइन (96% तक उत्पादन) में अपचयन को भी सक्षम बनाता है।



नाइट्राइल और सोडियम एजाइड से 5-प्रतिस्थापित-1H-टेट्राजोल्स (क्लिक अभिक्रिया) का संश्लेषण उच्च औद्योगिक प्रासंगिकता वाला एक महत्वपूर्ण कार्बनिक परिवर्तन है। हमने पीले ZnO (Y-ZnO) के संश्लेषण के लिए एक सरल प्रोटोकॉल विकसित किया है, जो कम समय में (90% तक उत्पादन) नाइट्राइल्स और सोडियम एजाइड से 5-प्रतिस्थापित-1H-टेट्राजोल्स के लिए एक कुशल उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है।

esterification of alcohols in the presence of molecular oxygen (up to 90% yield). In addition we have demonstrated that the Au/ZnO catalyst system also enables the reduction of organic nitro-compounds by  $\text{NaBH}_4$  to the corresponding amines (up to 96% yield).

चित्र: पीले ZnO उत्प्रेरित क्लिक अभिक्रिया

Figure: Yellow ZnO catalyzed click reaction.

The synthesis of 5-substituted-1H-tetrazoles from nitriles and sodium azide (click reaction) is an important organic transformation of high industrial relevance. We have developed a simple protocol for the synthesis of yellow ZnO (Y-ZnO), as an efficient catalyst for 5-substituted-1H-tetrazoles from nitriles and sodium azide within a short period of time (up to 90% yield)

ChemistrySelect 03 (2018) 9414–9421  
Chem. Asian J. 14 (2019) 612-620

## एरीन्स के हैलोजिनेशन के लिए MnO-समर्थित कॉपर उत्प्रेरक

### MnO-supported copper catalyst for halogenation of arenes

कार्बनिक परिवर्तनों के लिए सरल और कुशल विषमांगी उत्प्रेरकों की प्रगति के संदर्भ में, हमने एक MnO- समर्थित तांबा उत्प्रेरक विकसित किया है जो घरेलू 40W तापदीप्त लैंप के विकिरण में एनीलाइड्स और क्विनोलिन के रिजियोसेलेक्टिव हैलोजिनेशन को सक्षम बनाता है। कार्यप्रणाली के तकनीकी लाभों में 1. पुनरावर्तनीय उत्प्रेरक का उपयोग, 2. औद्योगिक रूप से अनुकूल विलायक के रूप में एसिटोनिट्रिल और 3. हलोजन स्रोत के रूप में आर्थिक N-हेलो सक्सनीमाइड्स का उपयोग शामिल है। प्रक्रिया की

In the context of advancing simple and efficient heterogeneous catalysts for organic transformations, we have developed a MnO-supported copper catalyst that enabled the regioselective halogenation of anilides and quinolines under irradiation with household 40W incandescent lamp. The technical advantages of the methodology include 1. use of recyclable catalyst, 2. acetonitrile as an industrially friendly solvent and 3. use of economic N-halo succinimides as the halogenating source. The reaction was scaled

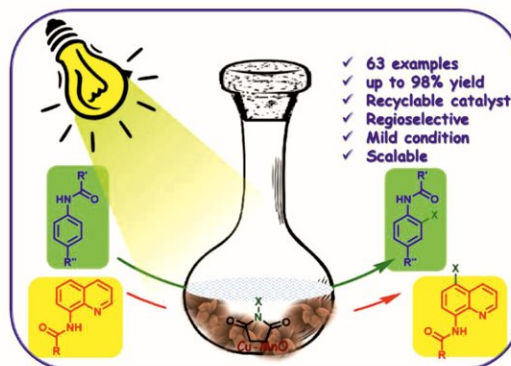


संश्लेषिक व्यावहारिकता को प्रदर्शित करते हुए प्रतिक्रिया को मल्टीग्राम स्तर तक बढ़ाया गया।

up to multigram level demonstrating the synthetic practicality of the process

**चित्र:** एनिलाइड्स और क्विनोलिन्स का  $MnO$  समर्थित ताम्ब्र उत्प्रेरक पर दृश्य प्रकाश मध्यस्थ रीजियोसेलेक्टिव हेलोजिनेशन।

**Figure:** Visible Light-Mediated Regioselective Halogenation of Anilides and Quinolines on a  $MnO$  Supported Copper Catalyst.



*Eur. J. Org. Chem.* 2018, 4748–4753

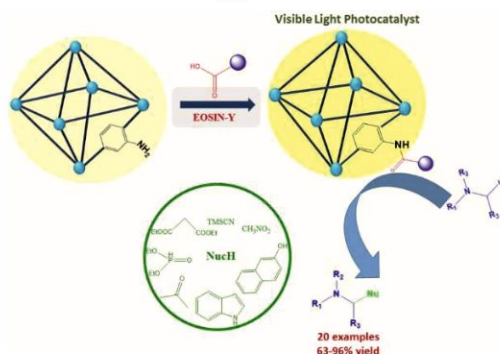
### तृतीयक एमीन्स के कुशल C-H कार्यात्मककरण के लिए दृश्य-प्रकाश की मध्यस्थ विषमांगी प्रकाश उत्प्रेरक के रूप में Zr (IV) फ्रेमवर्क में सहसंयोजी हुकड EOSIN-Y Covalently hooked EOSIN-Y in a Zr(IV) framework as visible-light mediated, heterogeneous photocatalyst for efficient C-H functionalization of tertiary amines

संश्लेषण पश्चात संशोधन का उपयोग कर के निर्जलन कपलिंग के द्वारा EOSIN-Y के सहसंयोजी हुकिंग से अमीन फन्क्शनलाइज्ड Zr (IV) धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क (MOF) युग्मित एक नवीन विषमांग फोटो-उत्प्रेरक विकसित किया गया है। उत्प्रेरक का लक्षण एफटी-आईआर, एक्सआरडी, बीईटी सतह विश्लेषण, टीजीए, के साथ ही टीईएम, एसईएम, एक्सपीएस, डीआरएस-यूवी-दृश्य और एनएमआर स्पेक्ट्रोस्कोपी द्वारा पूरा किया गया था, जो फ्रेमवर्क में EOSIN-Y के साथ पेन्डेन्ट  $-NH_2$  फन्क्शनेलिटी के सफल लिंकिंग की पुष्टि करता है। उत्कृष्ट पैदावार के साथ तृतीयक अमीन के C-H सक्रियण के लिए संश्लेषण पश्चात संशोधित MOF सरल और हरे दृश्य-प्रकाश मध्यस्थत फोटो-उत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है। महत्वपूर्ण रूप से, रंजक समाविष्ट विषमांग फोटो-उत्प्रेरक की सक्रियता समांग फोटो-उत्प्रेरक EOSIN-Y से बेहतर पायी गयी। इसके अलावा, EY@MOF उत्प्रेरक गतिविधि में किसी भी महत्वपूर्ण नुकसान के बिना, लगातार 10 आवर्तनों तक पुनर्नवीनीकरण किया जा सकता

A novel heterogeneous photo-catalyst has been developed by utilizing post-synthetic modification of an amine functionalized Zr(IV) metal-organic framework (MOF) through covalent hooking of EOSIN-Y via dehydrating coupling. The characterization of the catalyst was accomplished by FT-IR, XRD, BET surface analysis, TGA, as well as TEM, SEM, XPS, DRS-UV-visible, and NMR spectroscopy, confirming successful linking of EOSIN-Y with the pendent  $-NH_2$  functionality in the framework. That post-modified MOF acts as simple and green visible light mediated photo-catalyst for the C-H activation of tertiary amines with excellent yields. Importantly, the activity of dye incorporated heterogeneous photo-catalyst is superior to that for the homogeneous photo-catalyst EOSIN-Y. Moreover, EY@MOF catalyst could be consistently recycled up to 10 cycles, without any significant loss in activity. This study emphasises heterogenising the photocatalyst



है। यह अध्ययन फोटो-उत्प्रेरक EOSIN-Y के विसमांगीकरण से दो प्रकार के लाभ को रेखांकित करता है: (अ) पृथक्करण कठिनाई, साथ ही समांगीय उत्प्रेरक के पुनर्चक्रण संबंधी मुद्दे महत्वहीन हैं और (आ) विषैले EOSIN-Y के प्रतिकूल पर्यावरणीय प्रभावों को अनुकूलित किया गया है।



चित्र: तृतीयक-एमीन्स के C-H फंक्शनलाइजेशन की ओर EOSIN Y द्वारा फोटोउत्प्रेरण।

**Figure:** Photocatalysis by heterogenised EOSIN Y towards the C-H functionalization of tertiary amines.

*J. Catalysis 371 (2019) 298-304.*

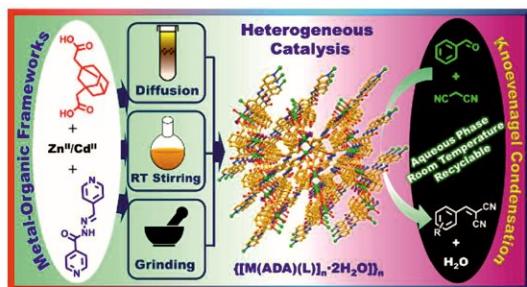
### डुअल लिगेण्ड Zn(II)/ Cd(II) MOFs: नोइवेन्जेल संघनन प्रतिक्रिया एवं इपोकसाइड के साथ सायक्लोएडीसन अभिक्रिया में CO<sub>2</sub> के सतत उपयोग हेतु कुशल विषमांगी उत्प्रेरक

#### Dual ligand Zn(II)/ Cd(II) MOFs: efficient heterogeneous catalyst for Knoevenagel condensation reaction and sustainable utilisation of CO<sub>2</sub> in cycloaddition reaction with epoxides

दोहरे संलग्नी (ligand) उपसहसंयोजी बहुलक (CPs) {[Zn(ADA)(L<sub>1</sub>)]·2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP7), {[Cd(ADA)(L<sub>1</sub>)]·2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP8) लचीले 1,3-एडामेंटेन डाई एसीटिक अम्ल (H<sub>2</sub>ADA)/ पायरीडीन-आधारित शिफ क्षार से सजाए हुए और 4-पायरीडिल कार्बोक्सीलडिहाइड आइसोनिकोटिनोइल हाइड्रोजेन (L<sub>1</sub>) लिंकर्स के रूप में संश्लेषित और पूर्ण लक्षण-वर्णन किया गया। इन लिगेण्डों को जलीय मीडिया में संबंधित एडक्टों की अच्छी प्राप्ति देने वाले विभिन्न सबस्ट्रेटों के नोइवेन्जेल संघनन के लिए कुशल उत्प्रेरक के रूप में उपयोग किया गया। उत्प्रेरकों ने अच्छी पुनरावर्तन क्षमता का भी प्रदर्शन किया। लुईस अम्लीय धातु केंद्र और CP के L<sub>1</sub> लिगेण्ड में एमाइड कार्यक्षमता की उपस्थिति सहकारी रूप से इन उत्प्रेरक सामग्रियों द्वारा कुशल संघनन प्रतिक्रिया में शामिल होते हैं। इसके अलावा, दो आयामी Zn(II)/ Cd(II)-आधारित मिश्रित संलग्नी CPs {[M(CHDC)(L<sub>1</sub>)]·H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> CP9 (Zn<sup>2+</sup>) और CP10 (Cd<sup>2+</sup>) जिसमें 4-पायरीडिल

Dual ligand coordination polymer (CPs) {[Zn(ADA)(L<sub>1</sub>)]·2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP7), {[Cd(ADA)(L<sub>1</sub>)]·2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP8) decorated with flexible 1,3-adamantanediacyetic acid (H<sub>2</sub>ADA)/ pyridine-based Schiff base and 4-pyridylcarboxaldehyde isonicotinoyl-hydrazone (L<sub>1</sub>) as linkers has been synthesized and thoroughly characterized. These ligands were utilized as efficient catalysts for Knoevenagel condensation of various substrates giving good yields of the corresponding adduct in aqueous media. The catalysts also exhibited good recyclability. Lewis acidic metal center and the presence of amide functionality in the L<sub>1</sub> ligand of the CPs cooperatively involve in the efficient condensation reaction by these catalyst materials. Furthermore, two dimensional Zn(II)/ Cd(II)-based mixed ligand CPs {[M(CHDC)(L<sub>1</sub>)]·H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> CP9 (Zn<sup>2+</sup>) and CP10 (Cd<sup>2+</sup>) involving 4-pyridyl carboxaldehyde

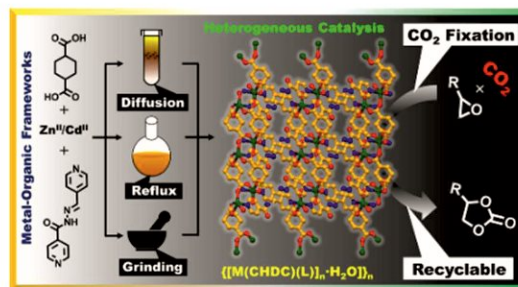




चित्र: नोइवेनजेल संघनन प्रतिक्रिया के लिए एक विषमांग उत्प्रेरक के रूप में  $\{[M(ADA)(L_1)] \cdot 2H_2O\}_n$  CP7/CP8.

**Figure:**  $\{[M(ADA)(L_1)] \cdot 2H_2O\}_n$  CP7/CP8 as a heterogeneous catalyst for Knoevenagel condensation reaction.

कार्बाक्सीलडिहाइड आइसोनिनोकोटिनोइल हाइड्रोजोन (L1) के साथ लिंकर के रूप में लचीला 1,4-साइक्लोहेक्सेन डाई कार्बोक्सिलिक अम्ल ( $H_2CHDC$ ) शामिल है का एक अनुकूलनीय संश्लेषिक प्रोटोकॉल द्वारा संश्लेषित किया गया है। दोनों CPs को विलायक मुक्त स्थिति में सह-उत्प्रेरक TBAB की उपस्थिति में इपॉक्साइड्स के साथ  $CO_2$  के साथ चक्रीय संयोजन के लिए एक उत्कृष्ट बाइनरी उत्प्रेरक के रूप में कार्य करने के लिए पाया गया और क्रियाशीलता में महत्वपूर्ण नुकसान के बिना पुनः चक्रित किया गया।



चित्र: इपॉक्साइड्स के साथ  $CO_2$  के चक्रीय संयोजन के लिए एक कुशल विषमांग उत्प्रेरक के रूप में  $\{[M(CHDC)(L_1)] \cdot H_2O\}_n$  CP9/CP10।

**Figure:**  $\{[M(CHDC)(L_1)] \cdot H_2O\}_n$  CP9/CP10 as an efficient heterogeneous catalyst for  $CO_2$  cycloaddition with epoxides.

isonicotinoylhydrazon (L1) in combination with flexible 1,4-cyclohexanedicarboxylic acid ( $H_2CHDC$ ) as linkers has been synthesized by an adaptable synthetic protocol. Both CPs were found to act as an excellent binary catalyst for  $CO_2$  cycloaddition with epoxides in the presence of a co-catalyst TBAB under solvent free condition and were recycled without significant loss of activity.

Inorg. Chem. Front. 5 (2018) 2630–2640.  
Chem. Eur. J. 24 (2018) 15831–15839.

## कार्बन समर्थित मौलिक उत्प्रेरक और इसके अनुप्रयोग Carbon-supported basic catalyst and its application

कार्बन प्राकृतिक और सिंथेटिक सामग्री में सर्वव्यापी है और इसका उपयोग विभिन्न उद्देश्यों जैसे कि अधिशोषक, रबर संवर्धन, ईंधन-सम्मिश्रण, पिगमेंट, गैस भंडारण, इलेक्ट्रोड, कार्बन फ्यूल-सेल और उत्प्रेरक संबल के लिए किया जाता है। जबकि प्राकृतिक कार्बन को पेट्रोलियम कोक और लकड़ी से संश्लेषित किया जाता है, विभिन्न आकारिकी वाले सिंथेटिक कार्बन का उत्पादन लेजर पृथक्करण, हाइड्रोथर्मल कार्बनीकरण, या उच्च-वोल्टेज आर्क तकनीकों का उपयोग करके किया जाता है। नियोजित विभिन्न सिंथेटिक तरीकों के

Carbon is omnipresent in natural and synthetic materials and has been used for various purposes such as adsorbent, rubber enrichment, fuel-blending, pigments, gas storage, electrode, carbon fuel cells, and catalyst supports. Whereas natural carbon is synthesized from petroleum coke and wood, synthetic carbons with diverse morphologies are produced by using laser ablation, hydrothermal carbonization, or high-voltage arc techniques. Amongst the various synthetic methodologies employed, hydrothermal

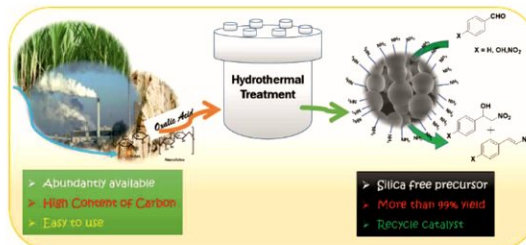


बीच, हाइड्रोथर्मल संश्लेषण विशिष्ट नैनो / माइक्रो असेंबली वाले धातु ऑक्साइड / कार्बन के एकल-पात्र संश्लेषण के लिए बेहतर है। हम भारत में गन्ने से प्राप्त आसानी से उपलब्ध सबसे बड़े जैव-अपशिष्ट खोई (BA) का उपयोग करके कार्बन पदार्थ के संश्लेषण पर काम कर रहे हैं। सामान्य तौर पर, बिजली

**चित्र:** सक्रिय ऑर्गोकेटलिस्ट के सहसंयोजक एंकरिंग के लिए कार्यात्मक संबल के संश्लेषण के लिए अपशिष्ट बायोमास का उपयोग।

**Figure:** Utilization of waste biomass for the synthesis of functionalizable support for covalent anchoring of active organocatalyst.

synthesis merits the one-pot synthesis of metal oxides/carbon having distinctive nano/micro assembly. We have been working on the synthesis of carbon materials using readily available largest bio-waste bagasse (BA) obtained from sugarcane in India.



उत्पादन के दौरान भाप उत्पन्न करने के लिए खोई को जलाया जाता है, जिससे वातावरण में बड़ी मात्रा में कार्बन निकलता है। इसलिए, कार्बन फुटप्रिंटिंग के लिए इस सेलुलोजिक पदार्थ का संभव उपयोग एक दिलचस्प मूल्यवर्धन होगा।

हमने निम्न ताप हाइड्रोथर्मल प्रक्रिया (LTH) के द्वारा कृषि अपशिष्ट अवशेष (गन्ना खोई) से कार्बन माइक्रोस्फीयर्स (BCM) को सफलतापूर्वक निर्जलीकारक के रूप में ऑक्सेलिक एसिड का उपयोग करके संश्लेषित किया है। ये BCM आकार में एक समान और कई क्रियाशील समूह युक्त हैं, जैसे,  $-OH$ ,  $-COOH$ ,  $-C=O$  जो आगे की अभिक्रिया में सुगमता प्रदान करते हुए एल्किल एमीन्स के माध्यम से एक हाइड्रोफिलिक सतह बनाते हैं जो अंततः एक क्षारीय उत्प्रेरक का उत्पादन करते हैं। इस संबल ऑर्गेनो-बेस उत्प्रेरक की उत्प्रेरण गतिविधि को C-C बॉन्ड बनाने (हेनरी) की अभिक्रियाओं द्वारा प्रदर्शित किया गया। सभी तैयार किए गए उत्प्रेरकों में, टोलुइन ग्राफ्टेड 3- (2-एमिनोइथाइलामिनोप्रोपिल) -ट्राइमथोक्सीसिलेन ने एल्डिहाइड के उच्च रूपांतरण (100% तक) में  $\beta$ -नाइट्रोस्टायरीन के प्रति उत्कृष्ट चयनात्मकता दिखाई। उत्प्रेरक को सक्रियता के महत्वपूर्ण नुकसान के बिना पांच बार तक पुनः उपयोग किया गया।

In general, bagasse is burned for generating steam during electricity production releasing a large amount of carbon into the atmosphere. Hence, the possible use of this cellulosic material for carbon footprinting would be an interesting value addition.

We have successfully synthesized carbon microspheres (BCM) from agricultural waste residue (sugarcane bagasse) by a low-temperature hydrothermal process (LTH) using oxalic acid as the dehydrating agent. These BCMs were uniform in size and contain numerous functional groups e.g.,  $-OH$ ,  $-COOH$ ,  $-C=O$  providing an ease in further functionalization to create a hydrophilic surface using alkylamines which ultimately lead to a basic catalyst. The catalytic activity of this supported organo-base catalyst was demonstrated by C-C bond forming (Henry) reactions. Among all prepared catalysts, 3-(2-aminoethylaminopropyl)-trimethoxysilane grafted in toluene showed high conversion of aldehydes (up to 100%) with excellent selectivity towards  $\beta$ -nitrostyrene. The catalyst was reused five times without significant loss of activity.

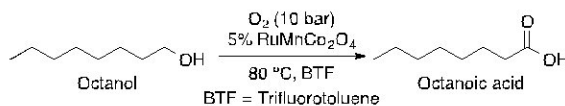
ACS Sustainable Chem. Eng. 07 (2019) 3018–3026



## ऑक्टेनॉल का ऑक्टेनोलिक अम्ल में चयनात्मक ऑक्सीकरण

### Selective oxidation of octanol to octanoic acid

एलिफैटिक लीनियर एलिडहाइड / एसिड में वांछनीय घ्राण गुण होते हैं और कई औद्योगिक अनुप्रयोगों में उपयोग किया जाता है। हमने प्रदर्शित किया है कि  $\text{MnCo}_2\text{O}_4$  पर 5% Ru कुशलतापूर्वक 96% रूपांतरण और 80°C पर 10 बार ऑक्सीजन दबाव के तहत 76% चयनात्मकता के साथ ऑक्टेनॉल के ऑक्टेनॉल के तरल प्रावस्था ऑक्सीकरण को उत्प्रेरित करता है।  $\text{MnCo}_2\text{O}_4$  संबलित Ru-उत्प्रेरक प्रणाली के उपयोग से कई प्रकार की खामियों जिसमें समांगी ऑक्सीडेंट (क्रोमिक ऑक्साइड, हाइड्रोजन पेरोक्साइड, तृतीयक ब्यूटाइलहाइड्रोपेरोक्साइड) और अकार्बनिक क्षारों (NaOH, KOH और  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) का उपयोग शामिल है, से बचा जा सकता है।



Aliphatic linear aldehydes/acids have desirable olfactory properties and are used in several industrial applications. We have demonstrated that 5% Ru on  $\text{MnCo}_2\text{O}_4$  efficiently catalyzes the liquid phase oxidation of octanol to octanoic acid with 96% conversion and 76% selectivity under 10 bar oxygen pressure at 80 °C. The use of  $\text{MnCo}_2\text{O}_4$ -supported Ru-catalyst system avoids several drawbacks including the use of homogenous oxidants (chromic oxide, hydrogen peroxide, tertiary butylhydroperoxide) and inorganic bases (NaOH, KOH, and  $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ).

चित्र: Ru संबलित  $\text{MnCo}_2\text{O}_4$  उत्प्रेरित ऑक्टेनॉल का ऑक्टेनोलिक अम्ल में आक्सीकरण

Figure: Ru on  $\text{MnCo}_2\text{O}_4$ -catalyzed oxidation of octanol to octanoic acid

## 3-मिथाइल-5-फिनाइल पेंटानॉल (मेफ्रोसोल) के उत्प्रेरित संश्लेषण के लिए हरित प्रक्रिया

### Greener process for the catalytic synthesis of 3-methyl-5-phenyl pentanol (Mefrosol)

मेफ्रोसोल एक अत्यंत महत्वपूर्ण इत्र रसायन है जिसका उपयोग बड़े पैमाने पर सुगंध उद्योगों द्वारा किया जाता है। परंपरागत रूप से, इस यौगिक को थोक में लेविस अम्ल ( $\text{AlCl}_3$ ) या अकार्बनिक अम्ल (HCl, Triflic acid) प्रवर्तित प्रोटोकॉल के माध्यम से तैयार किया जाता है। अकार्बनिक अम्ल की प्रकृति संक्षारक होती है और भारी औद्योगिक कचरे का उत्पादन करते हैं जिससे पर्यावरणीय खतरे बढ़ जाते हैं। हमने एक पुनर्चक्रणीय अम्लीय रेजिन उत्प्रेरक का उपयोग करके मेफ्रोसोल के संश्लेषण का एक हरित संस्करण विकसित किया है। नए संश्लेषण में दो अभिक्रिया उपाय होते हैं: 1. प्रिंस-प्रकार के साइक्लाइजेशन जहाँ बेन्जेलिडहाइड और आइसोप्रेनॉल के बीच अभिक्रिया से डायहाइड्रोपाइरॉन व्युत्पन्नों का मिश्रण बनता है; 2. परिणामी चक्रीय उत्पाद मिश्रण का उत्प्रेरित हाइड्रोजनीकरण >80% उत्पादन और

Mefrosol is a highly important perfumery chemical that is largely utilized by aroma industries. Traditionally, this compound is prepared in bulk via Lewis acid ( $\text{AlCl}_3$ ) or inorganic acid (HCl, Triflic acid) promoted protocols. Inorganic acids are corrosive in nature and produces enormous industrial wastes thereby increasing the environmental hazards. We have developed a green variant of the synthesis of mefrosol by using a recyclable acidic resin catalyst. The new synthesis consists of two reaction steps: 1. Prins-type cyclization leading to a mixture of dihydropyran derivatives by the reaction between benzaldehyde and isoprenol; 2. catalytic hydrogenation of the resulting cyclized product mixture. The reaction was scaled up to obtain 250 g of mefrosol with

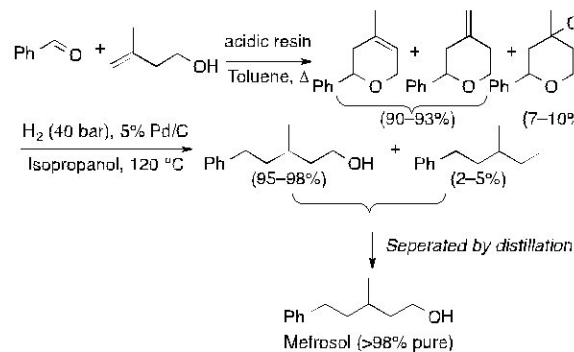


90% शुद्धता (दो चरणों में) के साथ 250 ग्राम मेफ्रोसोल प्राप्त करने के लिए अभिक्रिया को स्केल-अप किया गया। इस प्रकार, मेफ्रोसोल के एक कुशल, हरित और औद्योगिक रूप से व्यवहार्य उत्प्रेरक संश्लेषण को प्राप्त किया गया। इस प्रयोगशाला में मेफ्रोसोल का 1 किलोग्राम स्तर प्राप्त करने के लिए आगे अप-स्केलिंग जारी है।

>80% yield and >90% purity (over two steps). Thus, an efficient, green and industrially viable catalytic synthesis of mefrosol has been achieved. Further up-scaling to attain 1 Kg level of mefrosol is ongoing in this laboratory.

**चित्र:** 250 ग्राम स्तर पर मेफ्रोसोल का हरित संश्लेषण।

**Figure:** Green synthesis of mefrosol at 250 g scale.



Patent No. IN201611009444

### क्षार मुक्त परिस्थितियों में HMF से FDCA के ऑक्सीकरण के लिए चुंबकीय रूप से पृथक्करणीय मिश्रित धातु ऑक्साइड उत्प्रेरक

#### Magnetically separable mixed metal oxide catalyst for the oxidation of HMF to FDCA under base-free conditions

एक सरल क्षार सह- अवक्षेपण विधि के माध्यम से त्रिधात्विक ऑक्साइड/ हाइड्रॉक्साइड उत्प्रेरक की एक श्रृंखला को संश्लेषित किया गया। संश्लेषित त्रिधात्विक ऑक्सी-हाइड्रॉक्साइड्स में, डाई ऑक्सीजन को ऑक्सीडेट के रूप में उपयोग करते हुए, HMF के उत्प्रेरित ऑक्सीकरण में Ru युक्त पदार्थ प्रभावी पाए गए। यह क्षार-मुक्त परिस्थितियों में बायोमास व्युत्पन्न HMF के ऑक्सीकरण के लिए Ru-आधारित प्रणालियों की महत्वपूर्ण भूमिका को रेखांकित करता है। उत्प्रेरक 5 ग्राम अभिक्रिया स्तर पर FDCA की ~95% उत्पादन के साथ HMF के >99% ऑक्सीकरण के लिए प्रभावी था। अभिक्रिया को 10 ग्राम स्तर तक बढ़ाने पर FDCA के उत्पादन में मामूली गिरावट हुई जो की फार्मिल खंड के अधूरे आक्सीकरण के कारण है। उत्प्रेरक को एक स्थायी चुंबक का उपयोग करके आसानी से अलग किया जा सकता है और बिना रासायनिक पूर्वप्रशोधन के सक्रियता में थोड़ी कमी के साथ पुनः उपयोग किया जा सकता है।

A series of trimetallic oxides/ hydroxide catalysts were synthesized via a simple alkali co-precipitation method. Among the trimetallic oxy-hydroxides synthesized, the Ru containing materials were found to be effective for the catalytic oxidation of HMF using dioxygen as the oxidant. This underlines the important role of Ru-based systems for the oxidation of biomass derived HMF under base-free conditions. The catalyst was effective for the >99% oxidation of HMF with ~95% yield of FDCA at 5 g reaction scale. Increasing the reaction scale to 10 g resulted in a slight decrease in the yield of FDCA owing to an incomplete oxidation of the formyl moiety. The catalyst can easily be separated using a permanent magnet and reused with a slight decrease in activity, without further chemical pre-treatment.





चित्र: चुंबकीय रूप से पृथक्करणीय Ru आधारित त्रिधात्विक मिश्रित धातु।

Figure: Magnetically separable Ru-based trimetallic mixed metal.

## जैव-व्युत्पन्न रसायनों का उत्प्रेरित मूल्य-वर्धन

### Catalytic value-addition of biomass-derived chemicals

बायोमास का कार्बनिकों जैसे ईंधन, रसायन, पॉलिमर आदि में उत्प्रेरित रूपांतरण भावी पीढ़ी पर व्यापक असर रखता है। बायोमास-व्युत्पन्न सेलुलोज-आधारित प्लेटफॉर्म अणु जैसे 5-हाइड्रोक्सीमेथाइलफरफुरल (एचएमएफ) और लेवुलिनिक अम्ल (एलए) इस डोमेन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। एचएमएफ के चयनात्मक ऑक्सीकरण उत्पाद, फ्यूरान डाई कार्बोक्सिलिक अम्ल (एफडीसीए) और डाई फार्माइल फ्यूरॉन (डीएफएफ) उद्योग में पारंपरिक बहुलक पूर्वगामी के लिए आकर्षक और सतत विकल्प के रूप में काम करते हैं। इसके अलावा,  $\gamma$ -वैलेरोलैक्टोन (जीवीएल), LA का चयनात्मक हाइड्रोजनीकरण उत्पाद, कार्बनिक परिवर्तनों के लिए एक हरित माध्यम और जैव ईंधन और पॉलिमर के स्रोत के रूप में कार्य करता है।

Catalytic transformations of biomass to organics like fuels, chemicals, polymers etc. have an immense impact on the future generation. The biomass-derived cellulose-based platform molecules e.g. 5-Hydroxymethylfurfural (HMF) and levulinic acid (LA) play vital role in this domain. The selective oxidation products of HMF i.e., furan di carboxylic acid (FDCA) and di formyl furan (DFF) serve as attractive and sustainable alternative to traditional polymer precursors in industry. In addition,  $\gamma$ -valerolactone (GVL), the selective hydrogenation product of LA, acts as a green medium for organic transformations and a source of biofuel and polymers.

### Ni/ SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> उत्प्रेरक का उपयोग कर लेवुलिनिक एसिड और फरफुरल का चयनात्मक हाइड्रोजनीकरण

#### Selective hydrogenation of levulinic acid and furfural using Ni/SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst

हाल ही में हमने वाणिज्यिक Ni/ SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Ni/SA) के उपयोग को एक सक्रिय उत्प्रेरक के रूप में लेवुलिनिक अम्ल (LA) के आणविक हाइड्रोजन (THF माध्यम में) के उपयोग

Recently we have demonstrated successfully the use of commercial Ni/SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Ni/SA) as an active catalyst for the conversion of levulinic acid (LA) to  $\gamma$ -valerolactone (GVL) via



के द्वारा चक्रीय हाइड्रोसाइक्लाइजेशन द्वारा  $\gamma$ -वैलेरोलैक्टोन (Gvl) और उत्प्रेरित स्थानांतरण हाइड्रोसाइक्लेशन को आइसोप्रोपिल अल्कोहल (IPA) का माध्यम/H-स्रोत के रूप में उपयोग को सफलतापूर्वक प्रदर्शित किया है। उत्प्रेरक ने अनुकूलित अभिक्रिया परिस्थितियों के तहत Gvl (99-100%) की अधिकतम उत्पादन के साथ दोनों मामलों में उत्कृष्ट गतिविधि दिखाई। THF माध्यम में Gvl के निरंतर उत्पादन के लिए भी उत्प्रेरक को सफलतापूर्वक तैनात किया गया था, जिससे 20 घंटे के समय पर 97-99% उपज दी गई। इसके अलावा, उत्प्रेरक (Ni/SA) ने  $H_2$  की उपस्थिति में अभिक्रिया माध्यमों के बदलाव के कारण उच्च चयनात्मकता के साथ फरफुरल के विभिन्न उत्पादों को रूपांतरण की दिशा में अच्छी गतिविधि दिखाई।



catalytic hydrocyclisation using molecular hydrogen (in THF medium) and catalytic transfer hydrocyclisation using isopropyl alcohol (IPA) as medium/H-source. The catalyst showed excellent activity in both cases with a maximum yield of Gvl (99-100%) under optimized reaction conditions. The catalyst was also successfully deployed for the continuous production of Gvl in THF medium giving 97-99% yield up to 20 h time-on-stream. Furthermore, the catalyst (Ni/SA) showed good activity towards the conversion of furfural to various products in the presence of  $H_2$  with high selectivity by varying the reaction medium.

चित्र: लैवुलेनिक अम्ल और फरफुरल का Ni-उत्प्रेरित हाइड्रोजनीकरण।

Figure: Supported Ni-catalyzed hydrogenation of levulinic acid and furfural

Catalysis Letters 149 (2019) 215–227

## विषमांग उत्प्रेरकों के माध्यम से $CO_2$ के हाइड्रोजनीकरण से फार्मिक अम्ल

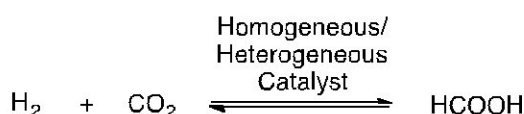
### Hydrogenation of $CO_2$ to formic acid by means of heterogeneous catalysts

फार्मिक अम्ल का व्यापक रूप से खाद्य संरक्षक, मवेशियों के चारे में जीवाणुरोधी एजेंट और फसलों के लिए कीटनाशक के रूप में उपयोग किया जाता है। इसके अलावा, इसका चमड़ा, रंगाई, कपड़ा और रबर उद्योगों और विभिन्न सफाई उत्पादों में व्यापक अनुप्रयोग है। कुछ फॉर्मेट एस्टर का उपयोग कृत्रिम स्वाद या इत्र के रूप में किया जाता है। परंपरागत रूप से, फार्मिक अम्ल का उत्पादन औद्योगिक पैमाने पर मेथनॉल के कार्बोनीलेशन (एक दो-चरण प्रक्रिया) के माध्यम से किया जाता है। पिछले दो दशकों में  $CO_2$  के हाइड्रोजनीकरण के माध्यम से फार्मिक अम्ल को संश्लेषित करने के लिए वृहत विचार किया गया है। नतीजतन  $CO_2$  के अधिकतम रूपांतरण के द्वारा, फार्मिक अम्ल बनाने के लिए समांगी और विषमांगी

Formic acid is widely utilized as a food preservative, antibacterial agent in livestock feed and pesticide for crops. Moreover, it has wide applications in the leather, dyeing, textile, and rubber industries and also in various cleaning products. Some formate esters are used as artificial flavorings or perfumes. Traditionally, formic acid is produced in industrial scale via carbonylation of methanol (a two-step process). Within last two decades tremendous attention has been paid for synthesizing formic acid via hydrogenation of  $CO_2$ . Consequently, a series of homogeneous and heterogeneous catalyst systems have been developed to achieve



उत्प्रेरक प्रणालियों की एक श्रृंखला विकसित की गई है। इस प्रयास में, हमने पाया है कि एक पैलेडियम निकल-आधारित परतदार डबल हाइड्रॉक्साइड उत्प्रेरक प्रणाली (PdNi-LDH) को अच्छी उपज में फॉर्मिक अम्ल देने के लिए



**चित्र:** उत्प्रेरकों के माध्यम से  $\text{CO}_2$  के हाइड्रोजनीकरण से फॉर्मिक अम्ल।

**Figure:** Catalytic hydrogenation of  $\text{CO}_2$  to formic acid.

क्षारीय अवस्था के तहत 5 MPa  $\text{CO}_2$  और  $\text{H}_2$  दबाव में सफलतापूर्वक नियोजित किया जा सकता है। उत्प्रेरक को चार अभिक्रिया चक्रों के लिए क्रियाशीलता में बिना किसी नुकसान के पुनः उपयोग किया गया।

$\text{CO}_2$  के हाइड्रोजनीकरण के माध्यम से फॉर्मिक अम्ल को संश्लेषित करने के हमारे निरंतर प्रयासों के हिस्से के रूप में, नाइट्रोजन-कार्यात्मक  $\text{ZrO}_2$ -आधारित पदार्थ (N/ $\text{ZrO}_2$ ) की एक श्रृंखला को संश्लेषित किया गया और विभिन्न संक्रमण धातु के सहारे के लिए एक ठोस आधार के रूप में परीक्षण किया गया। संतोषजनक रूप में N/ $\text{ZrO}_2$ -संबलित Ru-उत्प्रेरक (1% Ru-लोडिंग) ने क्षारीय अवस्था के तहत अन्य परीक्षण किए गए धातु उत्प्रेरक के बीच फॉर्मिक अम्ल का उच्चतम उत्पादन प्रदर्शित किया। एक सावधानीपूर्वक इष्टतमीकरण अध्ययन से संकेत मिलता है कि अभिक्रिया माध्यम का जल से मेथनॉल में बदलाव और  $\text{H}_2$  गैस के साथ Zr-नमूने की पूर्व-अपचयन ने निम्न परिणाम दिये। महत्वपूर्ण रूप से, बाह्य क्षार (जैसे  $\text{Et}_3\text{N}$ ) का परिवर्धन आवश्यक नहीं है जो,  $\text{Et}_3\text{N}$  ( $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$ ) की तुलना में नाइट्रोजन युक्त अणुओं ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ ) के साथ  $\text{ZrO}_2$  सतह को क्रियाशील बनाने के महत्व को इंगित करता है। परिणाम तालिका में दिए गए हैं।

maximum conversion of  $\text{CO}_2$  to formic acid. In this endeavor, we have found that a palladium nickel-based layered double hydroxide catalyst system (PdNi-LDH) can be successfully employed at 5 MPa  $\text{CO}_2$  and  $\text{H}_2$  pressure,

S.No	Catalyst	Formic acid (mmol)
1	1% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1	1.8 (1.6-2.0)
2 <sup>a</sup>	1% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$	—
3 <sup>b</sup>	1% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$	0.32
4 <sup>c</sup>	1% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1	1.8
5 <sup>c</sup>	2% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1	1.6
6 <sup>c</sup>	4% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1	1.6
7 <sup>c</sup>	6% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1	1.5

Reaction condition: 100 mg catalyst, 40 mL  $\text{H}_2\text{O}$ , 50 bar pressure (25  $\text{H}_2$  : 25  $\text{CO}_2$ ), 120 °C, 6 h; 1 g  $\text{Et}_3\text{N}$ . <sup>a</sup> MeOH in place of water; <sup>b</sup> sample reduced by  $\text{H}_2$ /  $\text{N}_2$ , 400 °C, 4h. <sup>c</sup> without  $\text{Et}_3\text{N}$

under basic condition to give formic acid in good yield. The catalyst was also reused for b four reaction cycles without appreciable loss of its activity.

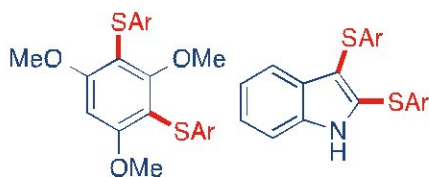
As part of our continued efforts to synthesize formic acid via  $\text{CO}_2$  hydrogenation, a series of nitrogen-functionalized  $\text{ZrO}_2$ -based materials (N/ $\text{ZrO}_2$ ) were synthesized and explored as a solid support for anchoring various transition metal candidates. Gratifyingly, the N/ $\text{ZrO}_2$ -supported Ru-catalyst (1% Ru-loading) displayed the highest production of formic acid among the other tested metal catalysts under basic condition. A careful optimization study indicates that changing the reaction medium from water to methanol and pre-reduction of the Zr-sample with  $\text{H}_2$  gas provided inferior results. Importantly, the addition of an external base (e.g.  $\text{Et}_3\text{N}$ ) is not necessary indicating the significance of functionalizing the  $\text{ZrO}_2$  surface with nitrogen-rich molecules ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ ) compared to  $\text{Et}_3\text{N}$  ( $\text{C}_6\text{H}_{15}\text{N}$ ). The results are summarized in the given table.

## इलेक्ट्रॉन समृद्ध एरेनेस का आयोडीन-उत्प्रेरित एकल-पॉट डिकारबोक्सिलेटिव सल्फोनाइलेशन

### Iodine-catalyzed One-pot Decarboxylative Sulfenylation of Electron rich arenes

एरिल-S बॉन्ड, फार्मास्यूटिकल्स, कार्यपरक पदार्थों, इन्फ्लेमेशन, इन्यूनोडिफीसिअन्सी वायरस, अल्जाइमर और पार्किंसंस रोगों के साथ-साथ कैंसर के उपचार के लिए इस्तेमाल की जाने वाली प्रभावी दवाओं, में प्रचुर मात्रा में पाये जाता है। इस प्रकार, एरिल-S बॉन्ड का निर्माण मूलभूत महत्व का परिवर्तन है। एरीन कार्बोक्सिलिक अम्ल का धातु-उत्प्रेरित डिकारबोक्सिलेटिव थायोलेशन एरोमेटिक रिंग में सल्फर-आधारित पदार्थ को स्थापित करने के लिए एक आकर्षक रणनीति है, क्योंकि केवल गैसीय कार्बन डाइऑक्साइड ( $\text{CO}_2$ ) उप-उत्पाद के रूप में बनता है। हालांकि, ये विधियाँ महंगी संक्रमण धातु उत्प्रेरक का उपयोग करती हैं, जो औद्योगिक पैमाने के उपयोग के लिए अनुपयुक्त हैं। इस संदर्भ में, हमने संक्रमण धातु-मुक्त परिस्थितियों में इलेक्ट्रॉन समृद्ध एरेन कार्बोक्सिलिक अम्ल और इंडोल कार्बोक्सिलिक अम्ल के आयोडीन उत्प्रेरित डिकारबोक्सिलेटिव सल्फोनाइलेशन को विकसित किया है। नई पद्धति को ग्राम स्तर में वाणिज्यिक अनुप्रयोगों वाले महत्वपूर्ण मध्यवर्ती को संश्लेषित करने के लिए प्रयोग में लाया गया।

Aryl-S bond is abundant in pharmaceuticals, functional materials, potent drugs used against inflammation, immunodeficiency virus, Alzheimer's and Parkinson's diseases as well as cancers. Thus, the construction of aryl-S bond is a transformation of fundamental importance. Metal-catalyzed decarboxylative thiolation of arene carboxylic acids is an attractive strategy to install a sulfur-based substituent into an aromatic ring, since the gaseous carbon dioxide ( $\text{CO}_2$ ) is formed as the only by-product. However, these methods employ expensive transition metal catalysts rendering them unsuitable for industrial scale utilization. In this context, we have developed an iodine catalyzed decarboxylative sulfenylation of electron rich arene carboxylic acids and indole carboxylic acids under transition metal-free conditions. The new methodology was applied to synthesize important intermediates having commercial applications in gram scale.



चित्र: कुछ महत्वपूर्ण एरिल सल्फाइड्स।

Figure: Some important aryl sulfides.

ChemistrySelect 03 (2018) 6116– 6121

## दृश्य-प्रकाश प्रेरित $\text{C}(\text{sp}^3)\text{-H}$ कार्यात्मकता के माध्यम से पॉली (प्रतिस्थापित-पाइरॉल्स) का संश्लेषण

### Synthesis of poly (substituted-pyrroles) via visible-light induced $\text{C}(\text{sp}^3)\text{-H}$ functionalization

कई दवाइयों, बायोएक्टिव मॉलिक्यूल्स और प्राकृतिक उत्पादों में पाइरोल फ्रेमवर्क प्रचलित हैं। हमने दृश्य विकिरण के तहत आयोडीन उत्प्रेरित टॉसिलहाइड्रोजोन का  $\beta$ -

Pyrrole frameworks are prevalent in numerous pharmaceuticals, bioactive molecules and natural products. We have developed an elegant synthesis of tri- and tetra-substituted

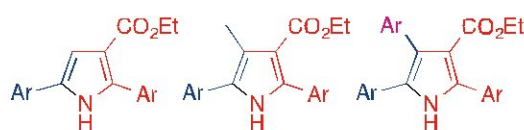


इनेन्सियो इस्टर के साथ के  $C(sp^3)-H$  फन्क्शनलाइजेशन के माध्यम से ट्राई और टेट्रा-प्रतिस्थापित पाइरोल का एक सुरुचिपूर्ण संश्लेषण विकसित किया है। प्रोटोकॉल की संश्लेषण व्यावहारिकता का प्रदर्शन प्रतिनिधि पाइरोल स्कैफोल्ड के मल्टीग्राम निर्माण के माध्यम से किया गया। हमारी सर्वोत्तम जानकारी के अनुसार यह विधि धातु मुक्त परिस्थितियों में परिवेश के तापमान पर अत्यधिक कार्यात्मक पाइरोल के संश्लेषण का पहला उदाहरण है।

**चित्र:** ट्राई और टेट्रा-प्रतिस्थापित पाइरोल के उदाहरण

**Figure:** Examples of tri- and tetra-substituted pyrroles

pyrroles via iodine catalyzed  $C(sp^3)-H$  functionalization of tosylhydrazones with  $\beta$ -enamino esters under visible light irradiation. The synthetic practicality of the protocol was demonstrated via the multigram preparation of representative pyrrole scaffold. To the best of our knowledge, this method constitutes the first example of the synthesis of highly functionalized pyrroles at ambient temperature under metal-free conditions.



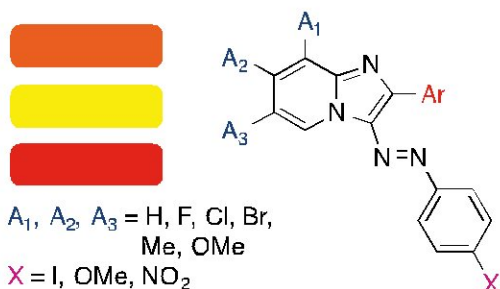
J. Org. Chem. 83 (2018) 9412–9421

## इमिडाज़ोपाइरिडिन-आधारित एज़ो रंजक का संश्लेषण

### Synthesis of imidazopyridine-based azo dyes

एज़ो रंजक एज़ो यौगिकों के व्यावसायिक रूप से महत्वपूर्ण श्रेणी हैं, जिनका उपयोग व्यापक रूप से वस्त्र, चमड़े के सामान और कुछ खाद्य पदार्थों के प्रशोधन के लिए किया जाता है। उनकी व्यापक औद्योगिक प्रमुखता को देखते हुए, हमने एज़ो रंजकों के एक नए वर्ग के संश्लेषण और उन एज़ो रंजकों का उपयोग करके प्राकृतिक और सिंथेटिक कपड़ों की रंगाई प्रक्रिया को विकसित किया है। संपूर्णता में एज़ो रंजक के संश्लेषण और अनुप्रयोग में निम्नलिखित विशेषताएँ हैं: 1. पूरी प्रक्रिया धातुओं और क्षारों के उपयोग से बचते हुये पर्यावरण अनुकूल है, 2. यह न्यूनतम अपशिष्टों को उत्पादित करता है, 3. अभिक्रियाओं को कम तापमान पर प्रतिपादित किया जाता है, 4. संश्लेषण के दौरान, उत्पादों को उच्च शुद्धता के साथ 60-90% का उत्पादन होता है, 5. रंगाई की प्रक्रिया में कपड़े (प्राकृतिक/ सिंथेटिक) को कम तापमान पर रंजक में डुबोया जाता है। इस प्रकार, किसी भी पूर्व-प्रशोधन की आवश्यकता नहीं होती है और रंगाई प्रक्रिया में कोई भी अपशिष्ट उत्पन्न नहीं होता है।

Azo dyes are a commercially significant family of azo compounds widely utilized to treat textiles, leather articles, and some foods. Given their broad industrial prominence, we have developed the synthesis of a new class of azodyes and the dyeing process of both natural and synthetic fabrics by using those azodyes. As a whole, the synthesis and application of the azo dye have the following features: 1. the entire process is eco-friendly avoiding the use of metals and bases, 2. it generates minimum waste effluents, 3. the reactions are performed at room temperature, 4. during the synthesis, the products are obtained in 60–90% yield with high purity, 5. the dyeing process involves simple sinking of the fabric (natural/synthetic) into the dye solution at room temperature. Thus, no pre-treatment is required and no effluent generation is involved in the dyeing process.



चित्र: एज़ो रंजक का नया वर्ग

Figure: A new class of azo dye.

Patent filing No 0182NF2018.

### इमिडाज़ो-फ्यूज्ड हेट्रोसायकलस के हैलोजिनेशन के लिए सोडियम लवण (NaI/ NaBr/ NaCl)

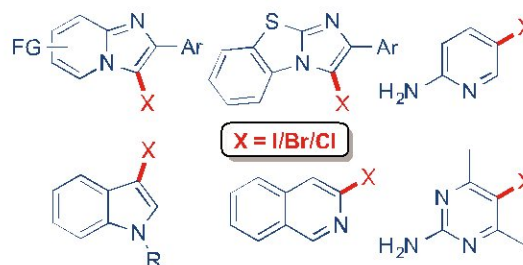
#### Sodium salts (NaI/ NaBr/ NaCl) for the halogenation of imidazo-fused heterocycles

हैलोजेनेटेड (हेटेरो) एरोमेटिक यौगिकों को बहुमूल्य सिंथेटिक मध्यवर्ती माना जाता है क्योंकि वे प्रतिस्थापन या क्रॉस-युग्मन प्रतिक्रियाओं के माध्यम से और अधिक जटिल संरचना में बदला जा सकता है। हरित प्रक्रिया के विकास पर हमारे निरंतर प्रयास के एक हिस्से के रूप में, हाल ही में हमने आसानी से उपलब्ध सोडियम लवणों को हैलोजन स्रोत और  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  या ओक्सोन का ऑक्सीडेंट के रूप में उपयोग करके इमिडाज़ो-फ्यूज्ड हेट्रोसायकल के हैलोजनीकरण (I, Br और Cl) के लिए एक कुशल विधि का वर्णन किया है। अच्छे से मध्यम उत्पादन के साथ विविधतापूर्ण प्रतिस्थापित हैलोजेनिक हेट्रोसाइकल जैसे कि इमिडाज़ोपाइरिडीन, इमीडाज़ोथियाज़ोल, बेन्जिमिडाज़ोथियाज़ोल, अमीनोपाइरिडीन, इण्डोल, आइसोक्विनोलीन और पाइरिमिडिडीन को प्राप्त किया गया।

Halogenated (hetero) aromatic compounds are considered as valuable synthetic intermediates as they can be further transformed into a more complicated structure via substitution or cross-coupling reactions. As a part of our continuous effort on green process development, recently we have described an efficient method for the halogenation (I, Br and Cl) of imidazo-fused heterocycles using readily available sodium salts as the halogen source and  $\text{K}_2\text{S}_2\text{O}_8$  or oxone as the oxidant. Diversely substituted halogenated heterocycles such as imidazopyridine, imidazothiazole, benzoimidazothiazole, aminopyridine, indole, isoquinoline, and pyrimidine were obtained in moderate to good yields.

चित्र: सोडियम हैलिड्स का उपयोग करके संश्लेषित हैलोजेनेटेड हेट्रोसायकलों के उदाहरण।

Figure: Examples of halogenated heterocycles synthesized by using sodium halides.



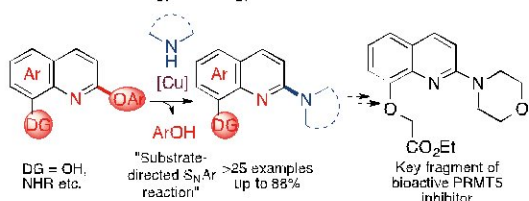
J. Org. Chem. 84 (2019) 792–805.



## 2-एरिलऑक्सी क्विनोलोन का कीलेटीकरण-असिस्टेड डी-एरीलोक्सिलेटिव एमिनेशन

### Chelation-assisted de-aryloxylation amination of 2-aryloxy quinolones

तांबे के उत्प्रेरक के माध्यम से O- या N-कीलेटिंग ग्रुप कार्यात्मक 2-एरिलऑक्सी क्विनोलोन का एक अत्यधिक रेजिओसेलेक्टिव डी-एरीलोक्सिलेटिव एमिनेशन को पूरा किया गया। सबस्ट्रेट का कीलेटिंग कार्यात्मक समूह C-2-चयनात्मक एमिनेशन प्रक्रिया को निर्देशित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, जो एरिलऑक्सी समूह के एक नवीन एरोमैटिक न्यूक्लियोफिलिक प्रतिस्थापन के माध्यम से आगे बढ़ता है। कार्यप्रणाली कार्यात्मक 2-अमीनोक्विनोलिन (88% तक विलगित उत्पादन) के एक महत्वपूर्ण वर्ग तक पहुंच का उपाय प्रदान करती है और इसे एक महत्वपूर्ण जैव सक्रिय PRMT5 अवरोधक के एक महत्वपूर्ण अंश के संश्लेषण के लिए सफलतापूर्वक लागू किया गया।



A highly regioselective de-aryloxylation amination of O- or N-chelating group-functionalized 2-aryloxy quinolines has been accomplished by means of a copper catalyst. The chelating functional groups of the substrate play a crucial role in directing the C-2-selective amination process, which proceeds through a novel aromatic nucleophilic substitution of the aryloxy group. The methodology provides expedient access to an important class of functionalized 2-aminoquinolines (up to 88% isolated yield) and was successfully applied for the synthesis of a key fragment of an important bioactive PRMT5 inhibitor.

चित्र: कॉपर उत्प्रेरित क्विनोलिन का डीएरिलऑक्सिलेटिव C-2 एमिनेशन।

Figure: Copper catalyzed dearyloxylation C-2 amination of quinolines.

Org. Biomol. Chem. 16 (2018) 3716–3720.

## असममित अभिक्रियाओं में उत्प्रेरक के रूप में द्विकेंद्रिक द्विसूत्री कोबाल्ट (III) हेलिकेट Binuclear double-stranded cobalt (III) helicates as catalysts in asymmetric reactions

द्विकेंद्रिक द्विसूत्री हेलिकेट  $[\text{Co}_2(\text{H}_1)_2]^{4+}$ ,  $[\text{Co}_2(\text{H}_2)_2]^{4+}$  और  $[\text{Co}_2(\text{H}_3)_2]^{4+}$  की एक श्रृंखला मोनो-डीप्रोटोनेटेड बिस-पाइरिडाइल हाइड्राजीन आधारित एक, दो और तीन -CH<sub>2</sub> स्पेसर्स के साथ H<sub>2</sub>1, H<sub>2</sub>2, और H<sub>2</sub>3 के लिगेंड व्युत्पन्न, प्राप्त की गई। इन असममित कार्बन-मुक्त रेसमिक हेलिकेट्स को उनके ΔΔ और ΛΛ एनैन्शियोमर में पृथक किया गया। ये एनैन्शियोमरिक हेलिकेट्स कुछ स्थापित प्रतिक्रियाओं में उत्प्रेरक के रूप में कार्य करते हैं जिसमें असममित नाइट्रोएलडॉल अभिक्रिया और बेजॉयलेशन अभिक्रियाओं के माध्यम से असममित डेसिमेट्रिजेशन शामिल

A series of double-stranded binuclear helicates  $[\text{Co}_2(\text{H}_1)_2]^{4+}$ ,  $[\text{Co}_2(\text{H}_2)_2]^{4+}$  and  $[\text{Co}_2(\text{H}_3)_2]^{4+}$ , derived from mono-deprotonated bis-pyridyl hydrazine-based ligands of H<sub>2</sub>1, H<sub>2</sub>2, and H<sub>2</sub>3 with one, two, and three -CH<sub>2</sub> spacers, were obtained. These asymmetric-carbon-free racemic helicates were separated into their ΔΔ and ΛΛ enantiomers. These enantiomeric helicates act as catalysts in some established reactions including asymmetric nitroaldol reaction and asymmetric desymmetrization via benzoylation reactions. This report demonstrates the first time that these

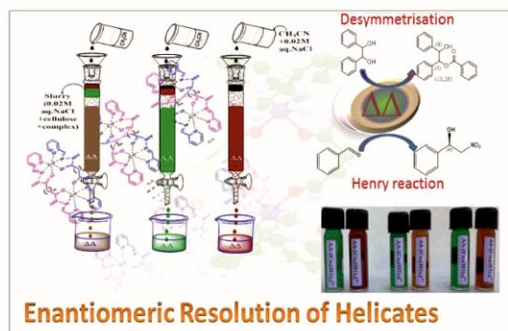


हैं। यह रिपोर्ट पहली बार प्रदर्शित करती है कि ये असममित-कार्बन-मुक्त हेलिकेट्स जिनमें हेलिकल काइरेलिटी और धातु केंद्रित काइरेलिटी है, वे एनैन्शओसेलक्टिव उत्प्रेरक के रूप में कार्य कर सकते हैं।

**चित्र:** कोबाल्ट (III) हेलिकेट्स उत्प्रेरित असममित रूपांतरण।

**Figure:** Co(III)-helicates catalyzed asymmetric transformations.

asymmetric-carbon-free helicates possessing helical chirality and metal centered chirality can act as enantioselective catalysts.



Inorg. Chem. 57 (2018) 11414–11421.







## विषयवस्तु: पदार्थ विज्ञान

## Theme: Materials

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने पिछले कुछ दशकों में पदार्थ विज्ञान पर अनुप्रयुक्त और मिश्रित अनुसंधान क्षेत्रों में उल्लेखनीय सामर्थ्य और विशेषज्ञता दिखाई है। संस्थान ने विभिन्न पदार्थों जैसे कि क्ले, जिओलाइट्स, धातु ऑक्साइड, हाइड्रोटेल्साइट, कार्बन, धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क (MOFs), कार्यात्मक अकार्बनिक धातु कॉम्प्लेक्स और विभिन्न उद्योगों में सतत अनुप्रयोगों के लिए नैनोकणों के संश्लेषण पर उल्लेखनीय योगदान और विशेषज्ञता प्राप्त की है। इस संस्थान के विभिन्न विभागों के वैज्ञानिक और उनके समूह, उपरोक्त पदार्थ पर, सीएसआईआर के अन्दर एवं बाहर विभिन्न राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं, शैक्षणिक संस्थानों और उद्योगों के साथ मिलकर काम कर रहे हैं। संस्थान का योगदान राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय प्रतिष्ठित पत्रिकाओं में गुणवत्ता वाले प्रकाशनों, तकनीकी प्रक्रमों, संश्लेषित उत्पादों और विभिन्न सामाजिक गतिविधियों द्वारा संतुलित है। कुछ प्रक्रम बौद्धिक संपदा अधिनियम के तहत संरक्षित हैं एवं उनमें से कुछ प्रक्रमों को विभिन्न उद्योगों/ लाइसेंसधारियों को स्थानांतरित किया गया है। ज्यादातर संश्लेषित पदार्थों का वाणिज्यिक रूप से उपयोग हो रहा है। वर्ष 2018-19 में पदार्थ विज्ञान पर आधारित शोध कार्यों का संक्षिप्त विवरण नीचे दिया जा रहा है।

### Thematic core competences

CSIR-CSMCRI has shown significant strength and expertise in highly applied and assorted research areas on theme “Materials” over few decades. Enormous contribution has been devoted in gaining insight of a broad spectrum of materials including clays, zeolites, metal oxides, hydrotalcites, carbons, metal-organic frameworks (MOFs), functionalized inorganic metal complexes, and nano-particles for practical and sustainable applications in various industries. The scientists and their research groups from various disciplines in this institute are working on the aforementioned materials, and collaborate with other national laboratories both inside and outside CSIR, academic institutions and industries. The Institute’s output is well balanced by technology/ process/ product developments, quality publications in both national and internationally reputed journals and various societal activities. The 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 2018–19.

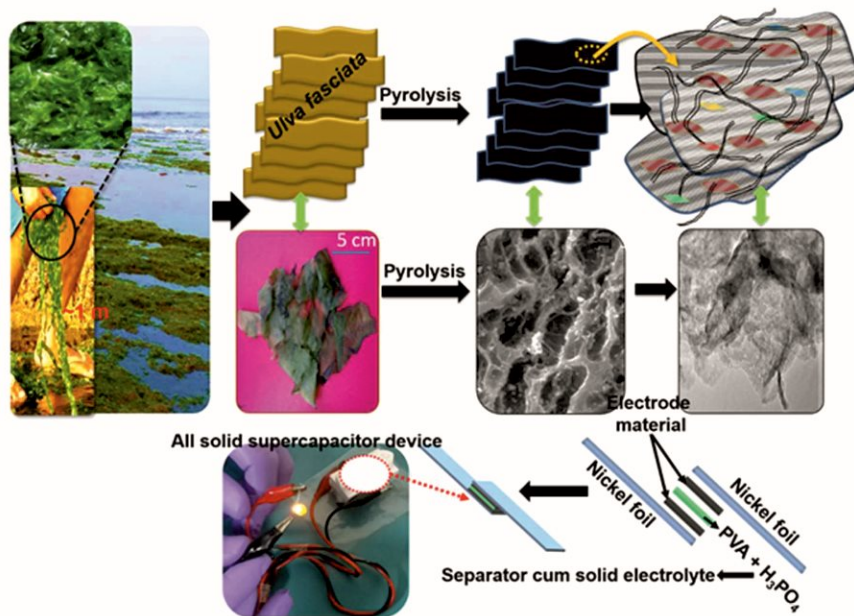


## पूर्ण ठोस सुपरकैपेसिटर उपकरणों के लिए अल्वा फैसियेटा से प्राप्त स्व-डोप्ड कार्बन नेटवर्क

### Self-doped carbon network derived from *Ulva fasciata* for all-solid supercapacitor devices

इलेक्ट्रिक वाहनों की बढ़ती मांग के साथ पोर्टेबल और पहनने योग्य इलेक्ट्रॉनिक्स की मांग में वृद्धि के कारण हल्के, उच्च ऊर्जा और वैद्युत घनत्व के साथ मजबूत विद्युत स्रोतों की मांग में तेजी से वृद्धि हुई है। इस क्षेत्र में हमने अल्वा फैसियेटा की एक दूसरे से जुड़े नैनोछिद्रित कार्बन में रूपांतरण की एकल-चरण प्रक्रिया प्रदर्शित की है। समुद्र-उत्पन्न हरे बायोमास के पाइरोलिसिस के परिणामस्वरूप स्वतः-स्फूर्त रूप से हेटेरोएटम-डोप्ड वैद्युतरासायनिक रूप से सक्रिय ग्रेफीन नैनोकम्पोजिट प्राप्त हुआ। वर्तमान अध्ययन एक सरल और आसानी से स्केलेबल इलेक्ट्रोड पदार्थ उत्पादन की रूपरेखा का उल्लेख करता है, जिसके परिणामस्वरूप एक डबल लेयर स्टोरेज तंत्र के माध्यम से अपेक्षाकृत उच्च और स्थिर विशिष्ट

The surging growth of portable and wearable electronics along with increasing demand for electric vehicles has led to an exponential increase in the demand for light weight, robust power sources with high energy and power density. Here, we demonstrate a single-step conversion process of seaweed *Ulva fasciata* to interconnected nanoporous carbon. Pyrolysis of marine origin green biomass resulted in inherently heteroatom-doped electrochemically active graphene nanocomposite. Present study outlines a simple and easily scalable electrode material production which resulted in a relatively high and stable specific capacitance through a



**चित्र:** अल्वा फैसियेटा से प्राप्त विलायक-मुक्त नैनोछिद्रित कार्बन इलेक्ट्रोड पदार्थ और डबल-लेयर चार्ज-स्टोरेज मैकेनिज्म के माध्यम से स्थिर धारिता के लिए इसके अनुप्रयोग।

**Figure:** Solvent-free nanoporous carbon electrode material derived from *Ulva fasciata* and its applications towards stable capacitance through a double-layer charge-storage mechanism.



वैद्युत धारिता प्राप्त होती है। पाइरोलाइज्ड नमूनों के लिए 800°C (UF-800) पर भौतिक गुणों और अनुप्रयोग के बीच उत्तम सहक्रियता के साथ, ताप निर्भर आकारिकी और भिन्नता देखी गई। इलेक्ट्रोड पदार्थ की भौतिक विशेषताएँ, लगभग 9100 mS/m की उच्च विद्युत चालकता और 376 m<sup>2</sup>/g से अधिक के BET सतह क्षेत्र को दर्शाती हैं। H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-PVA फिल्म का विभाजक-सह-इलेक्ट्रोलाइट तथा UF-800 का वैद्युतसक्रिय पदार्थ के रूप में उपयोग कर एक पूर्ण ठोस सुपरकैपेसिटर उपकरण, 10 kW/kg के वैद्युत घनत्व के साथ 330 F/g से अधिक का उच्च ग्रेविमेट्रिक धारिता प्रदर्शित करता है। इसके अलावा, सममित दो इलेक्ट्रोड सुपरकैपेसिटर, आदर्श विद्युत डबल लेयर्ड कैपेसिटिव व्यवहार को 5000 चक्र (97.5% कैपेसिटेंस रिटेंशन) तक स्थिर प्रदर्शित करता है। ग्रेविमेट्रिक कैपेसिटेंस में 2.5% के मामूली क्षरण के साथ 5 A/g पर 200 F/g की एक उच्च धारिता, समग्र दीवारों की उच्च विद्युत चालकता और पायरोलिसिस के दौरान माइक्रो और नैनो-पोर्स की अभिसंधितता को दर्शाता है।

double layer charge storage mechanism. Temperature dependent morphology and texture variation was observed for the pyrolyzed samples, with best synergy between physical properties and application achieved at 800°C (UF-800). The physical characteristics of electrode material highlights high electrical conductivities of ~9100 mS/m and BET surface area of >376 m<sup>2</sup>/g. An all-solid supercapacitor device using H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-PVA film as separator-cum-electrolyte and UF-800 as electroactive material exhibited high gravimetric capacitance of >330 F/g with a power density of 10 kW/kg. Further, the symmetrical two electrode supercapacitor demonstrate ideal electrical double layer capacitive behavior stable up to 5000 cycles (97.5% capacitance retention). A high capacitance of ~200 F/g at 5 A/g with a nominal loss of 2.5% in gravimetric capacitance reflects the collusiveness of high electrical conductivity of the composite walls and the micro and nano-pores created during pyrolysis.

ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 07 (2019) 174–186

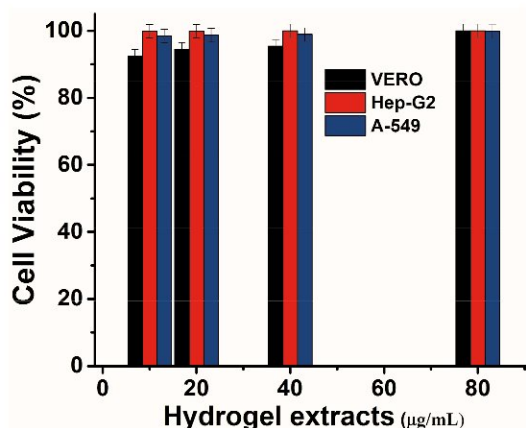
## एंटीकैंसर दवा के नियंत्रित रिलीज के लिए आयनिक कार्बोक्सिमेथाइल अंगरोज-आधारित pH-अनुक्रियाशील स्मार्ट सुपरअवशोषी हाइड्रोजेल

### Anionic carboxymethylagarose-based pH-responsive smart superabsorbent hydrogels for controlled release of anticancer drug

तीव्र माइक्रोवेव असिस्टेड ग्राफ्टिंग तकनीक के माध्यम से पॉलीएक्रिलामाइड (PAm) के साथ आयनिक और जल घुलनशील कार्बोक्सिमेथाइल अंगरोज (CMA) का उपयोग करके सुपरअवशोषी हाइड्रोजेल (CMA-g-PAm) पदार्थ के विनिर्माण का प्रदर्शन किया गया। फूलान के स्वभाव और ग्राफ्टिंग मापदंडों पर इनिशिएटर, क्रॉसलिंकर और मोनोमर के प्रभावों की पूरी जांच की गई। परिणामी हाइड्रोजेल के फूलने के व्यवहार से उसके उत्कृष्ट pH और लवण अनुक्रियाशील व्यवहार का पता चलता है। इस तरह से निर्मित हाइड्रोजेल की दवा वितरण अनुप्रयोग में संभावित उपयोग का पता लगाने के

The preparation of superabsorbent hydrogel (CMA-g-PAm) materials using anionic and water soluble carboxymethylagarose (CMA) with polyacrylamide (PAm) through rapid microwave assisted grafting technique is demonstrated. Effects of initiator, crosslinker, and monomer on the swelling behavior and grafting parameters have been thoroughly investigated. The swelling behavior of the resulting hydrogels revealed excellent pH and salt responsive behavior. The drug delivery application of thus fabricated hydrogel was





चित्र: Dox मुक्त हाइड्रोजेल अर्क (HK11) के साथ प्रशोधन के बाद VERO, A549, और HepG2 कोशिकाओं की कोशिका व्यवहार्यता।

Figure: Cell viability of VERO, A549, and HepG2 cells after treatment with Dox-free hydrogel extracts (HK11).

लिए मॉडल दवा के रूप में डॉक्सोरोबिसिन (Dox) का उपयोग करके मूल्यांकन किया गया। रिलीज के अध्ययन के परिणामों से पता चला कि 7.4 से 5.0 तक pH में कमी से डॉक्स रिलीज काफी तेज हुई। विषाक्तता अध्ययनों ने पुष्टि की कि रिक्त हाइड्रोजेल में सामान्य कोशिकाओं (VERO) के लिए विषाक्तता नगण्य थी, जबकि Dox-लोडेड हाइड्रोजेल A549 और Hep-G2 कैंसर कोशिकाओं के लिए कोशिकीय विषाक्तता में उच्च रहे। इन सभी विशेषताओं ने प्रमाणित किया कि नया प्रस्तावित हाइड्रोजेल (HK11) कैंसर उपचार के लिए संभावित दवा वितरण प्लेटफॉर्म के रूप में कार्य करता है।

further evaluated using doxorubicin (Dox) as a model drug to explore its possible applications. Release study results revealed that Dox release was significantly accelerated with decrease in pH from 7.4 to 5.0. Toxicity assays confirmed that the blank hydrogels had negligible toxicity to normal cells (VERO), whereas the Dox-loaded hydrogels remained high in cytotoxicity for A549 and Hep-G2 cancer cells. All of these attributes implied that the new proposed hydrogel (HK11) serves as potential drug delivery platforms for cancer therapy.

International Journal of Biological Macromolecules, 124, 2019, 1220-1229

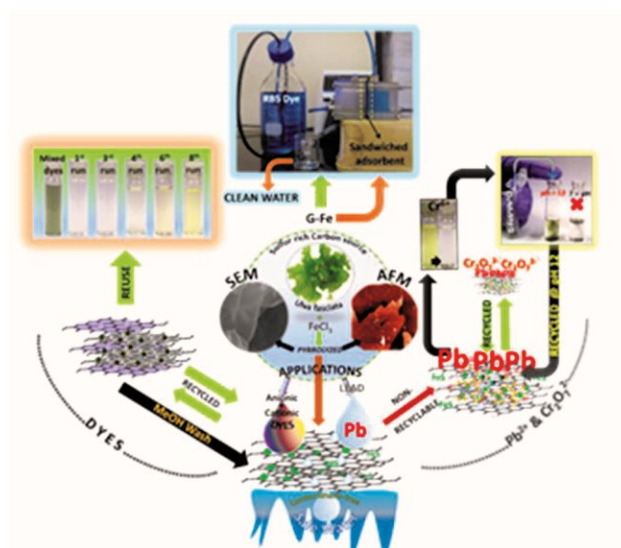
## डाई और भारी धातुओं को हटाने के लिए समुद्री शैवाल व्युत्पन्न ग्रेफीन

### Seaweed-derived graphene for the removal of dyes and heavy metals

यहां हम समुद्री शैवाल बायोमास (अल्वा फैसिएटा) के एकल चरण पायरोलिसिस के माध्यम से FeS/Fe(O) कार्यात्मक ग्रेफीन नैनोकॉम्पोजिट (G-Fe) के उत्पादन के लिए एक सरल और विलायक मुक्त सिंथेटिक मार्ग प्रदर्शित करते हैं। यह प्रस्तावित है कि समुद्री शैवाल में अकार्बनिक और कार्बनिक सल्फर दोनों की प्राकृतिक प्रचुरता ऊंचे तापमान पर एक्सफोलिएटेड ग्रेफाइटिक शीट के अपचयन को प्रेरित करती है। FeCl<sub>3</sub> को लोहे के पूर्वगामी के साथ-साथ टेम्पलेटिंग एजेंट के रूप में प्रयुक्त किया गया था। आयरन डोपिंग ने एक्सफोलिएटिंग के साथ-साथ सक्रियण एजेंट की

Here we demonstrate, a simple and solvent-free synthetic route for the production of FeS/Fe(O) functionalized graphene nanocomposite (G-Fe) via a one-step pyrolysis of seaweed biomass (*Ulva fasciata*). It is proposed that the natural abundance of both inorganic and organic sulfur in the seaweed induces the reduction of exfoliated graphitic sheets at elevated temperatures. FeCl<sub>3</sub> was employed both as the iron precursor as well as the templating agent. Iron doping played a dual-faceted role of exfoliating as well as activating agent, producing composite with

high adsorption capacity for  $\text{Pb}^{2+}$  ( $645 \pm 10 \text{ mg/g}$ ), CR ( $970 \text{ mg/g}$ ), CV ( $909 \text{ mg/g}$ ), MO ( $664 \text{ mg/g}$ ), MB ( $402 \text{ mg/g}$ ) dyes and good recyclability (8 cycles).  $\text{Pb}^{2+}$  adsorption was irreversible even at low pH values and the spent composite (G-Fe-Pb) was utilized for efficient Cr(IV) removal ( $100 \text{ mg/g}$ ). The adsorption data followed the pseudo second order kinetics while the equilibrium data fitted perfectly into the Langmuir adsorption equation. Further, a thin layer of composite was deposited on a filter paper by vacuum filtration which was tested under continuous filtration mode for RB5 dye removal. Preliminary results highlight the potential of this composite to be used in pretreatment steps in hybrid membrane processes for filtration of complex wastewater feeds.



**Figure:** FeS/Fe(o) functionalized graphene nanocomposite (G-Fe) and the aforementioned application towards adsorptive removal of several pollutants.



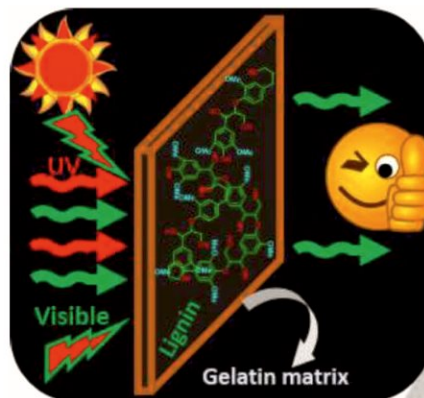
## यूवी-परिरक्षण अनुप्रयोगों के लिए आयनिक तरल पदार्थ Ionic liquids materials for UV-shielding applications

यूवी लाइट मानव स्वास्थ्य, पेंट, प्लास्टिक और सौंदर्य प्रसाधनों पर इसके प्रतिकूल प्रभाव के लिए जानी जाती है। सनस्क्रीन के अधिकांश नियमनों में कार्बनिक यौगिक होते हैं वे भी हानिकारक होते हैं। इसलिए, पर्यावरण अनुकूल यूवी परिरक्षण पदार्थ विकसित करने की काफी आवश्यकता है। इन कमियों को दूर करने के लिए, एकल पॉट संश्लेषण द्वारा तैयार जैव-आधारित आयनिक तरल द्वारा स्थिर एक जिलेटिन-लिग्निन यूवी-परिरक्षण फिल्म तैयार की गयी जो  $\approx 45.0$  तक का सूरज-संरक्षण कारक (एसपीएफ),  $\approx 200\%$  तक वृद्ध दीर्घाकरण और  $\approx 70$  एमपीए तक तन्यता शक्ति प्रदर्शित करती है जो जैविक पॉलिमरिक फिल्मों द्वारा प्रदर्शित स्तर तक अच्छे हैं और यूवी प्रकाश अवरुद्धन के लिए एक आशाजनक अक्षय-संसाधन-आधारित पदार्थ का संकेत देते हैं। उत्कृष्ट यांत्रिक गुणों वाली यह फिल्म रोगाणुरोधी गुणों को भी प्रदर्शित करती है।

UV light is known for its adverse effects on human health, paint, plastic and cosmetics. Most of the sunscreen formulations contain organic compounds which are also harmful. Therefore, there is a considerable interest in developing environment friendly UV shielding materials. To address these drawbacks, a gelatin-lignin UV-shielding film stabilized by bio-based ionic liquid prepared by one pot synthesis shows a sun-protection factor (SPF) of up to  $\approx 45.0$ , large elongation  $\approx 200\%$ , and tensile strength  $\approx 70$  MPa, which are as good as those values exhibited by org. polymeric films, indicating a promising renewable-resources. based material for UV light blocking. This film with excellent mechanical properties also shows antimicrobial properties.

**चित्र:** जैव-आधारित आयनिक तरल द्वारा स्थिर जिलेटिन-लिग्निन फिल्म से विकसित एक यूवी-परिरक्षण पदार्थ।

**Figure:** A UV-shielding material developed from Gelatin-lignin film stabilized by bio-based ionic liquid.



Chem. Eur. J. 25 (2019) 1269-1274

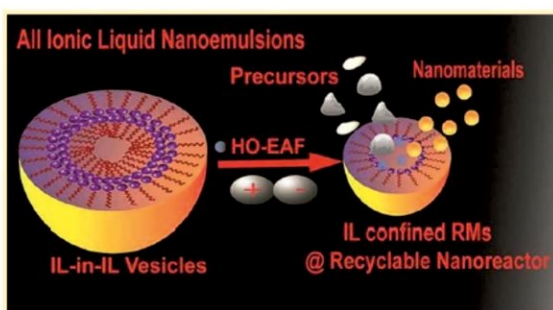
## नैनोरेक्टर के रूप में आयनिक तरल आधारित नैनोइमल्शन Ionic liquid based nanoemulsions as nanoreactors

सभी आयनिक तरल घटकों (हाइड्रोफिलिक, सतह सक्रिय और हाइड्रोफोबिक) से युक्त नैनोइमल्शन का निर्माण किया

Nanoemulsions comprising all ionic liquid components (hydrophilic, surface active, and hydrophobic) have been constructed which

गया जो कई विपरीत गुणों जैसे कि स्वस्फूर्त गठन, उष्मागतिकी स्थिरता और आइसोट्रोपिक प्रकृति, ध्रुवीय माध्यम सान्द्रता में वृद्धि के साथ बूंदों के आकार में कमी और उच्च तापीय और गतिकीय स्थिरता को दर्शाता है। ये नैनोइमल्शन, धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क/ लाइट हार्वेस्टिंग हाइब्रिड सिस्टम जैसे उपयोगकर्ता अनुकूल पदार्थों के संश्लेषण के लिए पुनरावर्तनीय नैनोरिएक्टर के रूप में व्यवहार करते हैं।

shows several contrasting properties such as spontaneous formation, thermodynamic stability and isotropic nature, decrease of droplet size with increase in polar medium concentration and high thermal and kinetic stability. These nanoemulsions behave as recyclable nanoreactors for user-friendly synthesis of materials such as metal-organic frameworks/light harvesting hybrid systems.



चित्र: सभी आयनिक तरल घटकों (हाइड्रोफिलिक, सतह सक्रिय, और हाइड्रोफोबिक) से युक्त नैनोइमल्शन पुनरावर्तनीय नैनोरिएक्टर के रूप में व्यवहार करते हैं।

**Figure:** Nanoemulsions comprising all ionic liquid components (hydrophilic, surface active, and hydrophobic) behave as recyclable nanoreactors.

Langmuir 34 (2018) 10081-10091

### विषाक्त धातु आयनों के साथ बाईसल्फाइट आयनों का संसूचन और निष्कासन की दिशा में एक गैर-कीमोडोसिमेट्रिक प्रतिदीप्ति प्रोब के रूप में कार्यात्मक मेसोपोरस सिलिका

#### Functionalized mesoporous silica as a non-chemodosimetric fluorescence probe towards detection and removal of bisulfite anions along with toxic metal ions

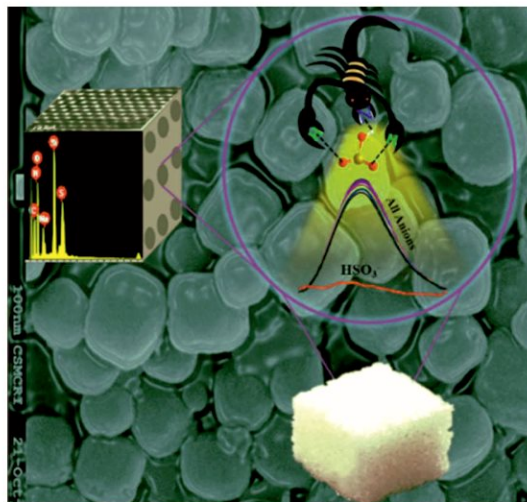
एटीमाइक्रोबियल और एटीऑक्सीडेंट गुणों के कारण खाद्य और पेय उद्योगों में संरक्षक के रूप में बाईसल्फाइट्स व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं, लेकिन वे मानव स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए खतरा हैं। इसी तरह, धातु आयन जैसे  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , और  $\text{Zn}^{2+}$  भी विषैले और पर्यावरणीय खतरा हैं। हालांकि, बाईसल्फाइट्स के लिए अधिकांश सेंसर कीमोडोसिमेट्रिक प्रोब हैं, जो अउत्क्रमणीय हैं और एक शुद्ध जलीय प्रणाली में पूर्ण चयनात्मकता, पुनरावर्तनीयता और घुलनशीलता जैसी कमियों वाले हैं। उपरोक्त कमियों को दूर करने और संवेदन व निष्कर्षण के दोहरे कार्यों को लागू करने के लिए, एक कार्यात्मक मेसोपोरस सिलिका को संश्लेषित किया गया। यह पदार्थ बाईसल्फाइट्स

Bisulfites are widely used as preservatives for food and beverage industries due to antimicrobial and antioxidant properties, but they possess a threat to human health and environment. Similarly, metal ions like  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , and  $\text{Zn}^{2+}$  are also toxic and of environmental concern. However, most of the sensors for bisulfites are chemodosimetric probes, which are irreversible and having drawbacks of absolute selectivity, recyclability, and solubility in a pure aqueous system. To address the above drawbacks and to impart dual functions of sensing and extraction, a functionalized mesoporous silica was synthesized. This material can detect bisulfite



चित्र: शर्करा के नमूनों में  $\text{HSO}_3^-$  के स्तर के संसूचन हेतु सिलिका आधारित गैर-केमोडोसिमेट्रिक प्रतिदीप्ति प्रोब।

**Figure:** Silica based non-chemodosimetric fluorescence probe for detection of  $\text{HSO}_3^-$  levels in sugar samples.



(LOD: 64 पीपीबी) और क्रमशः 873, 630, 633, 633 260, और 412 मिलीग्राम प्रतिग्राम की अधिशोषण क्षमता के साथ  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , और  $\text{Zn}^{2+}$  (LOD: 126, 95, 14, और 27 ppb, क्रमशः) जैसे विषैले धातु आयनों का संसूचन कर सकती। अधिशोषण, स्ट्रिपिंग और पुनरावर्तनीयता अध्ययन के साथ-साथ स्पेक्ट्रोस्कोपिक अध्ययन से पता चलता है कि यह पदार्थ इन विषैले विश्लेषणों के लिए एक पुनरावर्ती संवेदी सह अधिशोषण पदार्थ है। इसके अलावा, इस पदार्थ का उपयोग विभिन्न शर्करा नमूनों में  $\text{HSO}_3^-$  स्तर के संसूचन हेतु एक संवेदनशील जांच पदार्थ के रूप में किया जा सकता है।

anion (LOD: 64 ppb) and toxic metal ions like  $\text{Hg}^{2+}$ ,  $\text{Cd}^{2+}$ ,  $\text{Cu}^{2+}$ , and  $\text{Zn}^{2+}$  (LOD: 126, 95, 14, and 27 ppb, respectively) with adsorption capacities of 873, 630, 633, 260, and 412  $\text{mg g}^{-1}$ , respectively. Spectroscopic studies along with adsorption, stripping, and regeneration studies reveal that this material is a recyclable sensory cum adsorbent material for these toxic analytes. Also, this material can be used as a sensitive probe material for detection of  $\text{HSO}_3^-$  levels in various sugar samples.

Adv. Funct. Mater. 28 (2018) 1704726

### सुपरहाइड्रोफोबिक स्तरित डबल हाइड्रॉक्साइड के माध्यम से तेल / जल पृथक्करण विभिन्न सबस्ट्रेट्स पर तद्-स्थाने वृद्धि

#### Oil/water separation through the superhydrophobic layered double hydroxide in-situ growth on various substrates

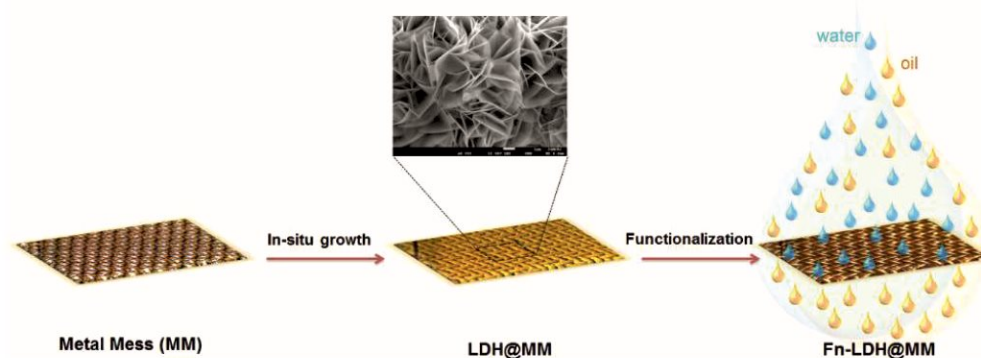
तेल-जल पृथक्करण प्रक्रिया के कुशल प्रशोधन के लिए, >50 बार के पुनः उपयोग की क्षमता के साथ, विभिन्न सपोर्ट (जैसे मेटल मेश, पॉलीमर फैब्रिक, स्क्रबर, और कॉटन) पर तद्-स्थाने वर्धित माइक्रोस्ट्रक्चर सतह कार्यात्मक डबल हाइड्रॉक्साइड (LDH) विकसित की गई। यह परिणामी सतह सुपरहाइड्रोफोबिक और  $96.9 \pm 1.9\%$  से अधिक की

Developed an in-situ growth microstructured surface functionalized layered double hydroxide (LDH) on various supports (such as metal mesh, polymer fabric, scrubber, and cotton) for the efficient treatment of oil-water separation process, with a reuse capability of >50 times. This resulting surface is



पृथक्करण दक्षता वाली है, जिसमें विभिन्न तेलों/ कार्बनिक विलायकों जल के मिश्रण जैसे गैसोलीन, डीजल, केरोसीन, पेट्रोलियम ईथर, टोल्यूनि, हेक्सेन, टरबाइन तेल, ट्रांसफार्मर तेल, सोयाबीन तेल, इंजन तेल, कार्बन टेट्राक्लोराइड, क्लोरोफॉर्म, और पानी / तेल मिश्रण के साथ 50/50 wt% की शुद्धता >99.5 % से उच्च है।

superhydrophobic and separation efficiency is more than  $96.9 \pm 1.9$  % with a high purity of >99.5 % for the different oils/organic solvents water mixtures such as gasoline, diesel, kerosene, petroleum ether, toluene, hexane, turbine oil, transformer oil, soyabean oil, engine oil, carbon tetrachloride, chloroform, and dichloromethane with water/oil mixture of 50/50 wt%.



**चित्र:** तेल के पृथक्करण के लिए विभिन्न सपोर्ट पर माइक्रोस्ट्रक्चर सतह कार्यात्मक स्तरित डबल हाइड्रॉक्साइड (LDH)।  
**Figure:** Microstructured surface functionalized layered double hydroxide (LDH) on various support for oil water separation.

## विद्युत रासायनिक जल-विघटन के लिए दक्ष विद्युत सक्रिय उत्प्रेरक का विकास

### Developing efficient electroactive catalyst for electrochemical water splitting

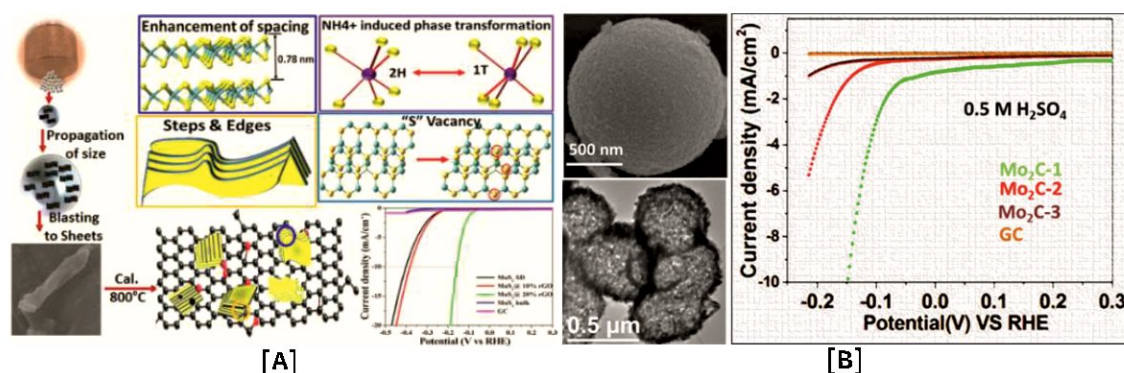
हाल के वर्षों में, हाइड्रोजन पारंपरिक जीवाश्म ईंधन को प्रतिस्थापित करने के लिए आदर्श अगली पीढ़ी के ऊर्जा स्रोत के रूप में उभरा है, क्योंकि यह अक्षय, स्वच्छ और उच्च ऊर्जा घनत्व ईंधन है। विद्युत उत्प्रेरक के माध्यम से हाइड्रोजन उद्भव प्रतिक्रिया (HER) के द्वारा हाइड्रोजन की उत्पत्ति एक महत्वपूर्ण और आकर्षक रणनीति है। यह अक्षय ऊर्जा, जैसे, सौर, पवन के साथ युगल का अवसर प्रदान करती है। हालांकि, व्यावहारिक कार्यान्वयन, सीमित संसाधन और सबसे प्रभावी कुशल HER विद्युतउत्प्रेरक-Pt की उच्च कीमत के कारण बाधित होता है। Pt मुक्त, कुशल और सस्ते HER विद्युतउत्प्रेरक को विकसित करने की दिशा में, हमने नवीन मोलिब्डेनम डाईसल्फाइड-अपचयित ग्रेफीन ऑक्साइड ( $\text{MoS}_2$ -rGO) द्विआयामी (2D) नैनोकंपोजिट

Recent years, hydrogen has been emerged as ideal next generation energy source to replace traditional fossil fuels, as it is renewable, clean and high energy density fuel. Generation of hydrogen through electro catalytic hydrogen evolution reaction (HER) is an important and attractive strategy. It also offer the opportunity to couple with renewable energy, e.g., solar, wind. However, practical implementations has been hindered reasonably owing to the limited resource and high price of Pt, the most effective state-of-art HER electrocatalysts. In the direction to develop Pt free efficient and cheap HER electrocatalyst, we have developed novel molybdenum disulphide -reduced graphene



शीट को समांगी रूप से विखरित 4-8 क्रमबद्ध 5-15 nm  $\text{MoS}_2$  शीट्स को rGO पर विकसित किया है। हमने NiO और पोरस कार्बन शामिल  $\beta\text{-Mo}_2\text{C}$  खोखले गोलों को भी विकसित किया है जो सक्रिय विद्युतउत्प्रेरक के रूप में कार्य करता है।  $\text{MoS}_2$ -rGO कंपोजिट उत्कृष्ट विद्युत-उत्प्रेरित HER क्रियाशीलता को प्रदर्शित करता है और 168 mV पर  $10 \text{ mA/cm}^2$  का विद्युतधारा-घनत्व दिखाया, टॉफल ढाल  $62 \text{ mV/dec}$  जितना छोटा था और इसकी क्रियाशीलता

oxide ( $\text{MoS}_2$ -rGO) two-dimensional (2D) nanocomposite sheet with homogeneously dispersed 4-8 stacked 5-15 nm  $\text{MoS}_2$  sheets on rGO. We have also developed NiO and porous carbon incorporated  $\beta\text{-Mo}_2\text{C}$  hollow sphere as active electrocatalyst. The  $\text{MoS}_2$ -rGO composite exhibit excellent electro-catalytic HER activity and showed a current density of  $10 \text{ mA/cm}^2$  at 168 mV, a Tafel slope as small as  $62 \text{ mV/dec}$ , >98% activity retention after 1000 cycles. The synthesized  $\beta\text{-Mo}_2\text{C}$  with an



चित्र: [A] अनावृत्त  $\text{MoS}_2$  और  $\text{MoS}_2$ -rGO नैनोकॉम्पोजिट शीट और इसके दोषों के लिए सिंथेटिक नीति का विकास। [B] विद्युतउत्प्रेरकीय हाइड्रोजन के विकास के लिए पोरस कार्बन समाविष्ट  $\beta\text{-Mo}_2\text{C}$  खोखला गोला।

**Figure:** [A] Developed synthetic strategy for bare  $\text{MoS}_2$  and  $\text{MoS}_2$ -rGO nanocomposite sheets and corresponding Defects. [B] Porous carbon incorporated  $\beta\text{-Mo}_2\text{C}$  hollow sphere for electrocatalytic hydrogen evolution.

प्रतिधारण 1000 चक्रों के बाद भी 98% से अधिक है। एक इष्टतम कार्बन लोडिंग के साथ संश्लेषित  $\beta\text{-Mo}_2\text{C}$  का विद्युतधारा-घनत्व, 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  में इलेक्ट्रोकेमिकल हाइड्रोजन उद्भव (HER) के लिए 146 mV के कम ओवरपोटेंशियल पर  $90 \text{ mV dec}^{-1}$  के एक छोटे टॉफल ढाल के साथ  $10 \text{ mA/cm}^2$  धारा घनत्व तक पहुँच जाता है।

optimal carbon loading reaches  $10 \text{ mA/cm}^2$  current density at a low overpotential of 146 mV with a small tafel slope of  $90 \text{ mV dec}^{-1}$  for the electrochemical hydrogen evolution (HER) in 0.5 M  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

## $\text{CO}_2$ के फर्मिक अम्ल में हाइड्रोजिनेशन के लिए $\text{ZrO}_2$ आधारित ठोस उत्प्रेरक की एक श्रृंखला का संश्लेषण

### Synthesis of a series of $\text{ZrO}_2$ based solid catalysts for $\text{CO}_2$ Hydrogenation to Formic acid

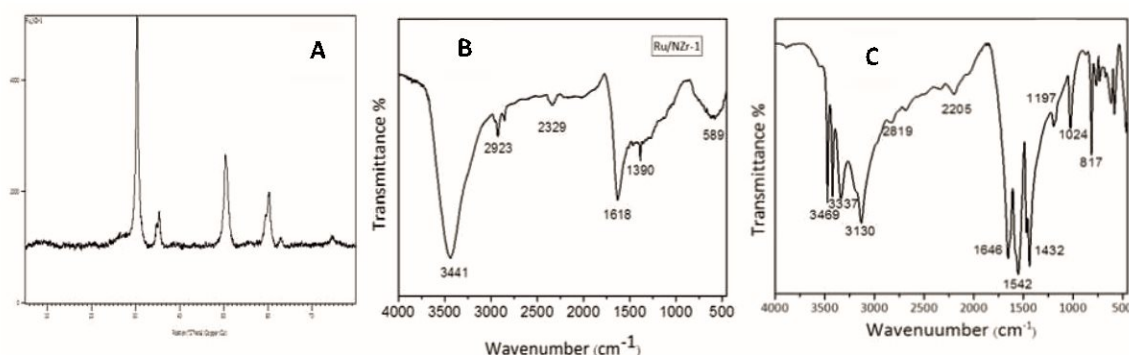
पिछले अध्ययन की निरंतरता में,  $\text{ZrO}_2$  आधारित नमूनों की एक श्रृंखला नाइट्रोजन (N/ $\text{ZrO}_2$ ) के साथ क्रियाशीलता द्वारा

In continuation of previous study, a series of  $\text{ZrO}_2$  based samples were prepared by



तैयार की गई, जो अब तक रिपोर्ट नहीं की गई है। नमूनों को सॉल-जेल, अवक्षेपण, भौतिक पिसाई, संसेचन तकनीकों और  $\text{ZrOCl}_2 / \text{Zr}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4 / \text{Et}_3\text{N} / \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$  को स्रोत के रूप में अलग-अलग सिंथेटिक प्रोटोकॉल के साथ तैयार किया गया और Ru (1-6 wt%) के साथ लोड किया गया। पूर्ववर्ती के रूप में स्टार्च का उपयोग करके कार्बन आधारित पदार्थ भी अम्ल के बिना और अम्ल के साथ प्रशोधन द्वारा तैयार किये गए।

functionalization with nitrogen ( $\text{N/ZrO}_2$ ), which have not been reported so far. The samples were prepared with varying synthetic protocols using sol-gel, precipitation, physical grinding, impregnation techniques, and  $\text{ZrOCl}_2 / \text{Zr}(\text{OC}_3\text{H}_7)_4 / \text{Et}_3\text{N} / \text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$  as source, and were loaded with Ru (1-6 wt%). Carbon based materials were also prepared with acid and without acid treatment using starch as a precursor. Among all prepared



**चित्र:** 1% Ru / N /  $\text{ZrO}_2$ -1 उत्प्रेरकका लक्षण-वर्णन (a) PXRD, (b) FT-IR स्पेक्ट्रम और (c) की शुद्ध अमाइन अणु ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ ) की एफटी-आईआर स्पेक्ट्रम।

**Figure:** Characterisation of 1%Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1catalyst (a) PXRD, (b) FT-IR spectrum of and (c) FT-IR spectrum of pure amine molecule ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ ).

सभी तैयार किए गए उत्प्रेरकों में, 1% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1 ने फॉर्मिक एसिड (4.5 मिलीमोल) की उच्चतम निर्माण दिखाया। उत्प्रेरक के पीएक्सआरडी (चित्र-अ) से पता चलता है कि अमाइन अणु ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ ) और Ru लोडिंग के साथ क्रिया के बाद  $\text{ZrO}_2$  की टेट्रागोनल क्रिस्टलीय संरचना बरकरार है। एफटी-आईआर स्पेक्ट्रम (चित्र-ब) से पता चलता है कि अमाइन अणु ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ )  $\text{ZrO}_2$  सतह के साथ अच्छी तरह से फैला हुआ है जैसा कि  $\text{vNH}_2$  बैंड के लोप होने से संकेत मिलता है, जो शुद्ध अमाइन अणु में 3469, 3337, 3130  $\text{cm}^{-1}$  पर मौजूद था (चित्र-स); हालाँकि,  $\delta\text{NH}_2$  और  $\text{vCN}$  क्रमशः 1618 और 1390  $\text{cm}^{-1}$  पर देखे गए।  $\text{v}_{\text{OH}}$  के लिए 3441  $\text{cm}^{-1}$  पर एक व्यापक बैंड और  $\text{v}_{\text{C-H}}$  के लिए 2923  $\text{cm}^{-1}$  पर छोटी श्रृंग भी मौजूद थी। तात्विक विश्लेषण इस प्रकार है:

catalysts, 1% Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1 showed highest yield of formic acid (4.5 mmol). PXRD (Fig a) of the catalyst shows that tetragonal crystalline structure of  $\text{ZrO}_2$  remains intact after functionalization with amine molecule and Ru loading. The FT-IR spectrum (Fig b) shows that the amine molecule ( $\text{C}_3\text{H}_6\text{N}_6$ ) is well dispersed with  $\text{ZrO}_2$  surface as indicated by the disappearance of  $\text{vNH}_2$  band, which was present at 3469, 3337, 3130  $\text{cm}^{-1}$  in pure amine molecule (Fig c); however,  $\delta\text{NH}_2$  and  $\text{vCN}$  was observed at 1618 and 1390  $\text{cm}^{-1}$  respectively. A broad band at 3441  $\text{cm}^{-1}$  for  $\text{v}_{\text{OH}}$  and small peak at 2923  $\text{cm}^{-1}$  for  $\text{v}_{\text{C-H}}$  was also present. The elemental analysis is as follows:  
N/ $\text{ZrO}_2$ -1: C=35.15%, H=1.72%, N=21.36%.  
Ru/N/ $\text{ZrO}_2$ -1: C=36.01%, H=2.05%, N=21.06%.





N / ZrO<sub>2</sub>-1: C = 35.15%, H = 1.72%, N = 21.36%

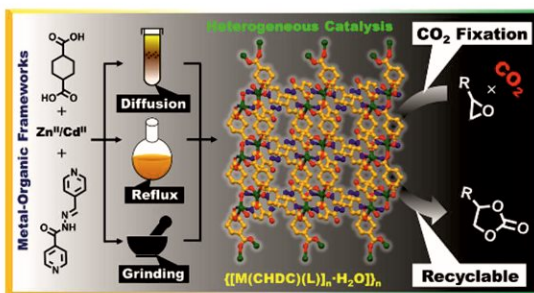
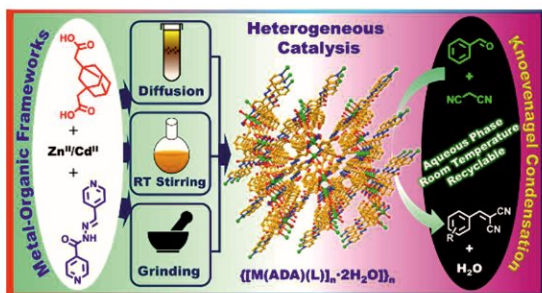
Ru / N / ZrO<sub>2</sub>-1: C = 36.01%, H = 2.05%, N = 21.06%

## नोवेनजल नोइवनजेल संघनन अभिक्रिया के लिए द्वि-लिगेण्ड Zn (II) / Cd (II) MOFs कुशल विसमांग उत्प्रेरक एवं इपोक्साइड के साथ चक्रीय संयोजन अभिक्रिया में CO<sub>2</sub> का सतत उपयोग

### Dual ligand Zn(II)/Cd(II) MOFs efficient heterogeneous catalyst for Knoevenagel Knoevenagel condensation reaction and sustainable utilization of CO<sub>2</sub> in cycloaddition reaction with epoxides

द्वि-लिगेण्ड CPs {[Zn (ADA) (L1)] · 2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP7), {[Cd(ADA) (L1)] · 2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP8) जिसमें लचीला 1,3-एडामेंटानैडिसिटिक एसिड (H<sub>2</sub>ADA) / शामिल है पाइरिडिल आधारित शिफ बेस लिगेण्ड, 4-पाइरिडिलकार्बोक्सालिहाइड आइसोनिकोटिनोइलहाइड्राजोन (L1) लिंकर्स के रूप में संश्लेषित और लक्षण-वर्णित किए गए और अच्छे उत्पादन और जलीय मीडिया में परिवेशी प्रतिक्रिया स्थितियों के तहत पुनरावर्तन के साथ सबस्ट्रेट की विविधता के लिए नोइवनजेल संश्लेषण प्रतिक्रिया में एक कुशल उत्प्रेरक के रूप में इस्तेमाल किये गए

Dual ligand CPs {[Zn(ADA)(L1)]·2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP7), {[Cd(ADA)(L1)]·2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> (CP8) involving flexible 1,3-adamantanediacyetic acid (H<sub>2</sub>ADA)/ pyridyl based Schiff base ligand, 4-pyridylcarboxaldehyde isonicotinoylhydrazone (L1) as linkers has been synthesised and characterized and used as an efficient catalysts in Knoevenagel condensation reaction for variety of substrates with good yields and recyclability under ambient reaction conditions in aqueous media. Lewis acidic metal centre and



चित्र: {M(ADA)(L1)}·2H<sub>2</sub>O<sub>n</sub> Cp7/Cp8, नोवेनजेल संघनन प्रतिक्रिया के लिए विषमांग उत्प्रेरक और इपोक्साइड के साथ CO<sub>2</sub> के लिए चक्रीय संयोजन के लिए {[M (CHDC) (L1)] H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> CP9/CP10 एक कुशल विषमांग उत्प्रेरक।

**Figure:** {[M(ADA)(L1)]·2H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> Cp7/Cp8 as a heterogenous catalyst for Knoevenagel condensation reaction and {[M(CHDC)(L1)]·H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> CP9/CP10 as an efficient heterogenous catalyst for CO<sub>2</sub> cycloaddition with epoxides.

लुईस अम्लीय धातु केंद्र और सीपी की L1 में एमाइड कार्यत्मकता की उपस्थिति सहायी रूप से इन उत्प्रेरक पदार्थों द्वारा कुशल संघनन प्रतिक्रिया में शामिल होते हैं।

presence of amide functionality in the L1 of the CPs cooperatively involve in the efficient condensation reaction by these catalytic materials. Two dimensional Zn(II)/Cd(II) based



द्विआयामी Zn (II)/ Cd (II) आधारित मिश्रित लिगेण्ड {[M (CHDC) (L1)]<sub>n</sub> H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> CP9 (Zn<sup>2+</sup>) और CP10 (Cd<sup>2+</sup>) जिसमें 4-पाइरिडिलकार्बोक्सालिडहाइड आइसोनिकोटिनोइलहाइड्राजोन(L1) शामिल है, लचीले 1,4-साइक्लोहेक्सेनडाईकार्बोक्सलिक अम्ल (H<sub>2</sub>CHDC) के साथ संयोजन के रूप में अनुकूलित सिंथेटिक प्रोटोकॉल द्वारा संश्लेषित किया गया। दोनों सीपी बिना किसी उल्लेखनीय नुकसान के अच्छे उत्प्रेरित रूपांतरण और पुनरावर्तन के साथ सह-उत्प्रेरक TBAB की उपस्थिति में CO<sub>2</sub> के साथ इपोकसाइड के चक्रीयसंयोजन के लिए एक उच्च सक्रिय विलायक मुक्त द्विआधारी उत्प्रेरक के रूप में उभरे।

mixed ligand CPs {[M(CHDC)(L1)]<sub>n</sub>·H<sub>2</sub>O}<sub>n</sub> CP9 (Zn<sup>2+</sup>) and CP10 (Cd<sup>2+</sup>) involving 4-pyridyl carboxaldehyde isonicotinoylhydrazon (L1) in combination with flexible 1,4-cyclohexanedicarboxylic acid (H<sub>2</sub>CHDC) as linkers has been synthesized by adaptable synthetic protocols. Both CPs emerged as a highly active solvent free binary catalyst for CO<sub>2</sub> cycloaddition with epoxides in the presence of the co-catalyst TBAB with good catalytic conversion and recyclability without significant loss of activity.

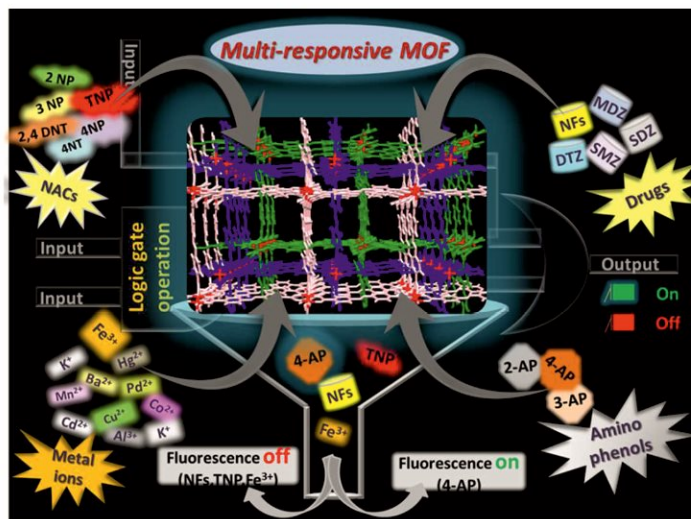
### एक पुनर्योजी स्मार्ट प्रतिदीप्त धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क में कई विषाक्त ऑर्गेनिक्स और Fe<sup>3+</sup> आयनों का अतिथि-प्रेरित अल्ट्रासोनिक संसूचन

#### Guest-induced ultrasensitive detection of multiple toxic organics and Fe<sup>3+</sup> ions in a regenerative smart fluorescent metal-organic framework

द्विकार्यात्मक, और तीन-आयामी Zn (II) –framework CSMCRI-1 के साथ -OH समूह एकीकृत bpq लिंकर, और -N=N-भाग जिसमें H<sub>2</sub>azdc लिगेण्ड शामिल है, अद्वितीय टेट्रा-संवेदक फ्लोरोसेंट प्रोब के रूप में कार्य करता है। सक्रिय MOF (1') नाइट्रोफुराजोन (NZF) एंटीबायोटिक के साथ-साथ विस्फोटक नाइट्रो-एरोमैटिक 2,6,6-ट्रिनाइट्रोफेनॉल (TNP) द्वारा अत्यंत चयनात्मक प्रतिदीप्ति शमन के लिए अब तक असूचित स्तंभ-परत ढांचे का प्रतिनिधित्व करता है, जहां दोनों इलेक्ट्रॉन रहित वैश्लेष्यों के लिए अल्ट्रासोनिक संवेदन किया जाता है। प्रभावशाली रूप से 1' ऐसे पहले MOF का प्रतिनिधित्व करता है, जो आइसोमेरिक एनालॉग्स की समवर्ती उपस्थिति में विषाक्त और इलेक्ट्रॉन समृद्ध 4-एमिनोफेनॉल (4-एपी) की महत्वपूर्ण प्रतिदीप्ति "टर्न-ऑन" का पता लगा सकता है। डेन्सिटी फंक्शनल सिद्धांत गणना इलेक्ट्रॉनिक रूप से भिन्न कार्बनिक पदार्थों द्वारा 1' के "टर्न-ऑन" या "टर्न-ऑफ" प्रतिक्रियाओं में स्तंभ कार्यक्षमता के विशिष्ट महत्व को उजागर करती है, और फ्रेमवर्क और

The dual functionalized, and three-dimensional Zn(II)-framework CSMCRI-1 with -OH group integrated bpq linker, and -N=N- moiety containing H<sub>2</sub>azdc ligand, functions as unique tetra-sensoric fluorescent probe. The activated MOF (1') represents hitherto unreported pillar-layer framework for extremely selective fluorescence quenching by nitrofurazone (NZF) antibiotic as well as explosive nitro-aromatic 2,4,6-trinitrophenol (TNP), where ultrasensitive detection is achieved for both the electron lacking analytes. Impressively, 1' represents the first ever MOF for significant fluorescence "turn-on" detection of toxic and electron rich 4-aminophenol (4-AP) in the concurrent presence of isomeric analogues. Density functional theory calculations highlight the specific importance of pillar functionalization in "turn-on" or "turn-off" responses of 1' by electronically divergent toxic organics, and provide further proof of supramolecular





**चित्र:** तीन इलेक्ट्रॉनिक रूप से विषाक्त कार्बनिक और वर्णमापक  $Fe^{3+}$  संवेदन के अतिथि-उत्तरदायी और अल्ट्रासोनिक लुमेनेसेंट का संवेदन द्विकार्यात्मक धातु-कार्बनिक ढांचा CSMCRI-1 में संपादित किया गया।

**Figure:** Guest-responsive and ultrasensitive luminescent detection of three electronically divergent toxic organics and colorimetric  $Fe^{3+}$  sensing is realized in dual-functionalized metal-organic framework CSMCRI-1.

वैश्लेष्यों के बीच सुप्रामोलेक्यूलर संबंधों का अतिरिक्त प्रमाण प्रदान करता है।  $Fe^{3+}$  एनकैप्सुलेशन पर टोस और विलयन प्रावस्था में फ्रेम के दृश्यमान रंगमितीय परिवर्तन के साथ-साथ अन्य प्रतिस्पर्धी धातु आयनों पर  $Fe^{3+}$  आयनों की लेश मात्रा द्वारा 1' की प्रदीप्ति तीव्रता का नाटकीय शमन देखा गया। सभी घातक प्रदूषकों के प्रति कई चक्रों तक 1' की संवेदन क्षमता अपरिवर्तित रहती है। संवेदन क्रिया-तंत्र, गतिशील और स्थिर शमन के साथ-साथ अनुनाद ऊर्जा हस्तांतरण (आरईटी) के कारण है, जो सैद्धांतिक अनुकार के अनुमानों का दृढ़ता से पालन करता है। दीर्घकालिक और वास्तविक समय की निगरानी को ध्यान में रखते हुए, AND साथ ही साथ OR आणविक लॉजिक गेट्स का निर्माण प्रत्येक विश्लेष्य के लिए विभेदक प्रतिदीप्ति प्रतिक्रिया के आधार पर गया जो मल्टीमोड लॉजिक ऑपरेशन के साथ स्मार्ट LMOFs को तैयार करने के लिए एक मंच प्रदान करता है।

interactions between framework and analytes. The fluorescence intensity of 1' dramatically quenches by trace amount of  $Fe^{3+}$  ions over other competing metal ions, alongside visible colorimetric change of the framework in solid and solution phase upon  $Fe^{3+}$  encapsulation. The sensing ability of 1' remains unaltered for multiple cycles towards all the lethal pollutants. The sensing mechanism is attributed to both dynamic and static quenching as well as resonance energy transfer (RET), which strongly comply with the predictions of theoretical simulations. Considering long term and real time monitoring, AND as well as OR molecular logic gates are constructed based on the discriminative fluorescence response for each analyte that provides a platform to fabricate smart LMOFs with multimode logic operations

ACS Appl. Mater. Interfaces, 11 (2019) 9042-9053



## विषयवस्तु: स्वास्थ्य संरक्षण

### Theme: Healthcare

#### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

हमारे देश की एक बड़ी जनसंख्या रोगों के समय पर निदान की कमी से पीड़ित है। इस दुखद स्थिति का एक प्रमुख कारण लागत प्रभावी उपकरणों एवं प्रौद्योगिकियों का अभाव है। परिणामस्वरूप, भारत में किफायती स्वास्थ्य उत्पादों की मांग तीव्र गति से बढ़ रही है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई में विभिन्न रोगों से जुड़े बायोमार्करों के लिए ऑप्टिकल और विद्युतरसायनिक सेंसर के साथ-साथ पूरक उपकरणों के विकास हेतु सतत प्रयास किए जा रहे हैं। इस संस्थान में वैज्ञानिकों का एक समूह स्वास्थ्य सेवा क्षेत्र के लिए स्वदेशी किट और / या उपकरणों के विकास में अंतर्हीन कार्य कर रहा है। हमारे पास विभिन्न टीआरएल पर सेंसर हैं, जो परीक्षण स्थल पर उपयोग हेतु सहायक हो सकते हैं। उदाहरण के लिए, हमारे पास सिस्टीन, होमोसिस्टीन, ग्लूटाथायोन, हाइपोक्लोरोस एसिड, नाइट्रोक्विसल, Cr (III) और स्परमीन के लिए सेंसर हैं, जो विभिन्न रोगों, विशेष रूप से हृदय रोग (सीवीडी), ऑक्सीडेटिव तनाव, कैंसर, मधुमेह, आदि के मार्कर के रूप में स्थापित हैं। इनमें से कुछ ऑप्टिकल किट व्यावसायीकरण के लिए तैयार हैं और कुछ वर्तमान में नैदानिक परीक्षणों के अधीन हैं। संस्थान ने किसी भी जल के नमूने में बैक्टीरिया का पता लगाने वाली एक किट विकसित की है जिसकी प्रौद्योगिकी एक एक्वाकल्चर कंपनी को हस्तांतरित कर दी गई है। इसके अलावा, हमारे पास प्लास्टिक चिप इलेक्ट्रोड (PCE) नामक एक पेटेंटेड इलेक्ट्रोड प्लेटफॉर्म भी है, जो बायोसेंसिंग के प्लेटफॉर्म जैसे स्क्रीन-प्रिंटेड इलेक्ट्रोड का क्रमानुयायी है। हमने टाइप-2 डायबिटीज और अनेकों प्रकार के ट्यूमर के शुरुआती चरण में ही पता लगाने वाले पीसीई-आधारित इलेक्ट्रोकेमिकल सेंसर विकसित किए हैं। कई शोध क्षेत्रों जैसे ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स, नैनोमेडिसिन, बायो- / केमो-सेंसर्स, सरफेस कोटिंग आदि के लिए कार्यात्मक नैनो-मेटेरियल्स ने अत्यधिक रुचि हासिल की है। इस दिशा में, संस्थान के पास विभिन्न कार्यात्मक नैनोस्ट्रक्चर (सबस्ट्रेट पर नैनोडोर्स का व्यवस्थित व्यूहन, बहुलक नैनोकण, संकर नैनोकण) के उत्पादन में विशेषज्ञता है, जिसका बायोइमेजिंग, ड्रग डिलीवरी, सेंसिंग और ऑप्टोइलेक्ट्रॉनिक्स में सशक्त उपयोग है। इस संस्थान में अच्छी संख्या में अत्याधुनिक स्पेक्ट्रोफोटोमीटर, जैसे स्थिर अवस्था और समय-निर्भर फ्लोरोमीटर, यूवी-विज़-एनआईआर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर, और सीडी पोलीमीटर को स्थापित किया है, जो ऑप्टिकल मापन उद्देश्यों के लिए उपयोगी हैं। इसके अलावा, फोटोथियोस्टेटों की एक श्रृंखला के साथ उसके कस्टम और होम-मेड, कम लागत संस्करण एवं सिंगल एक्साइटेशन, टच-स्क्रीन सस्ते फ्लोरोमीटर परीक्षण स्थल अनुप्रयोगों के लिए तैयार हैं।

#### Thematic core competences

Mass population of our country is increasingly suffering from lack of timely diagnosis of diseases. The key reason for the tragic situation is the lack of cost-effective devices and technologies. As a result, demands for affordable healthcare products in India is growing at a rapid pace. There has been an ongoing endeavour at CSIR-CSMCRI in the development of sensors for various disease linked biomarkers as well as complementary optical and electrochemical devices. This institute has group of scientists who have been working endlessly in the development of indigenous kits and/or devices for healthcare sector. We have sensors at various TRL in our pool that can be useful for point-of-care application. For





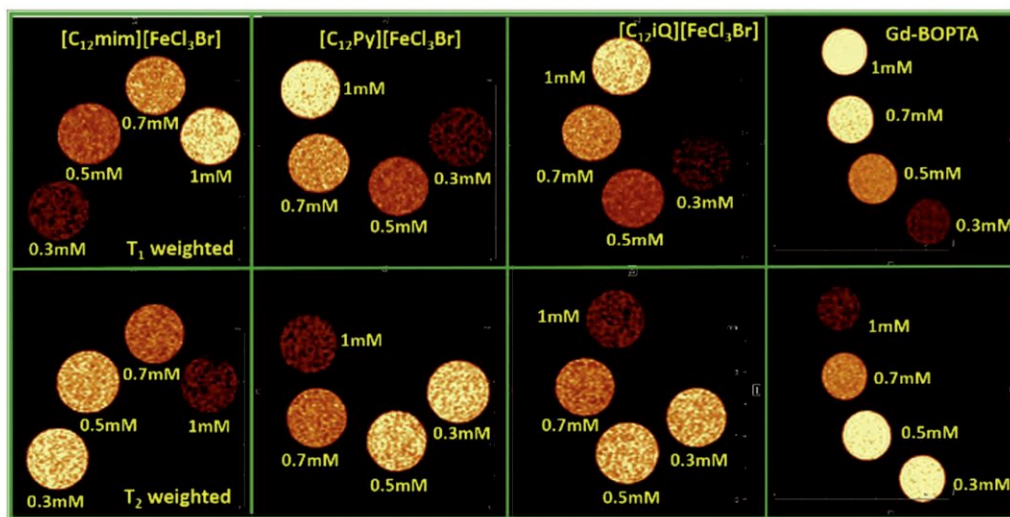
example, we have sensors for the cysteine, homocysteine, glutathione, hypochlorous acid, nitroxyl, Cr(III), and spermine, which have established in the literature as markers for various diseases particularly, cardiovascular disease (CVD), oxidative stress, cancer, diabetes, etc. Some of these optical kits are ready for commercialization and some are currently under clinical trials. The institute also developed a bacterial detection kit for use in any water sample and the technology has been transferred to an aquaculture company. Furthermore, we also possess a patented electrode platform called plastic chip electrode (PCE), which is a successor of biosensing platform like screen-printed electrode. We have developed PCE-based electrochemical sensors for early stage detection of biomarkers for type-2 diabetes and broad-spectrum tumors. Nanomaterials with tailored functional properties have gained tremendous interest in many research fields such as optoelectronics, nanomedicine, bio-/chemo-sensors, surface coatings etc., to name just a few. In this direction, the institute has expertise in production of various functional nanostructures (ordered array of nanodots on substrates, polymeric nanocarriers, hybrid nanoparticles) which have potential use in bioimaging, drug delivery, sensing and optoelectronics. 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 and home-made, low-cost version and single excitation touch-screen, cheap fluorimeter are also ready for point-of-care application.

### धातु-आधारित आयनिक तरल और उनके सशक्त अनुप्रयोग

#### Metal-based ionic liquids and their potential applications

पैरामैग्नेटिक मेटल आयन जैसे गैडोलिनियम, एमआरआई के कॉन्ट्रास्ट अनुप्रयोगों में, जीवित कोशिका के साथ हानिकारक परिणाम दिखाते हैं अतः लौह से साथ प्रतिस्थापित किए जा रहे हैं। इसलिए, पैरामैग्नेटिक आयनिक तरल पदार्थ मौजूदा कॉन्ट्रास्ट एजेंट के मुकाबले एमआरआई कॉन्ट्रास्ट एजेंट के रूप में उपयोगी पाए गए, क्योंकि इन पैरामैग्नेटिक आयनिक तरल पदार्थों में न तो धातु नैनोपार्टिकल्स होते हैं और न ही भारी धातु- लिगेंड कॉम्प्लेक्स, और ये लोहे की वांछित सांद्रता तक डीएनए का क्षरण नहीं करते। इसलिए लौह आधारित पैरामैग्नेटिक आयनिक तरल पदार्थ इमिडाजोलियम, पाइरिडिनियम या आइसोक्विनोलियम धारित लंबी एल्काइल श्रृंखला के साथ धनायनिक सत्व एवं ब्रोमोट्राइक्लोरोफेरट (III) ऋणायन सत्व का विभिन्न अनुप्रयोगों के लिए निर्माण किया गया। ये आयनिक तरल पदार्थ प्रतिवर्ती डीएनए संघनन दिखाते

Paramagnetic metal ions like Gadolinium, in MRI contrast applications, have shown to create harmful issues with the living cell and being replaced with Iron. Therefore, paramagnetic ionic liquids were found advantageous as MRI contrast agent over the existing contrast agent, as these paramagnetic ionic liquids are containing neither the metallic nanoparticles nor the bulky metal- ligand complex, and do not degrade DNA up to desired concentration of iron. So, Iron-based paramagnetic ionic liquids with long alkyl chain bearing imidazolium, pyridinium or isoquinolinium as cationic motif and bromotrichloroferrate (III) as anionic motif were constructed for various applications. These ionic liquids show reversible DNA compaction and exhibits excellent dual mode



चित्र: विभिन्न Fe सांद्रता पर पैरामैग्नेटिक सह सक्रिय आयनिक तरल की T1 और T2 भारित एमआर छवियाँ

**Figure:** T1 and T2 weighted MR images of paramagnetic surface-active ionic liquid at various Fe concentrations

हैं और एमआरआई कंट्रास्ट अनुप्रयोगों के लिए कम सांद्रता पर उत्कृष्ट दोहरी मोड टी 1 और टी 2 कंट्रास्ट गुण प्रदर्शित करते हैं। T1 & T2 contrast property in low concentration regime for MRI contrast applications.

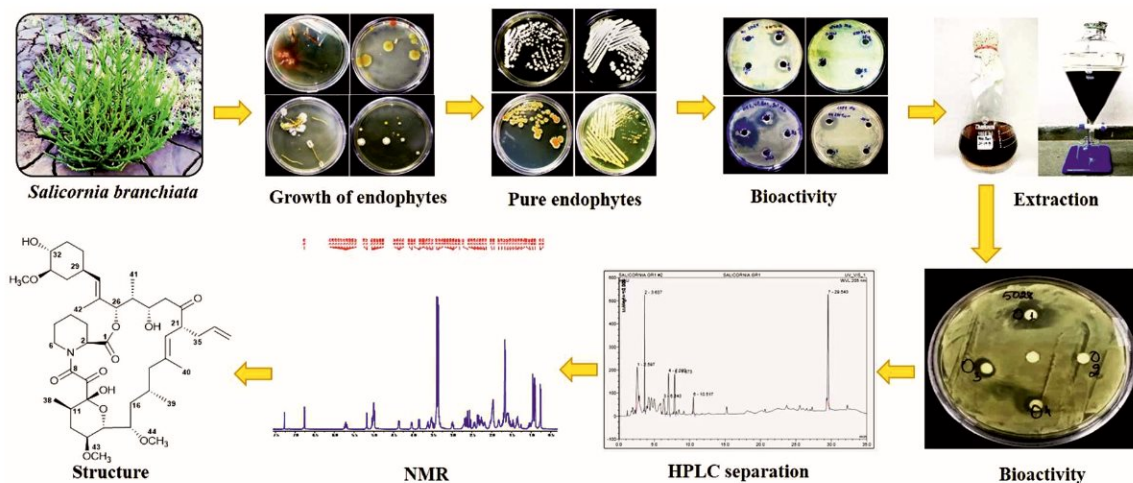
J. Colloid Interface Sci. 16 (2018) 14-23  
J. Indian Chem. Soc. 94 (2017) 1291-1310

### एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीव और औषधि अन्वेषण में उनकी भूमिका Endophytic microorganisms and their role in drug discovery

दवा प्रतिरोधी रोगजनकों का पुनरुत्थान इस समय सबसे बड़ी चिंता का विषय है, इस तथ्य के कारण कि वर्तमान में नैदानिक प्रयोग की जाने वाली दवाओं का आविष्कार 40 वर्ष पहले किया गया था, जो तात्कालिक आधार पर नई रोगाणुरोधी दवाओं की खोज करने हेतु प्रेरित करता है। एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीव आमतौर पर मेजबान पौधों के साथ सहजीवी संबंध में होते हैं, जहां वे द्वितीयक चयापचयों के निर्माता के रूप में कार्य करते हैं जो पौधे परभक्षियों के खिलाफ स्वयं की रक्षा के लिए उपयोग करते हैं और बदले में, इन एंडोफाइट्स को उनके सहजीवी मेजबान पौधों से पोषक तत्व मिलते हैं। हैलोफाइटिक पौधों *S. brachiata* को तीन अलग-अलग तटीय स्थानों से एकत्र किया गया। ताजे एवं हवा में सुखाए गये पौधों पर विभिन्न प्रशोधन

Resurgence of drug resistant pathogens are the greatest concern at this moment, due to the fact that current clinically used drugs were invented 40 years ago, prompting an urgency to discover new antimicrobial drugs. Endophytic microorganisms are usually in symbiotic relationship with the host plants, where they act as a producer of secondary metabolites which plants use for defence against predators and in return, these endophytes get nutrients from their symbiotic host plants. The halophytic plant *S. brachiata* was collected from three different coastal locations. Different treatments were employed using fresh plant and air-dried plant; and surface sterilization was done following





चित्र: एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीवों का अलगव, शुद्धिकरण और बायोएक्टिविटी का चित्रण।

Figure: Depiction of isolation, purification and bioactivity of endophytic microorganisms.

गयो प्लेटों को 28 डिग्री सेल्सियस पर इनक्यूबेट किया गया और एक्टिनोमाइसेट्स और बैक्टीरिया के विकास को देखा गया। आकारिकी विशेषताओं के आधार पर, पृथक् कालोनियों को चुना गया और उन्हें शुद्ध करने का प्रयास किये गये। 300 से अधिक एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीव अलग किए गये एवं उन्हें -86°C पर संग्रहीत किये गये। रोगाणुरोधी पैदा करने वाले एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीव की पहचान करने के लिए, माइक्रोटाइटर प्लेटों का उपयोग करके, इन-हाउस उच्च-श्रुपुट एस्से को रोगजनकों के निवारण हेतु विकसित किया गया। प्रतिसूक्ष्मजीवी क्रियाशीलता का प्रदर्शन करने वाले एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीवों के बायोसिंथेटिक क्षमता का मूल्यांकन पीकेएस और एनआरपीएस जीन की स्क्रीनिंग द्वारा किया गया। इसके अलावा, उन एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीवों के ब्रॉथ कल्चर से तैयार कच्चे अर्क को तेजी से डीरिप्लिकेशन के लिए एलसी-एमएस विश्लेषण किया गया। अंत में, जैव सक्रिय द्वितीयक चयापचयों को एचपीएलसी क्रोमैटोग्राफिक पृथक्करणों द्वारा शुद्ध किया गया और उनकी संरचनाओं को 1 डी और 2 डी एनएमआर और एमएस/एमएस स्पेक्ट्रा के उपयोग के द्वारा स्पष्ट किया गया।

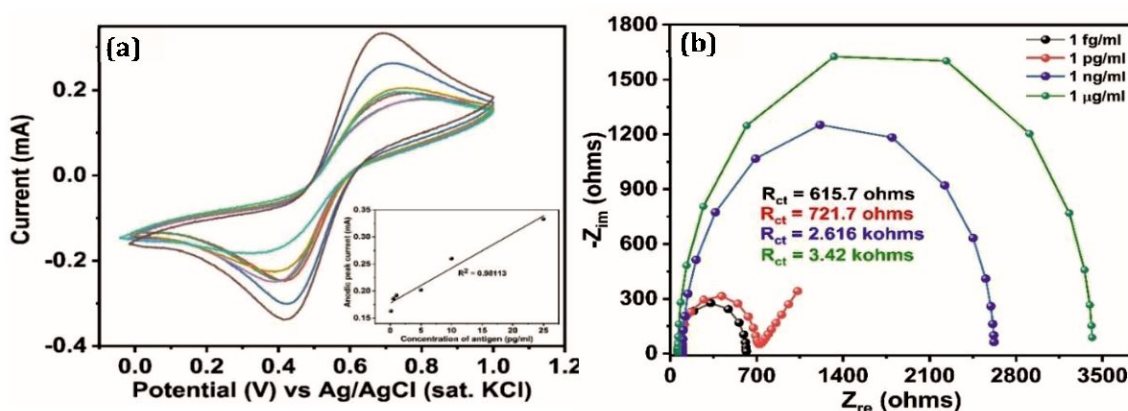
standard protocols, followed by incubation with 8 different media. Plates were incubated at 28°C and growth was observed for actinomycetes and bacteria. On the basis of morphological characteristics, individual colonies were picked and tried to purify them. More than 300 endophytic microorganisms were isolated and stored at -86°C. In order to identify the endophytic microorganism producing antimicrobials, the in-house high-throughput assay, using microtiter plates were developed against pathogens. The endophytic microorganisms exhibiting antimicrobial activity were evaluated for their biosynthetic potential by screening for PKS and NRPS genes. Furthermore, the crude extracts prepared from the broth cultures of those endophytic microorganisms are subjected to LC-MS analysis for faster dereplication. Finally, bioactive secondary metabolites are purified employing HPLC chromatographic separations and their structures are elucidated using 1D & 2D NMR and MS/MS spectra.

## रेटिनॉल बाइंडिंग प्रोटीन 4 का अन्वेषण: टाइप II डायबिटीज के लिए एक बायोमार्कर

### Detection of retinol binding protein 4: A biomarker for type II diabetes

टाइप (II) मधुमेह मानव जाति के लिए प्रमुख खतरों में से एक है क्योंकि यह मानव शरीर में इंसुलिन प्रतिरोध का कारण बनता है और रेटिनॉल बाइंडिंग प्रोटीन 4 (आरबीपी 4) वर्तमान में इस बीमारी के प्रारंभिक प्रबंधन के लिए संभावित बायोमार्कर के रूप में माना जाता है। इसलिए RBP4 के निम्न-स्तर का पता लगाना बहुत ही महत्वपूर्ण है और इस उद्देश्य से, होम-मेड प्लास्टिक चिप इलेक्ट्रोड (पी.सी.ई) प्लेटफॉर्म पर 4-एटीपी के सेल्फ-एसम्बल्ड मोनोलेयर (एसएम) और ग्लुटेराल्डिहाइड के साथ फंक्शनाइजेशन के द्वारा एक नवीन RBP4 बायोसेंसर विकसित किया गया।

Type (II) diabetes is one of the major threats to mankind as it causes insulin resistance in human body and Retinol Binding Protein 4 (RBP4) is currently considered as a potential biomarker for early management of this disease. Hence a low-level detection of RBP4 is a very important task and for this purpose, a novel RBP4 biosensor has been developed, using homemade plastic chip electrodes (PCEs) as a platform for self-assembled monolayer (SAM) of 4-ATP and further functionalization with



**चित्र:** (ए) SAM संशोधित Au कोटेड पीसीई में Ag-Ab के RBP 4 के साथ इंटरैक्शन का चक्रीय वोल्टमेट्री स्पेक्ट्रा जो सांद्रता परिवर्तन के साथ एनोडिक पीक में रैखिक प्रतिक्रिया दर्शाता है (इनसेट)। (बी) SAM संशोधित Au लेपित PCE में RBP4 के Ag-Ab इंटरैक्शन का नाइक्विस्ट प्लॉट, RBP4 की सांद्रता के साथ  $\Delta R_{ct}$  में वृद्धि को दर्शाते हुए।

**Figure:** (a) Cyclic voltammetry spectra of Ag-Ab interaction of RBP<sub>4</sub> in SAM modified Au coated PCE showing linear response in anodic peak with change of concentration (inset). (b) Nyquist plots of Ag-Ab interaction of RBP<sub>4</sub> in SAM modified Au coated PCE show increment of  $\Delta R_{ct}$  while increasing the concentration of RBP<sub>4</sub>

एंटी आरबीपी 4 का उपयोग बायोरिकॉग्निशन स्पिसीज के रूप में किया गया तथा आरबीपी 4 सांद्रता का पता लगाने के लिए इलेक्ट्रोकेमिकल प्रतिबाधा स्पेक्ट्रोस्कोपी की गई। सांद्रता को चार्ज ट्रांसफर प्रतिरोध के सापेक्ष प्लॉट किया गया। 100 fg/mL से 1 ng/mL तक के एक विस्तृत सांद्रता दायरे में परीक्षण किए गये तथा पहचान की निम्नतम सीमा (LOD) 100

glutaraldehyde. Anti RBP<sub>4</sub> is used as biorecognition species and electrochemical impedance spectroscopy has been performed to detect the RBP<sub>4</sub> concentrations. The concentration is plotted against charge transfer resistance. A wide concentration range from 100 fg/mL to 1 ng/mL has been tested and a low limit of detection (LOD) of 100 fg/mL has been





fg/mL हासिल की गई। यह आरबीपी 4 के इलेक्ट्रोकेमिकल बायोसेंसर के निर्माण की पहली रिपोर्ट है जिसमें Ag-Ab इंटरैक्शन का उपयोग करते हुए इतनी निम्न एलओडी प्राप्त की गयी है। सेंसर का गुणधर्म-वर्णन विभिन्न फिजियो-केमिकल तकनीकों के द्वारा किया गया। उत्कृष्ट पुनरुत्पादन एवं त्वरित मापन, इस बायोसेंसर को बायोमेडिकल उद्योग के लिए अत्यंत उपयोगी बनाते हैं।

achieved. This is the first report demonstrating fabrication of electrochemical biosensor of RBP4 using Ag-Ab interaction having such low LOD. The sensor is characterized by various physico-chemical techniques. Excellent reproducibility and quick measurement make this biosensor extremely useful for the biomedical industry.

**Biosensors and Bioelectronics 128 (2019) 122-128**

## एंजाइम-ट्रिगर औषधि रिलीज हेतु माइटोकॉन्ड्रिया लक्षित नैनोकैप्स्यूल्स

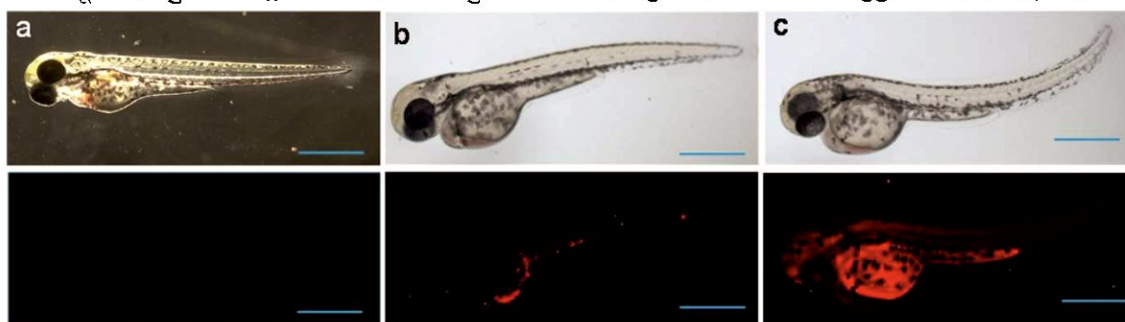
### Mitochondria targeting nanocapsules for enzyme-triggered drug release

नैनोकैप्स्यूल्स की सर्फेस इंजीनियरिंग जीवों के साथ उनकी पारस्परिकता को उत्कृष्ट समझ देती है, जो संभावित रूप से इंट्रासेल्युलर घटनाओं की निगरानी के लिए या इंट्रासेल्युलर दवा वितरण के लिए उपकरणों का आधार बनाती है। इस संदर्भ में, बायोडिग्रेडेबल नैनोकैप्स्यूल्स या नैनोकैप्स्यूल्स, जो माइटोकॉन्ड्रियल मैट्रिक्स में बायोएक्टिव अणुओं या दवाओं को ले जाने में सक्षम हैं, माइटोकॉन्ड्रियल बीमारियों के इलाज में नई क्षमताओं की पेशकश कर सकते हैं। एक बहुलक बैकबोन के साथ नैनोकैप्स्यूल्स जो कि एक विशिष्ट रासायनिक या एंजाइमेटिक उत्तेजना की प्रतिक्रिया में योजनाबद्ध शैली में प्रस्फुटन हो, तदुपरान्त माइटोकॉन्ड्रिया में बायोएक्टिव अणु या दवा रिलीज करें, इस कार्य के लिए विशेष रूप से आकर्षक होगा। इस लक्ष्य को ध्यान में रखते हुए, हमने पॉलीयूरेथेन-आधारित पॉलिमरिक बैकबोन का उपयोग करके जैविक रूप से सौम्य नैनोकैप्स्यूल्स विकसित किए हैं जो बारंबारिक एस्टर कार्यात्मकता को शामिल करता है। परिणामी नैनोकैप्स्यूल्स को अत्यधिक स्थिर और आकार में मोनोडिस्पर्स पाया गया। महत्वपूर्ण रूप से, इन गैर-आइसोसायनेट पॉलीयूरेथेन नैनोकैप्स्यूल्स के संश्लेषण के लिए एक नया गैर-आइसोसायनेट मार्ग अपनाया गया। इन कैप्स्यूल्स के ढांचे में एम्बेडेड एस्टर लिंकेज, एस्टरेंज एंजाइम प्रदत्त उत्तेजना की प्रतिक्रिया में पॉलिमरिक बैकबोन के पूर्ण क्षय को सुगम बनाता है। रोडोफाइन या डॉक्सोरोबिसिन जैसे हाइड्रोफिलिक पेल्ड को इंटरफेसियल पोलीमराइजेशन अभिक्रिया द्वारा उनके संश्लेषण के दौरान इन नैनोकैप्स्यूल्स के अंदर लोड किया जा सकता है। फॉस्फोनियम आयन, जो की एक माइटोकॉन्ड्रिया-लक्षित

Surface engineering of nanocarriers allows fine-tuning of their interactions with biological organisms, potentially forming the basis of devices for the monitoring of intracellular events or for intracellular drug delivery. In this context, biodegradable nanocarriers or nanocapsules capable of carrying bioactive molecules or drugs into the mitochondrial matrix could offer new capabilities in treating mitochondrial diseases. Nanocapsules with a polymeric backbone that undergoes programmed rupture in response to a specific chemical or enzymatic stimulus, with subsequent release of the bioactive molecule or drug at mitochondria would be particularly attractive for this function. With this goal in mind, we have developed biologically benign nanocapsules using polyurethane-based polymeric backbone, that incorporates repetitive ester functionalities. The resulting nanocapsules are found to be highly stable and monodispersed in size. Importantly, a new non-isocyanate route is adapted for the synthesis of these non-isocyanate polyurethane nanocapsules. The embedded ester linkages of these capsules' shells have facilitated complete degradation of the polymeric backbone in response to a stimulus provided by an esterase enzyme. Hydrophilic payloads like rhodamine or doxorubicin can be loaded inside these nanocarriers during their synthesis by an interfacial polymerization reaction. The

रिसेप्टर फन्क्शनेलिटी है, के साथ नैनोकैप्सुल की पोस्टग्राफ्टिंग ने हमें दवा की लक्ष्य-विशिष्ट रिलीज को प्राप्त करने में मदद की। वाणिज्यिक माइटोट्रैकर ग्रीन के साथ-साथ माइटोट्रैकर डीप रेड के सह-स्थानीयकरण प्रयोग ने माइटोन्ड्रिया में कार्गो के स्थानीयकरण की पुष्टि की। हमारे कृत्रिम परिवेशीय अध्ययनों से पुष्टि होती है कि माइटोकॉन्ड्रिया के भीतर डॉक्सोरोबिसिन का विशिष्ट रिलीज, मुक्त डॉक्सोरोबिसिन की तुलना में उच्च साइटोटॉक्सिसिटी और कोशिका मृत्यु का कारण बनती है। इंडोजिनस एंजाइम ने नैनोकैप्सुल के प्रस्फुटन को ट्रिगर किया और एन्कैप्सुलेटेड

postgrafting of the nanocapsules with phosphonium ion, a mitochondria-targeting receptor functionality, has helped us achieve the site-specific release of the drug. Co-localization experiments with commercial mitotracker green as well as mitotracker deep red confirmed localization of the cargo in mitochondria. Our in vitro studies confirm that specific release of doxorubicin within mitochondria causes higher cytotoxicity and cell death compared to free doxorubicin. Endogenous enzyme triggered nanocapsule



**चित्र:** जेब्राफिश मॉडल में इन वियो रिलीज प्रयोग। इंजेक्शन के 72 घंटे के बाद जेब्राफिश भ्रूण का धवल-क्षेत्र (ऊपरी) और प्रतिदीप्ति (निचले) चित्र (ए) नियंत्रित; (बी) अक्षय नैनोकैप्सुल्स; और (सी) एंजाइम प्रतिक्रियाशील नैनोकैप्सुल

**Figure:** In vivo release experiment in zebrafish model. Bright-field (upper) and fluorescence (lower) images of zebrafish embryo after 72 h of injection (a) control; (b) non degradable nanocapsules; and (c) enzyme responsive nanocapsules

डाई के मोचन को एक जेब्राफिश मॉडल में भी दर्शाया गया। इस प्रूफ ऑफ कॉन्सेप्ट स्टडी के परिणाम बताते हैं कि एनआईपीयू नैनोकैरियर्स एक स्थल-विशिष्ट डिलीवरी वाहन प्रदान कर सकता है और दवा की चिकित्सीय प्रभावकारिता में सुधार कर सकता है या ऑर्गेनेल-विशिष्ट इमेजिंग अध्ययन के लिए उपयोग किया जा सकता है।

rupture and release of the encapsulated dye is also demonstrated in a zebrafish model. The results of this proof-of-concept study illustrate that NIPU nanocarriers can provide a site-specific delivery vehicle and improve the therapeutic efficacy of a drug or be used to produce organelle-specific imaging studies.

**Bioconjugate Chem 29 (2018) 3532–3543**







## विषयवस्तु: उर्जा Theme: Energy

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

नवीकरणीय ऊर्जा, विशेष रूप से सौर तापीय ऊर्जा और बायोमास हमारे देश के ग्रामीण क्षेत्रों में सामाजिक-आर्थिक विकास और आर्थिक वृद्धि के लिए प्रभावी ढंग से दोहन किए जा सकते हैं। साठ से अस्सी के दशक के दौरान संस्थान सौर तापीय ऊर्जा का उपयोग करने वाली महत्वपूर्ण प्रौद्योगिकियों के विकास में अग्रणी था। सौर तालाब, सौर स्टिल्स, सौर प्रशीतन, सौर पंप, सौर कॉन्सेंट्रेटर्स, स्टर्लिंग इंजन, सौर पैसिव शीतलन, सौर ऊर्जा द्वारा अपशिष्ट जल उपचार और कई अन्य प्रौद्योगिकियों पर शोध किए गये और कुछ को देश के विभिन्न हिस्सों में लागू किया गया। अस्सी के दशक में एक समय, संस्थान के पास भारतीय मौसम विज्ञान विभाग (IMD), पुणे की सहभागिता में एक प्रमुख विकिरण स्टेशन था जो भारत के पश्चिमी भाग में शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों को कवर करने वाला एकमात्र स्टेशन था। यद्यपि, एक अन्तराल के बाद, 2006 में, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने भारत में पहला सामुदायिक पैमाने पर सौर ऊर्जा संचालित खारे पानी का रिवर्स ऑसमोसिस प्लांट (तिलोनिया, राजस्थान) स्थापित किया। यह संस्थान उन प्रौद्योगिकियों को विकसित करने पर काम कर रहा है, जिनका उपयोग ग्रामीण घरों में सीधे इस्तेमाल किया जा सकता है, ताकि सौर तापीय ऊर्जा के इस्तेमाल पीने योग्य पानी, खाना पकाने, वस्तुएं सुखाने और बायोमास के थर्मोकेमिकल रूपांतरण के माध्यम से स्वच्छ ईंधन और उर्वरक प्राप्त किया जा सके। सोलर थर्मल पर हमारी गतिविधियाँ दुनिया भर में काफी प्रसिद्ध हैं और इस क्षेत्र में कई स्थानों जैसे स्विट्जरलैंड के ETH ज्यूरिख, ब्रिटेन में एक्सेटर विश्वविद्यालय, इंस्टीट्यूटो टेक्नोलॉजिको डे सोनोरा, मैक्सिको, सिडनी विश्वविद्यालय, बल्गेरियाई विज्ञान एकेडमी, सोफिया के तकनीकी विश्वविद्यालय, बुल्गारिया में प्लोवदीव जैसे प्रसिद्ध संस्थानों के साथ सक्रिय अंतरराष्ट्रीय सहयोग मौजूद हैं। वर्तमान में हमारे सौर ऊर्जा प्रयोगशाला में सभी प्रकार की बाहरी सौर परीक्षण सुविधाएं हैं। रेडॉक्स प्रवाह बैटरी ऊर्जा क्षेत्र में चल रही एक अन्य महत्वपूर्ण गतिविधि है। इस प्रस्तावना के साथ, हम 2018-19 के दौरान थीम ऊर्जा के तहत किए गए मुख्य कार्य प्रस्तुत करते हैं।

### Thematic core competences:

Renewable energy, particularly from solar thermal energy and biomass can be harnessed effectively in rural regions of our country for socio-economic development and economic growth. During the sixties to eighties the Institute was a pioneer in development of radical technologies utilizing solar thermal energy. Solar ponds, solar stills, solar refrigeration, solar pumps, solar concentrators, sterling engines, solar passive cooling, waste water treatment by solar energy and many other technologies were researched and some were implemented in different parts of the Country. At a time in the eighties, the Institute had a principal radiation station in collaboration with India Meteorological Department (IMD), Pune which was the only station covering arid and semi-arid zones in the western part of India. Albeit after a pause, in 2006, CSIR-CSMCRI set up the first community scale solar powered brackish water Reverse Osmosis plant in India (Tilonia, Rajasthan). The institute





is focused on working to develop technologies which can be directly utilized in rural homes to provide potable water, cooking, drying by harnessing solar thermal energy and clean fuel and fertilizer through thermochemical conversion of biomass. Our activities on Solar thermal are quite well known worldwide and several active international collaborations in this area exists with renowned institutes like ETH Zurich in Switzerland, University of Exeter in UK, Instituto Tecnológico de Sonora, Mexico, University of Sydney, Bulgarian Academy of Sciences and Technical University of Sofia, Plovdiv in Bulgaria. At present our solar energy laboratory houses all kind of outdoor solar testing facilities. Redox flow batteries are another important ongoing activity in the energy sector. With this preamble, we present salient work carried out under the theme ENERGY during 2018-19.

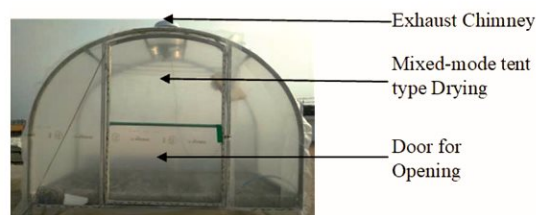
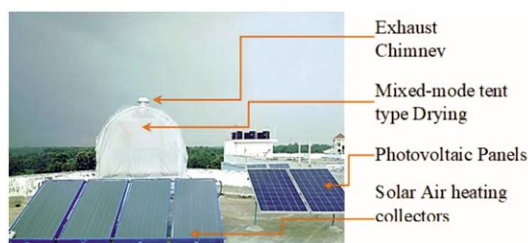
### उत्तर-पूर्व भारत में प्राकृतिक रबर शीट को सुखाने के लिए सौर तापीय ड्रायर का विकास Development of solar thermal dryer for drying the natural rubber sheets in North-East India

त्रिपुरा देश में प्राकृतिक रबर का दूसरा सबसे बड़ा उत्पादक है और त्रिपुरा वन विकास और वृक्षारोपण कंपनी लिमिटेड (TFDC) के अनुसार कुल रबर उत्पादन नवंबर 2018 तक 2173.46 मीट्रिक टन था। आमतौर पर रबर की चादर को खुले सूरज में या धुएँ वाले-घरों में सुखाने की पारंपरिक प्रक्रियाएँ होती हैं। धुआँ घर प्रसंस्करण के लिए प्रति किलोग्राम रबर पर 0.8-1.0 किलोग्राम लकड़ी की आवश्यकता होती है और वांछित सूखापन प्राप्त करने के लिए लगभग 4-5 दिन लगते हैं। फायरवुड, जिसे पहले ऊर्जा का एक सस्ता स्रोत माना जाता था, अब दुर्लभ और महंगा हो गया है। इसके अलावा, सुखाने की प्रक्रिया के दौरान निकला धुआँ अस्वास्थ्यकर एवं पर्यावरण हेतु प्रतिकूल होता है। खुली धूप में सुखाने के लिए लगभग 7-8 दिनों की आवश्यकता होती है, हालांकि अचानक बारिश एक बड़ी समस्या है, जो पूरे बैच को खराब कर सकती है। राज्य जो भारत के सबसे दूरस्थ राज्यों में से एक है, वहाँ वर्ष में काफी अधिक सौर विकिरण प्राप्त होता है। वार्षिक औसत प्रत्यक्ष सामान्य विकिरण 4.37 kWh/m<sup>2</sup>/दिन है, और राज्य में कम से कम 260 दिन अच्छे धूप वाले होते हैं। सोलर ड्रायर एक विकल्प है जो धुएँ के घरों और खुले सूरज में सुखाने में आने वाली कठिनाइयों को दूर करता है। एनआईटी अगरतला, त्रिपुरा (23°84'N 91°42'E) के परिसर में एक मिश्रित मोड सौर तापीय ड्रायर डिजाइन और

Tripura is the second largest producer of natural rubber in the country and the total rubber production according to Tripura Forest Development and Plantation Co. Ltd. (TFDC) was 2173.46 MT till Nov 2018. The conventional process of drying of rubber sheets is carried out usually in open sun or in smoke – houses. Smoke house processing requires about 0.8-1.0 kg of firewood per kg of rubber and takes about 4-5 days to achieve desired dryness. Firewood, which was earlier considered as a cheap source of energy, has now become a scarce and expensive. Also, the profuse smoke liberated during the drying process leads to unhealthy environmental conditions. Open sun-drying requires about 7-8 days, however the difficulty encountered is the sudden rains, which can spoil the entire batch. The state which is one of the remotest states of India, receives a fairly high solar radiation over the year. The annual average Direct Normal Irradiance is 4.37 kWh/m<sup>2</sup>/day, and the state accounts for at least 260 good sunny days. Solar dryer is an alternate option to eliminate the difficulties encountered in drying in smoke houses and the open sun. A mixed mode solar thermal dryer was designed and implemented at the campus of

कार्यान्वित किया गया। सुखाने के लिए हवा के ताप और सौर ड्रायर के लिए सौर कलेक्टर के क्षेत्र की गणना 5 किलोग्राम प्राकृतिक रबर शीट के आधार पर की गयी, जो कि निर्धारित समय 10:00 बजे पूर्वाह्न से 4:00 बजे अपराह्न के बीच सूख जाती है। अनुमानित प्रारंभिक नमी की मात्रा 40% w.b. और फाइनल 5% w.b. ड्रायर में 8 m<sup>2</sup> सौर समतल प्लेट कलेक्टर और एक सुखाने वाला कक्ष शामिल होता है। 0.00196 m<sup>2</sup> के कुल क्षेत्रफल का वायु छिद्र को समतल - प्लेट कलेक्टर के तल पर हवा के सुखाने के कक्ष में प्रवेश के लिए और सुखाने के कक्ष के शीर्ष पर हवा के वातावरण में निकास के लिए प्रदान किया गया। एग्जॉस्ट पर एक सक्शन ब्लोअर से चेंबर में हवा खींची गई और इसे कलेक्टर्स में रिडायरेक्ट कर दोबारा ड्रायिंग चेंबर में डाल दिया गया। इस तरह, पुनः परिसंचरण के द्वारा सुखाने के कक्ष में उच्च तापमान प्राप्त किया जा सकता है। सक्शन ब्लोअर ने ऊर्जा को बेहतर बनाने में मदद की क्योंकि इसने गर्मी को क्षीण नहीं होने दिया। कलेक्टर को दक्षिण दिशा में क्षैतिज से 20° पर झुका हुआ रखा गया। कलेक्टर की कवर सामग्री व्यावसायिक ग्लास थी जिसका संप्रेषण मान  $\geq 0.82$  था। कलेक्टर और सुखाने का चेंबर लचीले पाइप से जुड़ा था जो गर्मी के नुकसान को रोकने के लिए पाइप के ऊपर वैक्यूम में स्प्रिंग कॉइल के इन्सुलेशन से जुड़ा था। एल्यूमीनियम छड़ से बना हेमी-गोलाकार संरचना का सुखाने के कक्ष विशेष परा-बैंगनी किरण दृढ़ पॉलीएथिलीन से कवर किया गया, जो सौर परा-बैंगनी

NIT Agartala, Tripura (23°84'N 91°42'E). The area of the solar collector for air heating and solar dryer for drying was calculated based on 5 kg of natural rubber sheets drying within the stipulated time between 10:00 am to 4:00 pm. The assumed initial moisture content was 40% w.b. and the final was 5% w.b. The dryer consisted of 8 m<sup>2</sup> solar flat plate collector and a drying chamber. Air vents of total area 0.00196 m<sup>2</sup> were provided at the bottom of the flat-plate collector for air to enter the drying chamber and on the top of the drying chamber for the exhaust to the atmosphere. A suction blower at the exhaust drew the air from the chamber and redirected it into the collectors and again into the drying chamber. By this, higher temperature could be achieved inside drying chamber in the form of recirculation. The suction blower also helped in improving the exergy as it minimized the heat going to waste from exhaust. The collector faced south direction and was kept tilted at 20° from horizontal. The cover material of the collector was commercial glass having transmittance value  $\geq 0.82$ . The collector and drying chamber was connected by flexible pipe having insulation of wounded spring coil in vacuum over pipe to prevent heat losses. The drying chamber of hemi-spherical structure made up of aluminium rods was covered with



चित्र: मिक्स मोड सौर थर्मल ड्रायर।

**Figure:** Mix Mode Solar Thermal Dryer.

किरणों से सुखाने के उत्पादन के प्रत्यक्ष संपर्क को संरक्षित करता था। रात में और बरसात के दिनों में सुखाने वाले कक्ष

specialized ultra violet rays stabilized polyethylene cover which protected direct contact of drying produce from solar UV rays.





की नमी कायम रखने के लिए एक सौर पीवी संचालित डिह्यूमिडिफायर को सुखाने कक्ष में स्थापित किया गया था। डिह्यूमिडिफायर ने रबर शीट की सतह पर मोल्ड के गठन को संरक्षित किया। बादल/ बरसात के मौसम में सुखाने कक्ष के अंदर हवा को गर्म करने और रात के समय सुखाने के तापमान को बनाए रखने के लिए एक डीसी हीटर चैम्बर में स्थापित किया गया था।

A solar PV operated dehumidifier was set-up in the drying chamber to maintain the humidity of the drying chamber at night and in rainy periods. The de-humidifier protected formation of mould on the rubber sheet surface. A DC heater for heating the air inside the drying chamber in cloudy/rainy season and for maintaining the temperature of drying chamber during night time were installed in the chamber.

### वैनेडियम रेडोक्स फ्लो बैटरी के लिए सेमी-इंटरपेनिट्रेटिंग नेटवर्क-टाइप क्रॉस-लिंकड एम्फोटेरिक आयन-एक्सचेंज मेम्ब्रेन

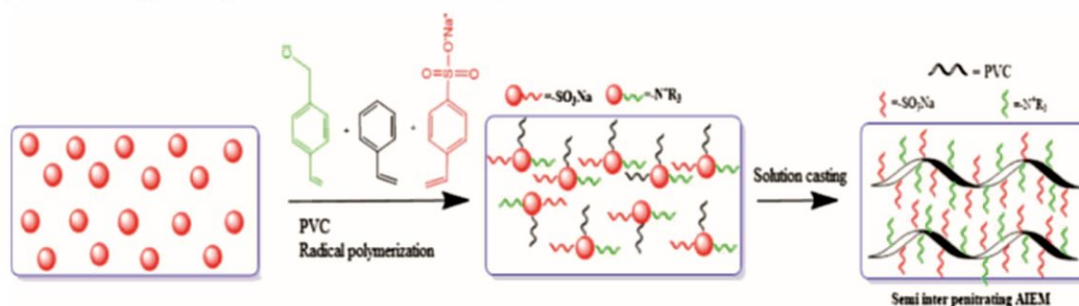
#### Semi-interpenetrating network-type cross-linked amphoteric ion-exchange membrane for vanadium redox flow battery

स्वच्छ ऊर्जा मानव जीवन के लिए मुख्य आवश्यकता है। रेडोक्स फ्लो बैटरी जीवाश्म ईंधन का विकल्प हो सकती है। आयन एक्सचेंज झिल्ली रेडोक्स फ्लो बैटरी का मुख्य भाग है। वर्तमान अध्ययन में, हमने एक आंशिक दृढ़ बेकबोन वाली अर्ध-इंटरपेनिट्रेटिंग क्रॉस-लिंकड कॉपॉलीमर एम्फोटेरिक आयन-एक्सचेंज मेम्ब्रेन (AIEMs) को संश्लेषित किया। स्टाइलिन सल्फोनेट और विनाइल बेंजाइल क्लोराइड एकलकों का उपयोग AIEMs में धनायनिक और ऋणायनिक केंद्र के रूप में किया गया। तीन अलग-अलग प्रकार के चतुष्कारक एजेंटों का उपयोग प्राथमिक अमीन को चतुष्कारक अमीन समूह में परिवर्तित करने के लिए किया गया। यहां, हमने कैसर कारक रासायन CMME के उपयोग से परहेज किया, जो आमतौर पर आयन-एक्सचेंज झिल्ली के संश्लेषण के लिए उपयोग किया जाता है। तैयार झिल्ली ने उच्च अम्लीय स्थिरता के साथ अच्छे विद्युत रासायनिक और भौतिक रासायनिक गुणों का प्रदर्शन किया। झिल्लियों ने मध्यम पानी अपटेक और आयामी परिवर्तन को भी दर्शाया। AIEMs में ZWMO झिल्ली ने  $3.12 \times 10^{-2} \text{ Scm}^{-1}$  आयनिक चालकता और 5.49 जल के अणु प्रति कार्यात्मक समूह के साथ बेहतर गुण दिखाए। ZWMO झिल्ली के धनायन और ऋणायन विनिमय क्षमताओं की गणना 1.11 और 0.62 meq/g की गई। सभी AIEMs ने अच्छे तापीय

Clean energy is the main requirement for human life. Redox flow battery may be an alternative to fossil fuels. An ion exchange membrane is the heart of the redox flow battery. In the present study, we synthesized semi-interpenetrating cross-linked copolymer amphoteric ion-exchange membranes (AIEMs) with a partially rigid backbone. The styrene sulfonate and vinyl benzyl chloride monomers were used as the cationic and anionic moieties into the AIEMs. Three different types of quaternizing agents were used to convert a primary amine into a quaternary amine group. Here, we avoided the use of the carcinogenic chemical CMME, commonly used for the synthesis of anion-exchange membranes. The prepared membranes exhibited good electrochemical and physicochemical properties with a high acidic stability. The membranes also showed moderate water uptake and dimensional change. ZWMO membrane showed better properties among the AIEMs, with an ionic conductivity of  $3.12 \times 10^{-2} \text{ Scm}^{-1}$  and 5.49 water molecules per functional group. The anion and cation-exchange capacities of the ZWMO membranes were calculated to be 1.11 and 0.62 meq/g. All AIEMs showed good thermal and mechanical

और यांत्रिक स्थिरता दिखाया, जिसकी गणना डिफरेंशियल स्कैनिंग कैलोरीमेट्री, डायनेमिक मैकेनिकल एनालिसिस और यूनिवर्सल टेस्टिंग मशीन एनालिसिस द्वारा की गई झिल्ली ने वैनैडियम रिडॉक्स फ्लो बैटरी में उनके उपयोग के लिए कमर्शियल मेम्ब्रेन नेफियॉन की तुलना में कम वैनैडियम आयन पारगम्यता दिखाई। इसके अलावा, AIEMs को रिडॉक्स फ्लो बैटरी में विभाजक के रूप में उपयोग किया गया और चार्जिंग और डिस्चार्जिंग घटना के साथ 87% वोल्टेज दक्षता और 91% धारा दक्षता के साथ अच्छे परिणाम दिये।

stabilities, calculated by differential scanning calorimetry, dynamic mechanical analysis, and universal testing machine analysis. The membranes showed low vanadium ion permeability than the commercial membrane Nafion for their use in vanadium redox flow batteries. Further, the AIEMs were applied in redox flow batteries as separators and deliver good results with the charging and discharging phenomena, with 87% voltage efficiency and 91% current efficiency.



चित्र: वैनैडियम रिडॉक्स फ्लो बैटरी के लिए AIEM के निर्माण का रेखाचित्र।

Figure: Sketch for the preparation of AIEM for vanadium redox flow battery.

ACS Omega 03 (2018) 9872-9879

## फ्लो बैटरी के लिए एसिड प्रतिरोधी PVDF-co-HFP आधारित कोपॉलीमर प्रोटॉन एक्सचेंज झिल्ली

### Acid resistant PVDF-co-HFP based copolymer proton exchange membrane for Flow Battery

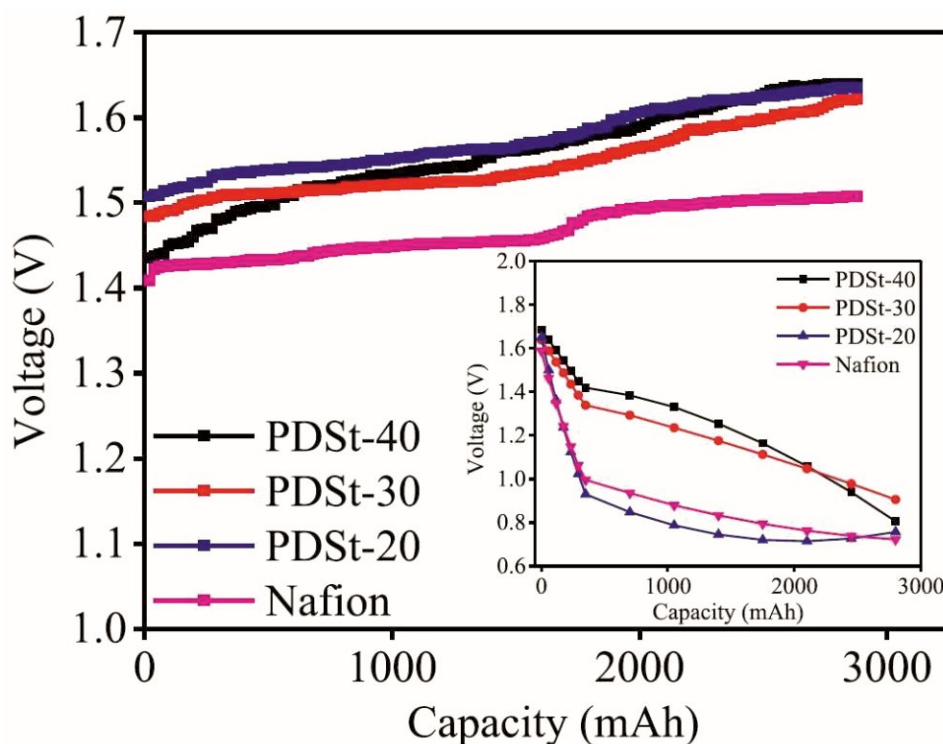
अम्ल प्रतिरोधी प्रोटोन एक्सचेंज मेम्ब्रेन (PEMs) को एलिफैटिक अत्यधिक हाइड्रोफोबिक पॉलिविनाइलिडीन-सह-हेक्साफ्लोरोप्रोपाइलीन (PVDF-co-HFP) व एरोमेटिक हाइड्रोफिलिक सोडियम-पी-स्टाइरिन सल्फोनेट द्वारा नैनोस्ट्रक्चर स्तर पर संशोधित कर बनाया गया। संश्लेषित कोपॉलीमर PEMs की रासायनिक संरचना का विश्लेषण कार्यात्मक समूहों की उपस्थिति की पुष्टि करने के लिए किया गया। विद्युत रासायनिक लक्षणों जैसे आयन-विनिमय क्षमता, आयनिक चालकता और जल मात्रा का अध्ययन किया गया। PDSt-40 कोपॉलीमर PEM के लिए

Acid resistant proton exchange membranes (PEMs) were synthesized from aliphatic highly hydrophobic polyvinylidene-co-hexafluoropropylene (PVDF-co-HFP) and aromatic hydrophilic sodium-p-styrene sulfonate at nanostructure level modification. Synthesized copolymer PEMs were analyzed for their chemical structure to confirm the presence of functional groups. Electrochemical characterizations were carried out in terms ion-exchange capacity, ionic conductivity and water content. Maximum IEC value 1.91 meq/gm was observed for PDSt-40 copolymer PEM with  $1.58 \times 10^{-2}$



अधिकतम IEC का मान 1.91 meq/gm,  $1.58 \times 10^{-2}$  S/cm प्रोटॉन चालकता व 29.1% जल की मात्रा पाई गई। कोपोलीमर झिल्ली में वनेडियम आयन पारगम्यता की जांच भी वनेडियम रिडॉक्स फ्लोबैटरी के लिए प्रयोज्यता के संदर्भ में की गई। PDSt-40 कोपोलीमर PEM ने  $\text{VO}^{2+}$  आयन पारगम्यता  $2.87 \times 10^{-7} \text{ cm}^2 \text{ min}^{-1}$  का न्यूनतम स्तर दिखाया, जो कि नेफिऑन झिल्ली की तुलना में लगभग 40% कम था। सभी संश्लेषित PEM की परख एक सेल VRFB में चार्जिंग-डिस्चार्जिंग प्रदर्शन के लिए की गयी। PDSt-40 PEM ने कूलम्बिक और वोल्टेज दक्षता के मामले में बेहतर प्रदर्शन दिखाया। कोपोलीमर मेम्ब्रेन तापीय एवं यांत्रिक रूप से एवं 24 घंटे के लिए 18M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  के कठोर परिस्थितियों में स्थिर पाये गए। परिणाम दर्शाते हैं कि संश्लेषित कोपोलीमर PEMs विद्युतरासायनिक ऊर्जा प्रणाली व उच्च तापमान अनुप्रयोग हेतु एक अच्छा उम्मीदवार हो सकता है।

S/cm proton conductivity and 29.1% of water content. Vanadium ion permeability was also checked for copolymer membranes in terms of applicability for vanadium redox flow batteries. PDSt-40 copolymer PEM showed lowest value of  $\text{VO}^{2+}$  ion permeability  $2.87 \times 10^{-7} \text{ cm}^2 \text{ min}^{-1}$ , which was about 40% less compared to Nafion membrane. Further all synthesized PEMs were checked for charging-discharging performance for single cell VRFB. PDSt-40 PEM showed better performance in term of columbic and voltage efficiency. Copolymer membranes found to be stable thermally and mechanically and also in harsh condition with 18M  $\text{H}_2\text{SO}_4$  for 24 h. Results indicate that synthesized copolymer PEMs can be a good candidate for electrochemical energy systems as well as high temperature applications.



चित्र: चार अलग-अलग प्रकार के मेम्ब्रेन के लिए वोल्टेज (V) बनाम उत्पन्न शक्ति (mAh) वक्र।

Figure: Voltage (V) vs generated power (mAh) plots using four different types of membranes.

Journal of Membrane Science 573 (2019) 485-492



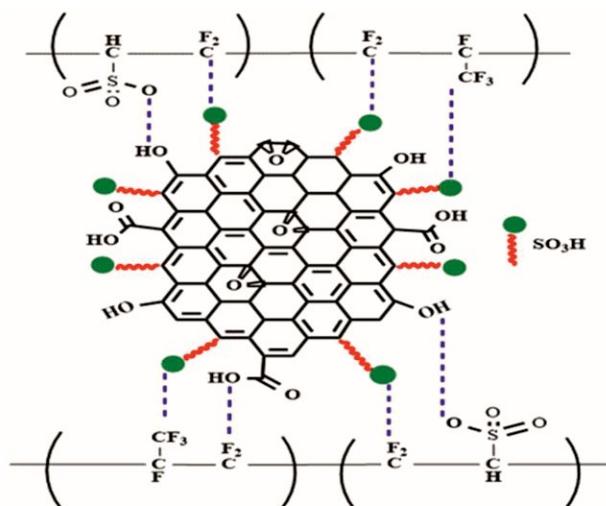
## हाइड्रोजन उत्पादन के लिए एसिड प्रतिरोधी सल्फोनेटेड पॉली (विनाइलिडीन फ्लोराइड-सह-हेक्साफ्लोरोप्रोपाइलीन) / ग्राफीन ऑक्साइड कम्पोजिट युक्त धनायन एक्सचेंज झिल्ली

### Acid resistant sulfonated poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene)/graphene oxide composite cation exchange membrane for hydrogen production.

आयोडीन-सल्फर इलेक्ट्रोकेमिकल बुन्सेन प्रक्रिया (I-S चक्र) में अम्ल/ उपचयन-प्रतिरोधी एलीफैटिक-पॉलीमर आधारित धनायन-एक्सचेंज झिल्ली (CEM) की तत्काल आवश्यकता है। I-S चक्र के ऑपरेटिंग वातावरण के तहत, व्यावसायिक रूप से उपलब्ध CEM (परफ्लोरोसल्फोनिक एसिड बहुलक जैसे नेफिऑन) इलेक्ट्रो-ऑस्मोसिस के माध्यम से अत्यधिक द्रव्यमान हस्तांतरण को प्रदर्शित करता है और इसकी चालकता झिल्ली निर्जलीकरण के कारण बिगड़ती है, जबकि एरोमेटिक हाइड्रोकार्बन आधारित पॉलीमर उपचयन क्षय के कारण कम जीवनकाल दिखाते हैं। यहाँ हमने पॉलीमर मैट्रिक्स में हाइड्रोफिलिक गुण को पॉली (विनाइलिडीन फ्लोराइड-सह-हेक्साफ्लोरोप्रोपाइलीन) (PVDF-co-HFP) के आंशिक सल्फोनेशन के द्वारा समाविष्ट किया, और I-S चक्र से पानी के विभाजन द्वारा हाइड्रोजन उत्पादन के लिए सल्फोनेटेड PVDF-co-HFP (SPVDF)/ सल्फोनेटेड GO (SGO) कम्पोजिट अम्ल प्रतिरोधी CEMs के विभिन्न संयोजन तैयार किये। इन CEMs को अत्याधुनिक Nafion 117 झिल्ली की तुलना में बड़े पैमाने पर उनकी रूपात्मक विशेषताओं, आयन-विनिमय क्षमता (IEC), जल उठाव, चालकता और स्थिरता (यांत्रिक, रासायनिक और थर्मल) के लिए परखा गया। Nafion 117 (बान्ध्य जल मात्रा: 1.04%) की तुलना में उपयुक्त मूल्यांकित SPVDF/SGO40 CEM (बान्ध्य जल मात्रा: 3.17%) में 3 गुना उच्च बान्ध्य जल मात्रा झिल्ली को निर्जलीकरण से बचाती है और इस प्रकार झिल्ली की चालकता को भी बनाए रखती है। आयोडीन-सल्फर (I-S) बुन्सेन प्रक्रिया को द्वि-कक्ष इलेक्ट्रोलाइटिक सेल (डायरेक्ट कॉन्टैक्ट-मोड) में झिल्ली इलेक्ट्रोलिसिस द्वारा

The acid/ oxidative-resistant aliphatic-polymer-based cation-exchange membrane (CEM) is urgently required for water splitting by iodine-sulfur electrochemical Bunsen process (I-S cycle). Under operating environment of I-S cycle, commercially available CEM (perfluorosulfonic acid polymers such as Nafion) exhibits excessive mass transfer via electro-osmosis and its conductivity deteriorates due to membrane dehydration, while aromatic hydrocarbon based polymers showed short lifetimes due to the oxidative degradation. Herein we achieved partial sulphonation of poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) (PVDF-co-HFP) to introduce hydrophilic character in the polymer matrix, and prepared sulphonated PVDF-co-HFP (SPVDF)/ sulphonated GO (SGO) composite acid resistant CEMs with different composition for water splitting via I-S process for hydrogen production. These CEMs were extensively characterized for their morphological characteristics, ion-exchange capacity (IEC), water uptake, conductivity, and stabilities (mechanical, chemical, and thermal) in comparison with state-of-art Nafion117 membrane. About 3-fold high bound water content of suitable assessed SPVDF/SGO40 CEM (bound water content: 3.17%) in comparison with Nafion 117 (bound water content: 1.04%) avoids the membrane dehydration and thus any deterioration in membrane conductivity. Iodine-Sulfur (I-S) Bunsen process was successfully performed by





**चित्र:** हाइड्रोजन उत्पादन के लिए इलेक्ट्रोकेमिकल बुन्सेन प्रक्रिया (आयोडीन-सल्फर चक्र) द्वारा जल के विघटन के लिए सल्फोनेटेड पॉली (विनाइलीडीन फ्लोराइड-सह-हेक्साफ्लोरोप्रोपलीन) पीवीडीएफ-को-एचएफपी/ सल्फोनेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड कम्पोजिट/ उपचयन प्रतिरोधी धनायन एक्सचेंज मेंब्रेन।

**Figure:** Sulphonated poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) PVDF-co-HFP/sulphonated graphene oxide composite acid/oxidative resistant cation exchange membrane for water splitting via electrochemical Bunsen process (iodine-sulfur cycle) for hydrogen production.

अलग-अलग संयोजनों के SPVDF/SGO कम्पोजिट CEMs का उपयोग करके सफलतापूर्वक सम्पन्न किया गया। एनोलाइट और कैथोलाइट में उत्पादित अम्ल के सैद्धांतिक और प्रयोगात्मक मानों में सामंजस्य पाया गया। इसके अलावा, SPVDF/SGO40 CEM का उपयोग करते हुए विद्युत रासायनिक बुन्सन प्रक्रिया के लिए अपेक्षाकृत उच्च धारा दक्षता (100% के करीब) ने किसी भी पार्श्व अभिक्रिया की अनुपस्थिति की पुष्टि की, जबकि  $H_2$  के एक मोल का उत्पादन करने के लिए लगभग  $300 \text{ kJ mol}^{-1}$  ऊर्जा खर्च हुई। अत्याधुनिक नेफियॉन 117 झिल्ली की तुलना में कम चालकता के बावजूद, SPVDF/SGO40 कम्पोजिट CEM को इसकी कम लागत वाली प्रकृति, उच्च बान्ध्य जल मात्रा और अत्यधिक अम्लीय वातावरण में उत्कृष्ट स्थायित्व के कारण IS (बुन्सेन) प्रक्रिया के माध्यम से जल के विघटन के लिए उपयुक्त उम्मीदवार के रूप में मूल्यांकन किया गया।

membrane electrolysis in a two-compartment electrolytic cell (direct contact-mode) using SPVDF/SGO composite CEMs of different compositions. Theoretical and experimental values of acid produced in the anolyte and catholyte showed good agreement. Further, relatively high current efficiency (close to 100%) for electrochemical Bunsen process using SPVDF/SGO40 CEM confirmed absence of any side reaction, while approximately  $300 \text{ kJ mol}^{-1}$  energy was consumed to produce one mol of  $H_2$ . In spite of low conductivity in compare with state-of-art Nafion 117 membrane, SPVDF/SGO40 composite CEM was assessed as suitable candidate for water splitting via I-S (Bunsen) process because of its low-cost nature, high bound water content and excellent stabilities in highly acidic environment attributed to the partial fluorinated segments in the membrane matrix.

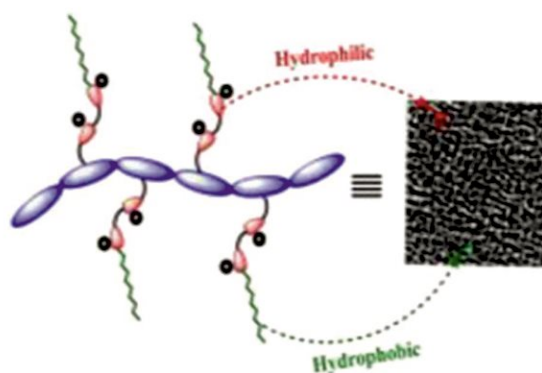
Journal of Membrane Science 552 (2019) 377-386

## फ्यूल सेल के लिए कंघी के आकार का पॉली (2,6-डाइमिथाइल फेनिलीन ऑक्साइड) आधारित क्षारीय स्थिर ऋणायन एक्सचेंज झिल्ली

### Comb-shaped poly (2,6-dimethyl phenylene oxide) based alkaline stable anion exchange membranes for fuel cells

N,N,N,N-टेट्रा मिथाइल-1,3-प्रोपेन डाइएमिन चतुर्तक ऋणायन एक्सचेंज झिल्ली (AEM) को अल्काइल चेन (DQCP-36) के साथ जोड़कर बड़े आयनिक समूहों वाले स्व-संकलित आकृति का गठन किया। सबसे उपयुक्त अनुकूलित AEM (DQCP-36) ने हाइड्रॉक्साइड आयन चालकता ( $4.66 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ ) में वृद्धि, आयन-विनिमय क्षमता ( $1.35 \text{ meq. g}^{-1}$ ) और निम्न सक्रियण ऊर्जा ( $11.52 \text{ kJ mol}^{-1}$ ) का प्रदर्शन किया। इन AEM ने स्व-संकलित आकृति (अच्छी तरह से संतुलित हाइड्रोफिलिक और हाइड्रोफोबिक डोमेन) और उत्कृष्ट स्थायित्व (थर्मल, क्षारीय और आयामी) को दिखाया।  $60^\circ\text{C}$  पर कठोर क्षारीय माध्यम (2M NaOH) के तहत, DQCP-36 AEM ने 700 h उपचार के बाद चालकता में लगभग 9% की कमी दिखाई, और क्षारीय फ्यूल सेल के लिए उपयुक्त साबित हुआ।

The N,N,N,N-Tetramethyl-1,3-propanediamine quaternized Anion Exchange Membrane (AEM) spliced with alkyl chain (DQCP-36) formed self-amassed morphology with larger ionic clusters. The most suitable optimized AEM (DQCP-36) demonstrated enhanced hydroxide ion conductivity ( $4.66 \times 10^{-2} \text{ S cm}^{-1}$ ), ion-exchange capacity ( $1.35 \text{ meq.g}^{-1}$ ) and lower activation energy ( $11.52 \text{ kJ mol}^{-1}$ ). These AEMs showed self-amassed morphology (well-balanced hydrophilic and hydrophobic domain) and excellent stabilities (thermal, alkaline and dimensional). Under harsh alkaline medium (2 M NaOH) at  $60^\circ\text{C}$ , DQCP-36 AEM showed about 9% reduction in conductivity after 700 h treatment, and proved to be a suitable candidate for alkaline fuel cells.



चित्र: TEM छवि के साथ कंघी के आकार के क्षारीय ऋणायन एक्सचेंज झिल्ली के विरचन हेतु कार्टून।

Figure: Cartoons for the preparation of comb shaped alkaline anion exchange membrane with TEM image.

International Journal of Hydrogen Energy 43 (2018) 21742-21749







## विषयवस्तु: पर्यावरण Theme: Environment

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

अपने प्रशिक्षित और अनुभवी मानव संसाधनों, समुद्री जीव विज्ञानी, सूक्ष्म जीव विज्ञानी, समुद्री रसायनज्ञ, पर्यावरण वैज्ञानिकों के साथ संस्थान विभिन्न उद्योगों के लिए पर्यावरणीय प्रभाव मूल्यांकन (ईआईए) और आधारभूत डेटा संग्रह से संबंधित परियोजना में बड़े पैमाने पर शामिल है। ये कार्य मुख्य रूप से वर्तमान पर्यावरण की स्थितियों को समझने और तटीय क्षेत्रों में स्थित किसी भी नए उद्योगों की स्थापना के लिए प्रदूषण के प्रभाव की भविष्यवाणी करने के लिए आवश्यक हैं। संस्थान तटीय या समुद्री जल में निर्वहन स्थान की पहचान के लिए वैज्ञानिक अध्ययन करने में भी शामिल है। हाल ही में सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने चार क्षेत्रों में NABET से मान्यता प्राप्त की है, जिसमें शामिल हैं: सेक्टर 22 (डिस्टिलरी), सेक्टर 30 (जहाज तोड़ने वाली इकाइयों सहित सभी जहाज तोड़ने वाले यार्ड), सेक्टर 33 (बंदरगाह, ब्रेक वाटर और ड्रेजिंग) और सेक्टर 36 [आम अपशिष्ट उपचार संयंत्र (CETPs)]। इस संस्थान में AQ को छोड़कर सभी क्षेत्र में आन्तरिक कार्यात्मक क्षेत्र विशेषज्ञ (FAE) भी हैं। इसलिए, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई स्वतंत्र रूप से उपरोक्त चार क्षेत्रों से संबंधित किसी भी परियोजना में मास्टर सलाहकार के रूप में काम कर सकता है। यह संस्थान विभिन्न पर्यावरण से संबंधित मुद्दों के समाधान के लिए प्रमुख उद्योगों के साथ परियोजनाओं में शामिल है। उनमें से कुछ हैं टाटा केमिकल्स, निरमा, जय केमिकल्स, सरिग्राम क्लीन इनिशिएटिव, गुजरात मैरीटाइम बोर्ड, अलंग की विभिन्न जहाज पुनः चक्रण उद्योग आदि। पर्यावरण प्रभाव मूल्यांकन और ऊपर उल्लिखित अन्य गतिविधियों के अलावा, संस्थान कोरल माइक्रोब पारस्परिकता, निर्मित आर्द्रभूमि, जैविक क्षरण और महत्वपूर्ण कार्बनिक प्रदूषकों के समुचित विश्लेषणात्मक विधि विकास, समुद्री जल के ऊर्जा खनिजों की वसूली के क्षेत्र में समुद्री पर्यावरण पर बुनियादी अनुसंधान में भी सक्रिय रूप से शामिल है। इस पृष्ठभूमि के साथ हम वर्ष 2018-19 में किए गए पर्यावरण संबंधी गतिविधियों का लेखा-जोखा प्रस्तुत कर रहे हैं।

### Thematic core competences:

The institute, with its trained and experienced human resources including marine biologist, microbiologist, marine chemist, environmental scientists, is involved extensively in the project related to environmental impact assessment (EIA) and baseline data collection for different industries. These works are mainly required to understand the present environment conditions and predicted pollution impact for establishment of any new industries located in coastal areas. The institute is also involved in conducting scientific studies for identification of discharge location in the coastal or marine water. Recently CSIR-CSMCRI has acquired accreditation from NABET in four sectors including sector 22 (Distilleries); Sector 30 (All ship breaking yards including ship breaking units); Sector 33 (Ports, harbours, break waters and dredging) and Sector 36 [Common Effluent Treatment Plants (CETPs)]. This institute also have in-house Functional Area Experts (FAE) in all the area except AQ. Therefore, CSIR-CSMCRI can independently work as master consultant in



any projects related to above four sectors. This institute is involved in projects with major industries for addressing various environment related issues. Some of them are Tata chemicals, Nirma, Jay chemicals, Sarigram Clean Initiative, Gujarat Maritime Board, different ship recycling industries at Alang etc. Apart from EIA and other activities mentioned above, the institute is also actively involved in basic research on marine environment in the area of coral microbe interaction, constructed wetland, biological degradation and suitable analytical method development of critical organic pollutants, recovery of energy minerals of seawater. With this background we are presenting an account of environmental related activities carried out in the year 2018-19.

### जय केमिकल इंडस्ट्रीज लिमिटेड, खंभात के लिए उपचारित अपशिष्ट के निर्वहन को फिर से शुरू करने के बाद उपचारित अपशिष्ट निर्वहन बिंदु की पर्याप्तता और स्थिरता अध्ययन

#### **Adequacy and stability study of treated effluent discharge point after resuming the discharge of treated effluent for Jay Chemical Industries Limited, Khambhat**

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने JCIL, यूनिट-IV, खंभात द्वारा उत्पादित उपचारित अपशिष्ट की समान क्षमता के निर्वहन को फिर से शुरू करने के संबंध में पर्याप्तता और स्थिरता का अध्ययन किया। 2007 में सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई द्वारा एक तीव्र ईआईए किया गया था और डिस्चार्ज पॉइंट (DP) का स्थान चिह्नित किया गया था। चूकी ईआईए को 10 साल से अधिक समय पहले किया गया था, हमने अक्टूबर 2018 में उन्हीं स्थानों पर नमूना स्टेशनों को रखते हुए, जैविक और रासायनिक दोनों मापदंडों के संबंध में जल की गुणवत्ता का फिर से विश्लेषण किया। 2007 की

CSIR-CSMCRI conducted the adequacy and stability study with relation to resuming the discharge of same capacity of treated effluent produced by JCIL, Unit-IV, Khambhat. A rapid EIA was carried out in 2007 by CSIR-CSMCRI and location of discharge point (DP) was marked. As EIA was carried out more than 10 years ago, water quality with respect to both biological and chemical parameters were analysed again, keeping the same location as our sampling stations in October 2018. High tide (HT) and low tide (LT) data were collected for all the sampling stations during the rapid



चित्र: अक्टूबर 2018 के दौरान समुद्री निगरानी सर्वेक्षण।

**Figure:** Marine monitoring survey conducted during October 2018.

पिछली तीव्र आईए अध्ययन को दौरान उच्च ज्वार (एचटी) और कम ज्वार (एलटी) डेटा सभी नमूना स्टेशनों के लिए एकत्र किये गये थे, इसी तरह अक्टूबर 2018 में सभी नमूना स्टेशनों के लिए एचटी और एलटी डेटा एकत्र किए गए। सभी परीक्षण किए गए मापदण्ड वैधानिक अधिकारियों द्वारा निर्धारित अनुमेय सीमाओं के अनुपालन में थे। भारी धातुओं की मात्रा परख की सीमा से नीचे थे और यह पाया गया कि पिछले अध्ययन की तुलना में सूक्ष्मजीवी प्रदूषण में कमी आई है। परिणामों से, यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि मौजूदा वातावरण में समान क्षमता वाले प्रवाह का निर्वहन किया जा सकता है। हालांकि, उपचारित अपशिष्ट निर्वहन गतिविधि को पुनः शुरू करने के बाद पर्यावरण गुणवत्ता की आवर्ती निगरानी की सिफारिश की गई।

EIA study earlier in 2007, similarly in October 2018, HT and LT data were collected for all the sampling stations. All the tested parameters were in compliance with the permissible limits as prescribed by the statutory authorities. The heavy metals were below the detection limits and it was found that the microbial pollution has reduced in comparison to the previous study. With the findings, it can be concluded that effluent with the same capacity can be discharged in the existing environment. However, periodic monitoring of the environmental quality after resuming the treated effluent discharge activity was recommended.

### प्रिया ब्लू इंडस्ट्रीज (PBI) प्राइवेट लिमिटेड, अलंग की पर्यावरण निगरानी

#### Environmental Monitoring of Priya Blue Industries (PBI) Pvt. Ltd., Alang

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई समुद्र के पानी, भूजल, तलछट, समुद्र तट की मिट्टी, परिवेशी वायु गुणवत्ता और शोर के विभिन्न पर्यावरणीय मापदंडों के नमूने और विश्लेषण में शामिल है। फिजियो-केमिकल मापदंडों, रंगद्रव्य, भारी धातुओं, पॉली न्यूक्लियर एरोमेटिक्स और सूक्ष्म जैविक विशेषताओं के लिए समुद्री जल / भूजल के नमूनों का विश्लेषण किया गया। तलछट और मिट्टी के नमूनों का विश्लेषण उनकी बनावट, कार्बनिक कार्बन, पेट्रोलियम हाइड्रोकार्बन के

CSIR-CSMCRI involved in the sampling and analysis of various environmental parameters of sea-water, ground water, sediment, beach soil, ambient air quality and noise. Seawater/ground water samples were analysed for the physio-chemical parameters, pigments, heavy metals, poly nuclear aromatics and microbiological characteristics. Sediments and soil samples were analysed for their texture, organic carbon, petroleum hydrocarbons. The



चित्र: प्रिया ब्लू इंडस्ट्रीज, अलंग का कार्य स्थान और परिवेशी वायु एस्बेस्टोस की निगरानी।

Figure: Work place area of Priya Blue Industries, Alang and ambient air asbestos monitoring.





लिए किया गया। परिवेशी वायु की निगरानी कणिका पदार्थ, ओजोन, अमोनिया, सल्फर और नाइट्रोजन के ऑक्साइड, भारी धातुओं, बेंजीन, बेंजो (ए) पायरीन और एस्बेस्टोस के अध्ययन द्वारा किया गया।

ambient air monitoring was conducted by studying the particulate matter, ozone, ammonia, oxides of sulphur and nitrogen, particulate heavy metals, benzene, benzo(a)pyrene and asbestos.

## थर्मल प्लाज्मा प्रौद्योगिकी का उपयोग करके क्लॉन्ट विलायकों के सुरक्षित निपटान पर व्यवहार्यता अध्ययन

### Feasibility study on safe disposal of spent solvents using thermal plasma technology

प्लाज्मा पाइरोलिसिस/ गैसीकरण तकनीक सुरक्षित और पर्यावरण के अनुकूल तरीके से क्लॉन्ट कार्बनयुक्त विलायकों का निपटान कर सकती है। प्रणाली में सहायक उपकरण हैं, जो उत्पन्न गैसों को जलाने में मदद करते हैं या उच्च कैलोरी मान गैस उत्पादित कर सकते हैं, जिसे आगे उपयोगी ऊर्जा में परिवर्तित किया जा सकता है। संस्थान द्वारा उत्पन्न विलायक अपशिष्ट निपटान के लिए 15 किग्रा/घंटा प्लाज्मा पाइरोलिसिस प्रणाली को सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, प्रायोगिक नमक फार्म में स्थापित किया गया है। संयंत्र 13.01.2017 को एफसीआईपीटी, आईपीआर द्वारा कमीशन किया गया था। चित्रण सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई परिसर में 15 किग्रा/घंटा प्लाज्मा पाइरोलिसिस संयंत्र के साथ-साथ स्थापित कुछ पुर्जों और

The plasma pyrolysis/ gasification technology can dispose the spent carbonaceous solvents in a safe and environment friendly manner. The system has accessories, which help to burn off the generated gases or can produce high calorific value gases, that can be further converted to useful energy. 15kg/hr plasma pyrolysis system for Institute generated solvent waste disposal was installed at CSIR-CSMCRI, experimental salt farm. The plant was commissioned on 13.01.2017 by FCIPT, IPR. The illustration shows the 15 kg/hr plasma pyrolysis plant at CSIR-CSMCRI premises as well as some of the parts and accessories installed. The testing of the system was carried out throughout the year along with FCIPT, IPR



चित्र: (a) ग्रेफाईट की छड़ें; (b) भाप उत्पादक; (c) नियंत्रण इकाई; (d) ऑनलाइन गैस विश्लेषक।

**Figure:** (a) Graphite rods; (b) steam generator; (c) control unit (d) online gas analyser.

सामान को दर्शाता है। सिस्टम का परीक्षण एफसीआईपीटी, आईपीआर टीम के साथ पूरे वर्ष किया गया और यह प्रणाली

team and the system was ready to run on spent solvents from May 2018. The feasibility study was carried out under DST funded project.



मई 2018 से क्वांट विलायक पर चलने के लिए तैयार थी। डीएसटी वित्त पोषित परियोजना के तहत व्यवहार्यता अध्ययन किया गया। तरल फीडर के माध्यम से प्लाज्मा सिस्टम में मिश्रित अपशिष्ट विलायक को चार्ज करने से पहले, अपशिष्ट विलायक मिश्रण की प्रमुख संरचना को समझने के लिए बैच का GCMS विश्लेषण सामान्य अभ्यास है, ताकि ऑपरेशन के लिए उपयुक्त तापमान का चयन किया जा सके। तदुपश्चात वांछित तापमान सेट किया गया और इंड्यूस्ड ड्राफ्ट (आईडी) पंखों को शीतलन टॉवर और प्लाज्मा मशाल के साथ चालू किया जाता है। वांछित तापमान की पहुंच पर, तरल फीडर पंप शुरू किया जाता है और विलायक को सीधे मशाल पर छिड़का जाता है।

Before charging the mixed waste solvent into the plasma system through liquid feeder, the usual practice is to conduct GCMS of the batch to comprehend the major composition of the waste solvent mixture, so as to select the suitable temperature of operation. Followed by the desired temperature was set and the Induced draft (ID) fans was started along with cooling tower and plasma torch switched on. On the reach of the desired temperature, the liquid feeder pump is started and solvent is sprayed directly on the torch.

### विभिन्न प्रकार के जल स्रोतों में बैक्टीरियल संदूषण का पता लगाने के लिए सरल, एक-चरण रंजक-आधारित किट

#### Simple, one-step dye-based kit for bacterial contamination detection in a range of water sources

वर्तमान अध्ययन किसी भी प्रकार के जल स्रोत में जीवित बैक्टीरिया का पता लगाने के लिए एक झिल्ली-आधारित किट (स्ट्रिप) को प्रतिवेदित करता है जिसमें टेट्राजोलियम रंजक और कार्बन स्रोत शामिल है। बैक्टीरिया युक्त जल में डुबाए जाने पर स्ट्रिप के रंग में परिवर्तन देखा जाता है, जो किसी भी महंगे उपकरण की आवश्यकता के बिना दृष्टिक निरीक्षण के माध्यम से संदूषण का लगा सकता है। रंग परिवर्तन में लगने वाले समय के आधार पर स्ट्रिप ने *E.coli* के विभिन्न सांद्रता को कुशलतापूर्वक आंका। इस प्रकार प्राप्त परिणाम दर्शाते हैं कि झिल्ली-आधारित स्ट्रिप विभिन्न प्रकार के पानी के नमूनों में मौजूद जीवाणुओं को परिमाणित कर सकती है। इस किट ने विभिन्न पर्यावरणीय जल के नमूनों (तालाब, समुद्र, जमीन और नगर निगम के पानी) में भी सफलतापूर्वक काम किया, जो विभिन्न अंत-उपयोगकर्ताओं, जैसे एक्वाकल्चर उद्योग, स्विमिंग पूल और घरेलू / नगरपालिका पानी आदि, द्वारा इसकी स्वीकार्यता में सुधार कर सकता है। ये स्ट्रिप्स

The present study reports a membrane-based kit (strip) that comprises tetrazolium dye and a carbon source for the detection of live bacteria in any kind of water source. Color change is observed on the strip when dipped into water containing bacteria that allows visual detection of contamination without the need of any expensive instruments. The strip efficiently estimated different concentrations of *E. coli* in the water on the basis of time taken to change the color. The results thus obtained supported that membrane-based strip could quantify live bacteria present in a variety of water samples. The kit also successfully worked in various environmental water samples (pond, sea, ground and municipal water) which may improve its acceptability by different end users such as in aquaculture industry, swimming pool and domestic/municipal water etc. These strips exhibit a feasible manufacturing approach for low-cost



अधिकांश जल स्रोतों में कम लागत में जीवाणु का पता लगाने वाले व्यवहार्य विनिर्माण दृष्टिकोण का प्रदर्शन करते हैं।

bacterial detection in majority of water sources.

**चित्र:** जल में बैक्टीरियल संदूषण का पता लगाने के लिए रंजक-आधारित बैक्टीरियल किट।

**Figure:** Dye-based bacterial kit for detection of bacterial contamination in water.



## भारी धातु के चयनात्मक निवारण हेतु मैग्नीशियम डोप्ड लिथियम मैंगनीज ऑक्साइड नैनोसोर्बेंट और उनके पॉलिमर संमिश्र मनका

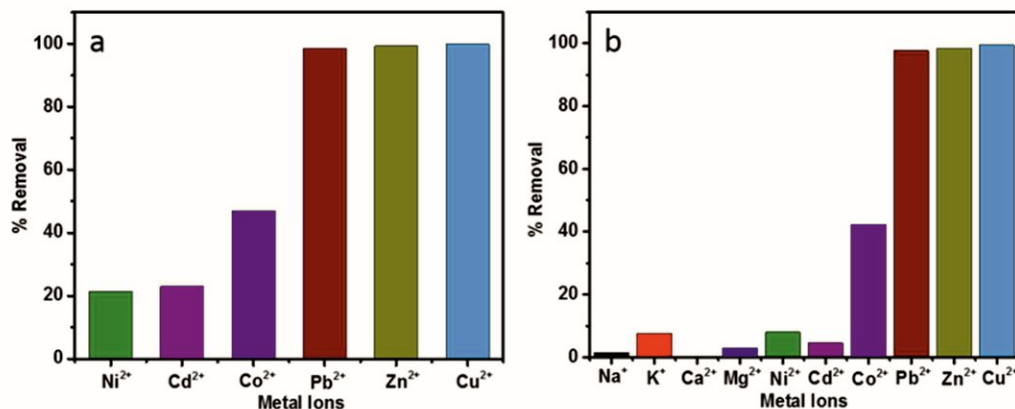
### Magnesium doped lithium manganese oxide nanosorbent and their polymer composite beads for selective heavy metals removal

मैग्नीशियम डोप्ड लिथियम मैंगनीज ऑक्साइड नैनोसोर्बेंट एकल चरण ठोस प्रावस्था विधि द्वारा सफलतापूर्वक तैयार किया गया। तैयार नैनोसोर्बेंट ने छद्म द्वितीय श्रेणी गतिकी और लैंगमुअर अधिशोषण तंत्र को प्रदर्शित किया। नैनोसोर्बेंट ने भारी धातु आयनों के लिए विशिष्ट चयनात्मकता  $Ni^{2+} < Co^{2+} < Cd^{2+} < Pb^{2+} < Zn^{2+} < Cu^{2+}$  के चयनात्मकता क्रम के साथ अलग-अलग अधिशोषण क्षमता 66.54, 49.46, 56.15, 17.80, 15.52 और 7.94  $mgg^{-1}$  प्रदर्शित की, एवं आम दखलंदाज धातु आयनों ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  और  $Ca^{2+}$ ) जो प्राकृतिक जल के सभी स्रोतों, दूषित पानी और औद्योगिक कचरे के साथ सह-अस्तित्व में होते हैं, के लिए कोई महत्वपूर्ण प्रतिक्रिया नहीं देते। इन सभी आयनों के मिश्र मैट्रिक्स में एक प्रतिस्पर्धी भारी धातु अधिशोषण अध्ययन ने अलग-अलग अधिशोषण निष्पादन के अनुरूप चयनात्मकता प्रवृत्ति का प्रदर्शन किया और तीन भारी धातु आयनों ( $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ) के लिए लगभग पूर्ण निवारण की क्षमता को प्रदर्शित किया। पॉलीस्टायरीन-नैनोसोर्बेंट संमिश्र मनकों ने, मूल नैनोसोर्बेंट के समान तथा आम दखलंदाज धातु आयनों की

Magnesium doped lithium manganese oxide nanosorbent has been prepared successfully by a single step solid state method. Prepared nanosorbent has shown pseudo second order kinetics and Langmuir adsorption mechanism. Nanosorbent have shown a specific selectivity for heavy metal ions with selectivity order of  $Ni^{2+} < Co^{2+} < Cd^{2+} < Pb^{2+} < Zn^{2+} < Cu^{2+}$  with individual adsorption capacity 66.54, 49.46, 56.15, 17.80, 15.52 and 7.94  $mgg^{-1}$ , and no significant response for common interfering metal ions ( $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Mg^{2+}$  and  $Ca^{2+}$ ) which are generally co-exist with all-natural sources of water, contaminated water and industrial waste. A competitive heavy metal adsorption studies with mixed matrix of all these ions have exhibited selectivity trend almost similar to individual adsorption performance and nearly complete removal capability for three heavy metal ions ( $Pb^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Cu^{2+}$ ). Polystyrene-Nanosorbent composite beads have shown explicit selectivity and adequate removal performance for heavy metal ions even in the

उपस्थिति में भी, भारी धातु आयनों के लिए स्पष्ट चयनात्मकता और पर्याप्त निवारण व्यवहार का प्रदर्शन किया।

presence of common interfering metal ions similar to pure nanosorbent.



चित्र: आम दखलंदाज आयनों की (ए) अनुपस्थिति और (बी) उपस्थिति में; भारी धातु आयनों के मिश्रित विलयन से भारी धातु निवारण का प्रदर्शन।

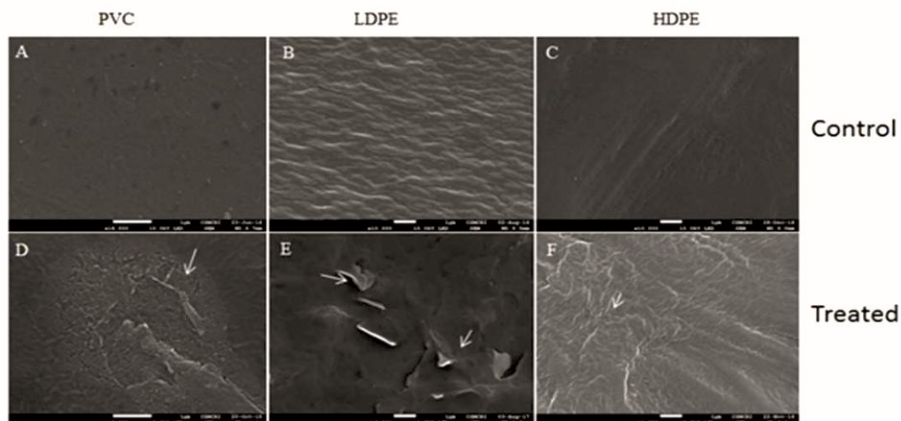
**Figure:** Heavy metal removal performance of nanosorbent from the mixed solution of heavy metal ions in (a) absence and (b) presence of common interfering ions.

### समुद्री बैक्टीरिया द्वारा पॉलीइथिलीन और पॉलीविनाइल क्लोराइड का क्षरण Polyethylene and polyvinyl chloride degradation by marine bacteria

विभिन्न विश्लेषणात्मक और सूक्ष्मदर्शी अवलोकनों के द्वारा समुद्री बैक्टीरिया के स्ट्रेन AIIW2 का पॉलीविनाइल क्लोराइड (पीवीसी), लो-डेंसिटी पॉलीइथाइलीन (एलडीपीई) और उच्च-घनत्व पॉलीइथाइलीन (एचडीपीई) पर बैक्टीरियल अवलंबन, क्षरण तथा अस्थिरता का तीन माह तक अध्ययन किया गया। 16S rRNA जीन अनुक्रम और फाइलोजेनेटिक विश्लेषण के आधार पर स्ट्रेन AIIW2 बेसिलस जाति के साथ 97.39% समानता दर्शाता है। बैक्टीरियल स्ट्रेन के साथ प्लास्टिक का क्षरण भार में कमी के द्वारा 90 दिनों के पश्चात अवधारित किया गया, जिसने पीवीसी, एलडीपीई और एचडीपीई फिल्मों के प्रारंभिक भार का क्रमशः 0.26%±0.02, 0.96%±0.02 और 1.0%±0.01 कम होना बताया। प्लास्टिक फिल्म का खनिजिकरण एलडीपीई में अधिकतम एवं इसके बाद एचडीपीई और पीवीसी का क्रम पाया गया। बैक्टीरिया की पारस्परिक क्रिया ने खुरदरापन बढ़ाया एवं प्लास्टिक की सतह का क्षरण किया, जो स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोप और एटॉमिक फोर्स माइक्रोस्कोप

Studies were carried out on the bacterial adherence, degradation and destabilization of polyvinyl chloride (PVC), low-density polyethylene (LDPE) and high-density polyethylene (HDPE) by marine bacterial strain AIIW2 by a series of analytical and microscopic observations over three months. Based on 16S rRNA gene sequence and the phylogenetic analysis the strain AIIW2 showed 97.39% similarity with *Bacillus* species. Degradation of plastics was determined by the weight loss after 90 days with bacterial strain, which detected up to 0.26%±0.02, 0.96%±0.02 and 1.0%±0.01 for PVC, LDPE and HDPE films, respectively over initial weights. The mineralization of plastic film was found to be maximum in LDPE followed by HDPE and PVC. Bacterial interaction had increased roughness and deteriorated the surface of plastics, which was revealed by the scanning electron microscope and atomic force microscope.





**चित्र:** पीवीसी (ए), एलडीपीई (बी) और एचडीपीई (सी) की नियंत्रित एवं बैक्टीरियल स्ट्रेन AIIW2 के साथ 30 दिनों के लिए उपचारित पीवीसी (डी), एलडीपीई (ई) और एचडीपीई (एफ) फिल्मों के सतहों में गिरावट को दर्शाती हुई स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी छवियाँ।

**Figure:** SEM images of PVC (A), LDPE (B) and HDPE (C) control films; and PVC (D), LDPE (E) and HDPE (F) after 30 days of incubation with bacterial strain AIIW2 demonstrate the surface deterioration.

द्वारा प्रकट होता है। एलडीपीई एवं एचडीपीई फिल्मों में एल्केन रॉक चेन ( $-\text{CH}_2$  और  $-\text{CH}_3$ ) और कार्बोनिल ( $-\text{CO}$ ) क्षेत्रों में बेन्डिंग वाइब्रेशन, पीवीसी में कार्बोक्सिलिक एसिड के हाइड्रॉक्सिल ( $-\text{OH}$ ) क्षेत्रों में मामूली स्ट्रेचिंग, जैसा की फूरियर ट्रांसफॉर्म इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रल अध्ययनों के माध्यम से पता चलता है, बैक्टीरिया की ऑक्सिडेटिव गतिविधियों को दर्शाता है। हालांकि, पीवीसी फिल्म की तुलना में एलडीपीई और एचडीपीई पर बैक्टीरिया की गतिविधिक अधिक थी, यह पीवीसी संरचना में क्लोरीन परमाणु की उपस्थिति के कारण हो सकता है, जो इसे बहुमुखी बनाता है। वर्तमान अध्ययन के परिणामों से समुद्री बैक्टीरिया के प्लास्टिक फिल्म पर समूहन और उसके द्वारा पॉलिमर संरचना के क्षरण का पता चला। यह प्लास्टिक के क्षरण के लिए सफल अवलंबन और कॉलोनाइज्ड स्थल पर निरंतर प्रयासों के बीच संभावित संबंध को दर्शाता है। वर्तमान अध्ययन बैक्टीरियल स्ट्रेन (AIIW2) के प्लास्टिक संरचना को अस्थिर करने के लिए एक उम्मीदवार के रूप में दर्शाता है, जिसे प्लास्टिक क्षरण करने वाले एंजाइम के उत्पादन के लिए और उनका प्लास्टिक कचरे को सुरक्षित तरीके से कम करने के लिए अनुकूलन किया जा सकता है।

Bending vibrations of the alkane rock chain ( $-\text{CH}_2$  and  $-\text{CH}_3$ ) and carbonyl ( $-\text{CO}$ ) regions in LDPE and HDPE films, slight stretching in the hydroxyl ( $-\text{OH}$ ) regions of carboxylic acid in PVC as evidenced by Fourier transform infrared spectral studies suggested the oxidative activities of the bacteria. Though, the bacterial activity was higher on the LDPE and HDPE than PVC film which may be due to the presence of chlorine atom in PVC structure making it more versatile. The results of the present study revealed the ability of marine bacterial strain for instigating their colonization over plastic films and deteriorating the polymeric structure. It reveals a possible relation of successful adherence and continued attack at the colonized site to the degradation of plastics. From the present study, it was revealed that the bacterial strain (AIIW2) found to be a candidate for destabilizing the plastic structure, which can be used for the production of plastic extricating enzymes and their optimization for safe plastic waste reduction.



## विषयवस्तु: जल

## Theme: Water

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई लगभग तीन दशकों से "जल" केंद्रीय विषय पर आधारित विविध क्षेत्रों में अत्यधिक अनुप्रयुक्त अनुसंधान कर रहा है। इस संस्थान के विभिन्न विभागों के वैज्ञानिकों ने नए बहुलक के संश्लेषण, नई निर्माण प्रक्रिया को डिजाइन करने और मेम्ब्रेन के साथ साथ कई पृथक्करण प्रक्रियाओं के विकास में बहुत योगदान दिया है। संस्थान सक्रिय रूप से समुद्र के जल के अलवणीकरण के लिए एकल चरण आरओ मेम्ब्रेन के विकास पर काम कर रहा है, इसके साथ ही जल के शुद्धिकरण और कीटाणुशोधन के लिए हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन आधारित घरेलू फिल्टर, पतली फिल्म संमिश्र नैनोफिल्टरेशन मेम्ब्रेन के विकास, मेम्ब्रेन बायोरिएक्टर पर भी अनुसंधान जारी है। दूषित जल से आर्सेनिक और फ्लोराइड के निराकरण, आरओ मॉड्यूल निर्माण, आरओ मेम्ब्रेन मॉड्यूल पुनर्युजीकरण, जल के विलवणीकरण और शुद्धिकरण के लिए विभिन्न आयन विनिमय मेम्ब्रेन का विकास भी संस्थान का लक्ष्य है। संस्थान का आउटपुट, प्रौद्योगिकी/ प्रक्रिया/ उत्पाद विकास, अंतरराष्ट्रीय स्तर पर प्रतिष्ठित जर्नलों में गुणवत्ता प्रकाशन और विभिन्न सामाजिक गतिविधियों में भागीदारी द्वारा पूर्णतः संतुलित है। आईपी अधिकार उन प्रक्रियाओं में से कुछ की रक्षा करता है और उनमें से कुछ को विभिन्न लाइसेंसधारियों को हस्तांतरित किया गया है। इस संक्षिप्त अवलोकन के साथ, हम 2018-19 के दौरान किए गए हमारे कुछ उल्लेखनीय कार्यों को प्रस्तुत करते हुए प्रसन्नता महसूस कर रहे हैं।

### Thematic core competences:

CSIR-CSMCRI has been working in the diverse and highly applied research areas based on the central theme of "water" for about three decades. Scientists from various divisions of this institute have contributed immensely for the synthesis of new polymer, designing new fabrication process and developing membranes and many separation processes. We are actively working on the development of single stage RO membrane for sea water desalination, hollow fiber membrane based high-flux domestic filter for water clarification and disinfection, tailoring the substrate and rejection layer of thin film composite nanofiltration membranes, membrane bioreactor, mitigation of arsenic and fluoride from contaminated water, optimization of spiral module winding method, membrane module rejuvenation, development of different ion exchange membranes for water desalination and purification. The institute's output is well balanced by technology/ process/ product developments, quality publications in internationally reputed journals and various societal activities. IP right protects 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 2018-19.





## समुद्री जल विलवणीकरण के लिए एकल चरण आरओ मेम्ब्रेन का विकास

### Development of single stage RO membrane for seawater desalination

मेम्ब्रेन विज्ञान और पृथक्करण प्रौद्योगिकी विभाग के वैज्ञानिकों ने उच्च टीडीएस (20000 से 40000 पीपीएम) जल को पेय जल में परिवर्तित करने के लिए स्वदेशी एकल-चरण आरओ विलवणीकरण मेम्ब्रेन का विकास किया है। विकसित आरओ मेम्ब्रेन 30000 पीपीएम के जल का एक ही चरण में विलवणीकरण करके उसका टीडीएस 350-500 पीपीएम तक लाने में सक्षम है। यह इंगित करता है कि विकसित मेम्ब्रेन समुद्र के जल से एकल चरण में 98% से अधिक लवण को अस्वीकृत करने की क्षमता रखती है। उत्पादित जल के टीडीएस को लगभग 300 पीपीएम के आसपास लाने के लिए आगे कार्य जारी है। 800-900 पीएसआई के दायरे में उच्च दबाव से निपटने में सक्षम समुद्री जल विलवणीकरण के लिए विभिन्न आकारों के मेम्ब्रेन मॉड्यूल विकसित करने के लिए कार्य भी प्रगति पर है।

Scientists in the Discipline of Membrane Science and Separation Technology reported development of single-stage desalination membrane for treating high TDS (20000 to 40000 ppm) water indigenously. The discipline states that the recently developed RO membranes are capable of desalinating water of 30000 ppm in a single stage to bring down the product water TDS in the range 350-500 ppm. This indicates that the membranes developed are capable of rejecting more than 98% salt in single stage from seawater. Further work is in progress to bring down the product water TDS precisely around 300 ppm. Work is in progress to develop membrane modules of different sizes for sea water desalination capable of handling high pressure in the range of 800-900 psi.

## जल के शुद्धीकरण और कीटाणुशोधन के लिए उच्च-प्रवाह हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन आधारित घरेलू फिल्टर

### Hollow fibre membrane based high-flux domestic filter for water purification and disinfection

हमारा लक्ष्य विद्युत ऊर्जा रहित, लागत-प्रभावी, गुरुत्वाकर्षण सहायित जल निस्पंदन इकाई विकसित करना है। हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन को बनाने के लिए विभिन्न पॉलीमर और प्रक्रिया मापदंडों का उपयोग किया गया। मेम्ब्रेन का गुणधर्म उनके द्वारा जल के प्रवाह, आणविक भार में कटौती और अनुप्रस्थ काट आकारिकी के द्वारा की गई। विभिन्न आकारों के हॉलो फाइबर मॉड्यूल का निर्माण किया गया तथा उनके प्रदर्शन का मूल्यांकन किया गया। यह पाया गया है कि हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन 10 psi के संचालन दबाव में 164 एलएमएच का प्रवाह प्रदान करती है एवं 100 kDa और 200 kDa पीईओ को अस्वीकृत करती है। मेम्ब्रेन द्वारा नल के जल से बैक्टीरिया की 6 लॉग कमी, वायरस की 4 लॉग कमी और NTU में > 99.9% का प्रदर्शन किया। स्वदेशी रूप से विकसित हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन पर आधारित जल निस्पंदन

The target of the work is to develop cost-effective, gravity assisted water filtration unit operated without any electrical energy input. Different polymers and process parameters were used for preparation of hollow fibre membrane. Membranes have been characterized with respect to their water flux, molecular weight cut-off and cross sectional morphology. Hollow fibre module of different sizes were fabricated and performance has been evaluated. It is observed that the hollow fibre membranes exhibited a flux of 164 LMH at operating pressure of 10 psi with total rejection of 100 kDa and 200 kDa PEO. The membranes exhibited 6 log reduction of bacteria, 4 log reduction of virus and >99.9% in NTU in Tap water. Water filtration unit based



**चित्र: हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन पर आधारित घरेलू फिल्टर**

**Figure: Domestic Hollow Fibre Filter**

इकाई का निर्माण किया गया है। हॉलो फाइबर मॉड्यूल से पहले नल के जल को एक माइक्रोन फिल्टर एवम कार्बन फिल्टर से गुजारा जाता है जो निलंबित कणों गंध और रंग (यदि कोई हो) को जल से निकाल देते हैं। फिल्टर प्रति मिनट 1.3 से 1.5 लीटर पीने योग्य जल का उत्पादन किसी भी विद्युत ऊर्जा के बिना सिर्फ गुरुत्वाकर्षण (7 - 8 psi) के द्वारा करता है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने पाँच स्वदेशी रूप से विकसित हॉलो फाइबर मेम्ब्रेन पर आधारित घरेलू फिल्टर **Rinzai Hydratech** (लाइसेंसियों) को उनके प्रदर्शन मूल्यांकन के लिए दिये हैं। गुजरात के सौराष्ट्र के विभिन्न गांवों में इस तरह के फिल्टर की भारी मांग है।

on indigenously developed hollow fibre membranes has been fabricated. Hollow fibre module is preceded by one micron filter to remove the suspended particles and carbon filter for the removal of odour and colour (if any) from the feed water. The filter works just under gravitation (7 - 8 psi) without any electrical energy input and produce 1.3 to 1.5 L of potable water per minute. CSIR-CSMCRI has handed over 5 numbers of indigenously developed hollow fibre membrane based domestic filter to **Rinzai Hydratech** (licensees) for their performance evaluation. There is huge demand of such filters in different villages of Saurashtra, Gujarat.

### पीवीडीएफ संमिश्र हॉलो फाइबर पर आधारित मेम्ब्रेन बायोरिएक्टर

#### Membrane bioreactor based on the PVDF composite hollow fiber

पीवीडीएफ हॉलो फाइबर युक्त, 15 सेमी व्यास और 50 सेमी लंबाई के एमबीआर मॉड्यूल तैयार किए गए हैं। फाइबर अच्छी यांत्रिक दृढ़ता प्रदर्शित करते हैं तथा इनका उपयोग जलमग्न

MBR modules of 15 cm diameter and 50 cm length comprising of the PVDF hollow fibers were fabricated. The fibers showed good mechanical strength that the fibers can





एमबीआर प्रणाली की परिचालन स्थितियों के तहत हो सकता है। फीड को जैविक प्रक्रिया के लिए 500 सेमी<sup>3</sup>/मिनट के वायु प्रवाह दर के साथ लगातार प्रसारित किया जाता है और पुनः प्रयोज्य उत्पाद जल को एक वैक्यूम पंप द्वारा 100-200 mbar के दबाव पर खींचा गया। दुग्ध अपशिष्ट जल के उपचार में एमबीआर प्रणाली 15 दिनों के लिए संचालित की गई, इस अवधि के दौरान प्रदर्शन स्थिर पाया गया।

withstand under the operating conditions of the submerged MBR system studied here. The feed was continuously aerated with air flow rate of 500 cm<sup>3</sup>/min for the biological process and the reusable product water was drawn by a vacuum pump at 100-200 mbar pressure. The MBR system in the treatment of dairy wastewater was operated for 15 days and found that the performance was stable during this period.

### पतली फिल्म संमिश्र नैनो फिल्ट्रेशन मेम्ब्रेन में सब्सट्रेट एवं अस्वीकृति परत का अनुकूलन: उच्च प्रवाह और अस्वीकृति की प्राप्ति

#### Tailoring the Substrate and Rejection Layer of Thin Film Composite Nanofiltration Membranes: Achievement of High Flux and Rejection

नैनोफिल्ट्रेशन मेम्ब्रेन की पारगम्यता और चयनात्मकता बैरियर स्तर के गुणों से सीधे प्रभावित होती है। सब्सट्रेट लेयर हालांकि मेम्ब्रेन के विलेय पृथक्करण व्यवहार पर कोई सीधा प्रभाव नहीं डालता है, लेकिन सब्सट्रेट स्थलाकृति में भिन्नता अल्ट्राथिन बैरियर परत की आकारिकी को प्रभावित करती है। अक्षत एवं नैनोकणों (TiO<sub>2</sub> और SiO<sub>2</sub>) द्वारा संशोधित पॉलीएक्रिलोनाइटाइल (PAN) आधारित अल्ट्राफिल्ट्रेशन मेम्ब्रेन सब्सट्रेट पर पॉलीपीपेराजीन ट्राइमेसामाइड नैनोफिल्ट्रेशन मेम्ब्रेन तैयार की गयी। मेम्ब्रेन के गुणों (जल-स्नेहता, विभव, सतह और अनुप्रस्थ काट आकारिकी, साम्य जल मात्रा आदि) पर नैनोकणों के प्रकृति एवं मात्रा के प्रभाव और प्रदर्शन का विस्तृत अध्ययन किया गया। यह देखा गया है कि नैनोकण संशोधित अल्ट्राफिल्ट्रेशन सब्सट्रेट पर तैयार नैनोफिल्ट्रेशन मेम्ब्रेन की विशेषता, अक्षत यूएफ सब्सट्रेट के मुकाबले न केवल उच्च प्रवाह बल्कि बेहतर एंटीफाउलिंग गुण भी हैं। पॉलीस्टाइरीन सोडियम सल्फेनेट - पॉलीपीपेराजीन ट्राइमेसामाइड और पॉलीएक्रिलिक एसिड- पॉलीपीपेराजीन ट्राइमेसामाइड के सेमी इंटरपेनिट्रेटिंग पॉलीमर नेटवर्क से बनी अल्ट्राथिन बैरियर लेयर को एनएफ मेम्ब्रेन बनाने के लिए अलग-अलग PAN अल्ट्राफिल्ट्रेशन सब्सट्रेट पर बनाया गया। अर्ध IPN मेम्ब्रेन ने 3-4 गुना अधिक प्रवाह (110±5 LHH), एकल और द्विसंयोजी आयनों के उत्कृष्ट अस्वीकृति

The permeability and selectivity of nanofiltration membranes are directly influenced by the properties of the barrier layer. The substrate layer although doesn't have any direct influence on the solute separation behavior of the membranes, however variation of the substrate topography influences the morphology of the ultrathin barrier layer. Polypiperazine trimesamide nanofiltration membranes have been prepared on virgin and nanoparticles (TiO<sub>2</sub> and SiO<sub>2</sub>) modified polyacrylonitrile (PAN) based ultrafiltration substrate membrane. The effects of the nature and doses of the nanoparticles on the membrane properties (hydrophilicity, potential, surface and cross-sectional morphology, equilibrium water content etc.) and performance have been thoroughly studied. It is observed that nanofiltration membranes prepared on nanoparticle modified ultrafiltration substrate are characterized not only by higher flux but also better antifouling properties than the membranes prepared on virgin UF substrate. Ultrathin barrier layer made of semi interpenetrating polymer network of Polystyrene sodium sulphonate-polypiperazine trimesamide and polyacrylic



अनुपात और असंशोधित मेम्ब्रेन की तुलना में बहुत बेहतर एंटीफाउलिंग गुणों को प्रदर्शित करती है।

acid- polypiperazine trimesamide were formed separately on PAN ultrafiltration substrate to form the NF membrane. Semi IPN membranes exhibited 3-4 times higher flux ( $110 \pm 5 \text{ LMH}$ ), excellent rejection ratio of mono and bivalent ions and much better antifouling properties than the unmodified membranes.

### मेम्ब्रेन आसवन द्वारा खारे जल का विलवणीकरण

#### Desalination of highly saline water through membrane distillation

सुपरहाइड्रोफोबिक सिलिका-पीवीडीएफ संमिश्र मेम्ब्रेन तैयार की गयी। मेम्ब्रेन की विलेय अस्वीकृति व्यवहार, सूक्ष्म-संरचना, आकारकी, सतह खुरदरापन तथा हाइड्रोफोबिसिटी का अध्ययन किया गया। ऑर्गेनोसिलिका नैनोपार्टिकल्स की वृद्धि के साथ मेम्ब्रेन का "लिक्विड एंट्री प्रेशर ऑफ वॉटर" (LEPw) में बढ़ाव हुआ जिसका कारण जल के प्रवाह में मेम्ब्रेन की सतह का उच्च प्रतिरोध आंका गया। यह सिलिका निगमन पर मेम्ब्रेन की सतह टोपोलॉजी और छिद्र संरचना में परिवर्तन का द्योतक है। इन मेम्ब्रेन के लिए  $\beta$ -पॉलिमॉर्फ सामग्री को लगभग 80-87% तक बढ़ाया गया। मेम्ब्रेन-आसवन प्रक्रिया के माध्यम से अत्यधिक खारे जल (3 - 20%) के विलवणीकरण के लिए मेम्ब्रेन का उपयोग किया गया।

Superhydrophobic Silica-PVDF composite membranes were prepared. Solute rejection behaviour, microstructure morphology, surface roughness and hydrophobicity of the membranes were studied. The "Liquid Entry Pressure of water" (LEPw) of the membranes were increased with addition of the organosilica nanoparticles because of higher resistance of membrane surface to the flow of water. This implies change in membrane surface topology and pore structure upon the silica incorporation. The  $\beta$ - polymorph content for these membranes was increased to about 80-87%. Membranes were explored for the desalination of highly saline water (3-20%) through membrane-distillation process.

Journal of Applied Polymer Science 135 (2018) 45718

### पतली फिल्म पॉलीएमाइड संमिश्र मेम्ब्रेन- जल से हेक्साकोनाजोल और आर्सेनिक का निराकरण

#### Thin film polyamide composite membrane- potentiality in mitigating hexaconazole and arsenic

हमने हेक्साकोनाजोल हटाने के संदर्भ में पतली फिल्म पॉलीपिपरिजिनामाइड संमिश्र मेम्ब्रेन की पृथक्करण क्षमता का अध्ययन किया। हेक्साकोनाजोल एक ट्राइजोल कवकनाशक है जिसका उपयोग कवक नियंत्रण के लिए किया जाता है। बेस मेम्ब्रेन के रूप में पॉलीसल्फोन पर पिपेरिजिन और टीएमसी (ट्राइमसॉयल क्लोराइड) के बीच इंटरफेसियल पॉलीमराइजेशन द्वारा पतली फिल्म संमिश्र

We have studied the separation ability of thin film polypiperizinamide composite membrane in terms of hexaconazole removal. Hexaconazole is a triazole fungicides used for controlling the fungi. Thin film composite polypiperizinamide membrane is prepared by interfacial polymerisation between piperazine and TMC (trimesoyl chloride) on polysulfone as base membrane. The prepared membrane is marked by its charged nanofiltration





पॉलीपीपरिजिनैमाइड मेम्ब्रेन तैयार की गयी। तैयार मेम्ब्रेन NaCl और Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> पृथक्करण व्यवहार (NaCl- 36% और Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>-96%) के संदर्भ में अपने आवेशित नैनोफिल्टरेशन व्यवहार द्वारा चिह्नित की गयी। मेम्ब्रेन हेक्साकोनाजोल अस्वीकृति के संदर्भ में अपनी क्षमता दर्शाती है। पतली फिल्म पॉलीएमाइड संमिश्र मेम्ब्रेन जल से 92.72% आर्सेनिक (V) हटाने के लिए भी उल्लेखनीय व्यवहार दिखाती है। यह भी दर्शाता है कि इस मेम्ब्रेन के लिए As (III) की तुलना में As (V) निष्कासन बहुत अधिक (~ 14%) होता है।

behaviour in terms of NaCl and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> separation behaviour (NaCl- 36% and Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>- 96%). The marked membrane is showing its potential in terms of hexaconazole rejection. Thin film polyamide composite membrane also shows remarkable behavior for arsenic removal and remove 92.72% As(V) from water. It also shows that As(V) removal is much more (~14%) compared to As(III) for this membrane.

### पेय जल को फ्लोराइड मुक्त करने हेतु कार्बनिक-अकार्बनिक बहुलक नेटवर्क का विकास Development of organic-inorganic polymeric network for defluoridation of water

नवीन जरकोनियम-आधारित ऑर्गेनोमेटलिक अधिशोषक, यानी, ZrVAc और ZrAN को जल से फ्लोराइड को कम करने के लिए विकसित किया गया। विकसित किए गए अधिशोषक यानि ZrVAc और ZrAN के अधिशोषण गुणों को सत्यापित करने के लिए प्रायोगिक कारकों जैसे कि विलयन pH के प्रभाव, सह-मौजूद ऋणायनों, तापमान, समतापीय मॉडल और सतह रसायन की जांच की गई। साम्य आंकड़े फ्रायंडलिच और लैंगमूर अधिशोषण आइसोथर्म के साथ भली प्रकार फिट होते हैं। उच्चतम फ्लोराइड अवशोषण की क्षमता क्रमशः 138 mg/g और 46mg/g (6 घंटों के लिए pH: 7.0±0.2, प्रारंभिक F<sup>-</sup> सांद्रता: 100 mg/L, अधिशोषक मात्रा: 0.5 g/L) पाई गई। ऊष्मागतिकीय स्थिरांक, ΔG, ΔH और ΔS अधिशोषण प्रक्रिया की स्वाभाविक प्रकृति को दर्शाता है। अधिशोषक pH 6.0-8.0 की दायरे में दक्ष अधिशोषण दर्शाता है, जो कि किसी भी दूषित पदार्थ के उत्सर्जन के बिना बाह्य जल अनुप्रयोग में सुरक्षित और पीने योग्य जल प्रदान करता है।

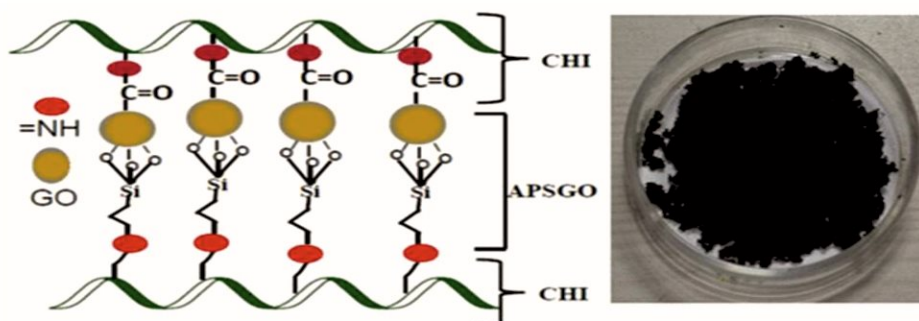
Novel zirconium-based organometallic adsorbents i.e., ZrVAc and ZrAN have been developed for mitigating fluoride from water. The experimental factors such as effects of solution pH, coexisting anions, temperature, isotherm models and surface chemistry were investigated to verify the adsorption properties of developed adsorbents i.e. ZrVAc and ZrAN. The equilibrium data were fitted well with Freundlich and Langmuir adsorption isotherms. The highest fluoride adsorption capacity was found to be 138 mg/g and 46mg/g (at pH: 7.0±0.2, initial F<sup>-</sup> concentration: 100 mg/L, adsorbent dose: 0.5 g/L for 6h) respectively. The thermodynamic constants ΔG, ΔH, and ΔS suggests the spontaneous nature of adsorption process. The adsorbents showed efficient adsorption in pH range of 6.0-8.0, which is preferable for field water application without leach out any contaminants and deliver safe and potable water.

Chemistry Select 3 (2018) 11765  
J. Applied Polymer Science, 35 (2018) 46993

## काइटोसिन-फन्क्शनेलाइज्ड ग्रेफीन ऑक्साइड द्वारा Pb (II) का चयनात्मक अधिशोषण Selective adsorption of Pb(II) by chitosan-functionalized graphene oxide

एक संघनन प्रतिक्रिया द्वारा अमीनोप्रोपाइलसिलेन ग्राफीन ऑक्साइड (APSGO) को संश्लेषित करके ग्राफीन ऑक्साइड (जीओ) का फन्क्शनेलाइजेशन किया गया। क्रॉस-लिंकड काइटोसिन (सीएचआई) अधिशोषक को अमीनो प्रोपाइलसिलेन ग्राफीन ऑक्साइड के साथ ग्लूटरलडिहाइड की उपस्थिति में सोल-जेल द्वारा अम्लीय माध्यम में संश्लेषित किया गया, और जलीय माध्यम में Pb (II) के अधिशोषण में

Functionalization of graphene oxide (GO) was achieved by synthesizing aminopropylsilane graphene oxide (APSGO) by a condensation reaction. Cross-linked chitosan (CHI) adsorbent grafted with aminopropylsilane graphene oxide was synthesized in acidic medium by sol-gel in the presence of glutaraldehyde, and assessed for Pb(II)



चित्र: Pb<sup>2+</sup> निवारण के लिए नवीन बहुलक संमिश्र अधिशोषक तैयार करने का योजना आरेख।

**Figure:** Schematic presentation for the preparation of novel polymer composite adsorbent for Pb<sup>2+</sup> removal.

मूल्यांकन किया गया। क्रॉस-लिंकड CHI-APSGO अधिशोषक का उपयोग द्वारा Pb(II) के चयनात्मक निष्कासन को अन्य धातु आयनों की तुलना में इसके बड़े हाइड्रेटेड त्रिज्या के कारण माना गया। ऊष्मागतिकीय मापदंडों ( $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$ , और  $\Delta S^\circ$ ) ने एक ऊष्माशोषी एवं स्वाभाविक प्रक्रिया की पुष्टि की, जबकि अधिशोषण साम्य लैंगमूर और फ्रायंडलिच आइसोथर्म का पालन करता है। CHI-APSGO अधिशोषक की अधिशोषण क्षमता 566.2 mg/g (pH 5.0 पर) अन्य अधिशोषकों की तुलना में अधिक थी। विशेषण अध्ययन ने अपशिष्ट जल से Pb (II) के चयनात्मक निष्कासन के लिए क्रॉस-लिंकड CHI-APSGO के प्रभावी उपयोग को दर्शाया।

adsorption in aqueous medium. Selective removal of Pb<sup>2+</sup> using cross-linked CHI-APSGO adsorbent was attributed to its larger hydrated radius than other metal ions. Thermodynamic parameters ( $\Delta G^\circ$ ,  $\Delta H^\circ$ , and  $\Delta S^\circ$ ) confirmed an endothermic and spontaneous process, while the equilibrium adsorption obeyed Langmuir and Freundlich isotherms. The adsorption capacity of CHI-APSGO adsorbent 566.2 mg/g (at pH 5.0) was comparatively higher than other adsorbents cited earlier. Desorption studies also revealed effective utilization of cross-linked CHI-APSGO material for selective removal of Pb (II) from wastewater.

ACS Sustainable Chemistry & Engineering 7 (2019) 1427-1436



## मेम्ब्रेन मॉड्यूल जीर्णोद्धार Membrane module rejuvenation

दुनिया भर में बढ़ते विलवणीकरण और जल के पुनः उपयोग की क्षमता के साथ, विलवणीकरण और जल पुनः उपयोग संयंत्रों से परित्यक्त किए जा रहे मेम्ब्रेन तत्वों की संख्या में बराबर वृद्धि हो रही है। हमने इन उपयोग की गयी मेम्ब्रेन तत्वों को फिर से उपयोग करने की प्रक्रिया तकनीक विकसित की है। इस तकनीक से परित्यक्त समुद्री जल रिवर्स ऑस्मोसिस मेम्ब्रेन का पुनर्युवीकरण करके कम लवणता वाले जल के विलवणीकरण या जल पुनः उपयोग के अनुप्रयोगों के लिए

With growing desalination and water reuse capacity across the world, there is an equivalent increase in number of membrane elements, being discarded from desalination and water reuse plants. We have developed the process technology of rejuvenating these membrane elements at the end of their lifespan. The technology can convert used and discarded Seawater Reverse Osmosis membrane elements into rejuvenated



**चित्र:** CSIR-CSMCRI के प्रायोगिक नमक फार्म पर मेम्ब्रेन जीर्णोद्धार के लिए पायलट प्लांट

**Figure:** Pilot plant for Membrane Rejuvenation at Experimental Salt Farm, CSIR-CSMCRI

उपयोग किया जा सकता है। इस तकनीक से परित्यक्त आरओ मेम्ब्रेन को अल्ट्राफिल्ट्रेशन मेम्ब्रेन में भी बदल जा सकता है। इस तरह की मेम्ब्रेन का संभावित अनुप्रयोग जल/ अपशिष्ट जल उपचार में हो सकता है। मेम्ब्रेन का इस प्रकार जीवन विस्तार न केवल अपशिष्ट से उपयोगिता पैदा करता है, बल्कि मेम्ब्रेन के उत्पादन से जुड़े ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को भी कम करता है। यह विशेष रूप से भारत के लिए बढ़ती घरेलू और औद्योगिक जल की मांग के शमन हेतु पर्यावरण के अनुकूल और आर्थिक रूप से आकर्षक समाधान के उद्देश्य से एक अनूठी सुविधा है।

membrane elements for low salinity water desalination or water reuse applications. It can also convert the discarded RO membrane into ultrafiltration membranes. Such membranes find potential applications in water/ wastewater treatment. Extension of membrane life will not only create value from waste, but also decrease greenhouse gas emission associated with production of components of membrane elements. It is a unique facility aiming at making desalination an environment friendly and economically attractive solution for mitigating the growing domestic and industrial water demand especially for INDIA.



## जल विलवणीकरण के लिए आयन विनिमय मेम्ब्रेन Ion exchange membranes for water desalination

पॉलीविनाइलिडीन फ्लोराइड आधारित कोपॉलीमर ऋणायन विनिमय मेम्ब्रेन (AEM) तैयार की गयी। AEMs को फ्री रेडिकल क्रियाविधि द्वारा पॉली (स्टाइरीन-सह-विनायलबेन्जाइल क्लोराइड) के असंतृप्त फ्लोराइडयुक्त आधार पर ग्राफ्टिंग द्वारा संश्लेषित किया गया। मेम्ब्रेन अच्छी आयन परीचलन दिखाती हैं, जिसमें आयन चालकता  $1.24 \times 10^{-2}$  S/cm से  $3.95 \times 10^{-2}$  के मध्य तथा आयन विनिमय क्षमता 0.64 से 1.36 meq/g के मध्य पायी गयी है। विलवणीकरण के दौरान ऋणायन एक्सचेंज मेम्ब्रेन के प्रदर्शन का मूल्यांकन बिजली की खपत और धारा-दक्षता के संदर्भ में किया गया तथा क्रमशः 1.46–1.89 kWh/kg और 78.31–85.46% पाया गया।

इंटरपेनिटरेटिंग नेटवर्क (IPN) प्रकार की PVC-St/ DVB पर आधारित विभिन्न मात्रा के साथ सल्फोनेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड (SGO) संमिश्र धनायन विनिमय मेम्ब्रेन (CEM) को सरल सॉल्यूशन कास्टिंग विधि के माध्यम से तैयार किया गया। PN CEM के लिए आयन विनिमय क्षमता और आयनिक चालकता क्रमशः 1.76 meq/g और  $4.7 \times 10^{-3}$  S/cm के साथ उच्चतम पाई गई। संमिश्र इंटरपेनिटरेटिंग नेटवर्क धनायन विनिमय मेम्ब्रेन असंशोधित मेम्ब्रेन की तुलना में बेहतर तापीय और यांत्रिक स्थिरता दिखाती है। इलेक्ट्रो-मेम्ब्रेन प्रक्रियाओं की ओर संश्लेषित संमिश्र आईपीएन मेम्ब्रेन की उपयुक्तता का मूल्यांकन इलेक्ट्रोडायलिसिस द्वारा जल के विलवणीकरण में किया गया। PM-5 IPN CEM संमिश्र मेम्ब्रेन के लिए जल के विलवणीकरण के दौरान बिजली की खपत और धारा दक्षता क्रमशः 1.07 kWh / kg और 82% पाई गई जो IPN मेम्ब्रेन के बीच बेहतर थी। गैर-विलायक प्रेरित फेस इनवर्सन दबाव-संचालित मेम्ब्रेन की तैयारी के लिए एक स्केलेबल, लागत प्रभावी तथा तेज प्रक्रिया है। यहाँ, हम पोलिविनाइलिडीन फ्लोराइड (PVDF) ब्लेंड पॉली (मिथाइल मेथैक्रिलेट) -को-पॉली (क्लोरोमेथाइल स्टाइलिन)

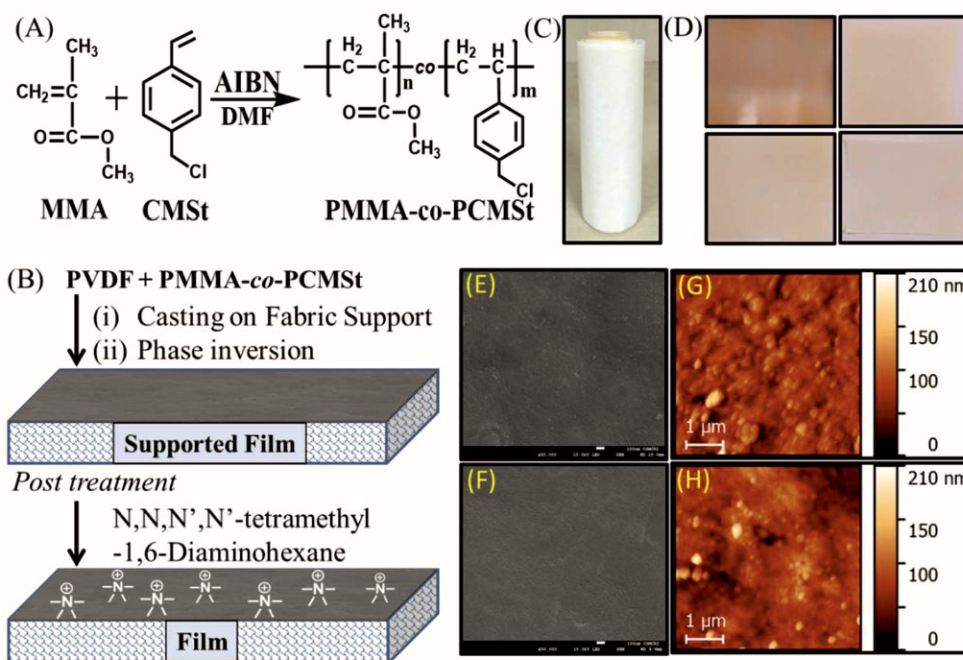
Polyvinylidene fluoride based copolymer anion exchange membranes has been prepared. AEMs were synthesized by grafting poly (styrene-co-vinylbenzyl chloride) on unsaturated fluorinated backbone using free radical mechanism. Membranes show good ion transport mechanism, having ionic conductivity of  $1.24 \times 10^{-2}$  S/cm to  $3.95 \times 10^{-2}$  S/cm and ion exchange capacity ranging between 0.64 and 1.36 meq/g. Performance of AEM during salt removal was evaluated in terms of power consumption and current efficiency and found in order of 1.46–1.89 kWh/kg and 78.31–85.46%, respectively.

Interpenetrating network (IPN) type composite cation exchange membranes (CEM) based on PVC-St/ DVB with different content sulfonated graphene oxide (SGO) has been prepared via simple solution casting method. Ion exchange capacity and ionic conductivity for IPN CEM was found to highest with values of 1.76 meq/g and  $4.7 \times 10^{-3}$  S/cm, respectively. Composite interpenetrating network cation exchange membranes (IPN CEM) show better thermal and mechanical stability in comparison with virgin membrane. The suitability of synthesized composite IPN membranes towards electro-membrane processes was evaluated against salt removal by electrodialysis for water desalination. Power consumption and current efficiency during salt removal for PM-5 IPN CEM composite membrane was found to be 1.07 kWh/kg and 82% respectively which was superior among the IPN membrane. Non-solvent induced phase inversion is a scalable, cost-effective, and fast process for the preparation of pressure-driven membranes. Herein, we report the preparation of supported anion exchange membranes of polyvinylidene



(PMMA-co-PCMSt) द्वारा गैर-विलायक प्रेरित फेस सेपरेशन के बाद तृतीयक डाईअमीन ट्रीटमेंट द्वारा तैयार धनायन एक्सचेंज मेम्ब्रेन रिपोर्ट कर रहे हैं। मेम्ब्रेन को आंशिक रूप से क्रॉस-लिंक किया गया था, जो कि मिश्रण मेम्ब्रेन के सक्रिय हेलाइड समूहों के साथ डाईअमीन के न्यूक्लियोफिलिक प्रतिस्थापन प्रतिक्रिया के कारण होता है। इन मेम्ब्रेन का उपयोग अलवणीकरण के साथ-साथ इलेक्ट्रोडायलिसिस (ED) प्रक्रिया के माध्यम से फ्लोराइड आयनों को हटाने के लिए किया गया। 70% w/w कोपोलीमर और 30% w/w PVDF युक्त मिश्रण से तैयार एक मेम्ब्रेन आयन-विनिमय क्षमता  $1.85 \text{ meq g}^{-1}$ , आयनिक चालकता  $3.02 \text{ mS cm}^{-1}$  और ट्रांसपोर्ट नंबर 0.98 के साथ सबसे अच्छे विद्युत रासायनिक गुणों का प्रदर्शन करती है। इस ऋणायन एक्सचेंज मेम्ब्रेन ने जल के विलवणीकरण के दौरान  $0.978 \text{ kWh kg}^{-1}$  बिजली की खपत और 94% दक्षता भी दिखाई।

fluoride (PVDF) blend poly(methyl methacrylate)-co-poly(chloromethyl styrene) (PMMA-co-PCMSt) by the non-solvent induced phase separation followed by post treatment with tertiary diamine. The obtained membranes were partially crosslinked due to nucleophilic substitution reaction of diamine with the activated halide groups of the blend membrane. These membranes were used for the desalination as well as removal of fluoride ions via the electrodialysis (ED) process. A membrane prepared with blend containing 70% w/w copolymer and 30% w/w PVDF exhibited best electrochemical properties with ion-exchange capacity  $1.85 \text{ meq g}^{-1}$ , ionic conductivity  $3.02 \text{ mS cm}^{-1}$  and transport number 0.98. This AEM also showed  $0.978 \text{ kWh kg}^{-1}$  power consumption and 94% current efficiency during desalination of water.



**चित्र:** (ए) PMMA-co-PCMSt कोपोलीमर के संश्लेषण, (बी) गैर-विलायक प्रेरित चरण पृथक्करण द्वारा मिश्रण मेम्ब्रेन तैयार करना (सी) फैब्रिक समर्थित फिल्म की ऑप्टिकल तस्वीर (डी) फैब्रिक समर्थित एईएम (ई और एफ) मेम्ब्रेन की एसईएम और (जी और एच) एएफएम छवियाँ।

**Figure:** Illustration of (A) synthesis of the PMMA-co-PCMSt copolymer, (B) preparation of blend membrane by the non-solvent induced phase separation (C) optical photograph of fabric supported film (D) fabric supported AEMs, (E and F) SEM and (G and H) AFM images of the membranes.

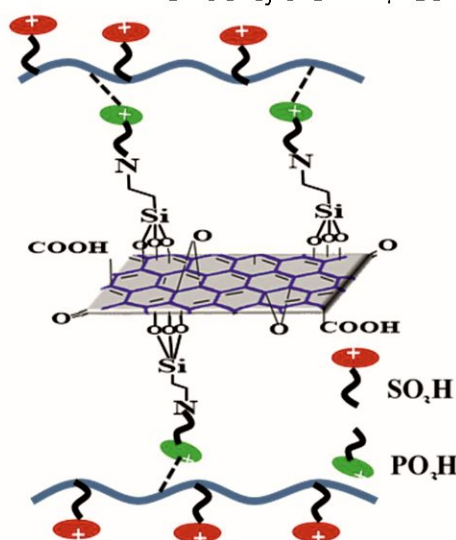
Desalination, 444 (2018) 35-43  
Journal of membrane Science, 564 (2018) 44-52  
Desalination, 445 (2018) 85-94

## ऊर्जा कुशल जल अलवणीकरण के लिए धनायन विनिमय मेम्ब्रेन

### Cation exchange membrane for energy efficient water desalination

उच्च लिमिटिंग करंट घनत्व तथा कम घर्षण गुणांक वाली सल्फोनेटेड पॉली (ईथर ईथर कीटोन) और फॉस्फोराइलेटेड ग्रेफीन ऑक्साइड (PGO) संमिश्र धनायन विनिमय मेम्ब्रेन, तीव्र इलेक्ट्रोडायलिसिस द्वारा कुशल जल विलवणीकरण दर्शाती है। भली प्रकार अनुकूलित SPEEK/ PGO-8 (PGO मात्रा: 8% w/w) मेम्ब्रेन में उन्नत चालकता ( $4.15 \times 10^{-2} \text{ Scm}^{-1}$ ), और पर्मसेलेक्टिविटी (87%) देखी। SPEEK/ PGO-8 की मेम्ब्रेन दक्षता का मूल्यांकन लिमिटिंग

Sulfonated poly (ether ether ketone) (SPEEK) and phosphorylated graphene oxide (PGO) composite of cation-exchange membrane with low frictional coefficient and high limiting current density has been reported for efficient water desalination by rapid electrodialysis. Well optimized SPEEK/PGO-8 (PGO content: 8% w/w) membrane showed improved conductivity ( $4.15 \times 10^{-2} \text{ Scm}^{-1}$ ), and permselectivity (87%). The membrane efficiency of SPEEK/PGO-8 was also evaluated



चित्र: SPEEK / PGO संमिश्र CEM का योजना आरेख।

**Figure:** Schematic representation of SPEEK/PGO composite CEM.

धारा घनत्व एवं लिमिटिंग धारा घनत्व के निकट खारे जल के विलवणीकरण द्वारा भी किया गया। साथ ही इलेक्ट्रोडायलिसिस के दौरान SPEEK/ PGO-8 की  $I_{lim}$ , उच्च करंट दक्षता (82.9%) और कम ऊर्जा की खपत (7.9 kWh/kg नमक हटाव), कुशल, और तीव्र जल शुद्धि हेतु व्यापक धारा दायरा प्रदान करता है।

by and desalination of brackish water nearby limiting current density ( $I_{lim}$ ). Further, improved  $I_{lim}$ , high current efficiency (82.9%) and low energy consumption (7.9 kWh/kg of salt removed) of SPEEK/PGO-8 during electrodialysis provides a broad current window for efficient, and rapid water desalination/ purification.

ACS Omega 03 (2018) 10331-10340

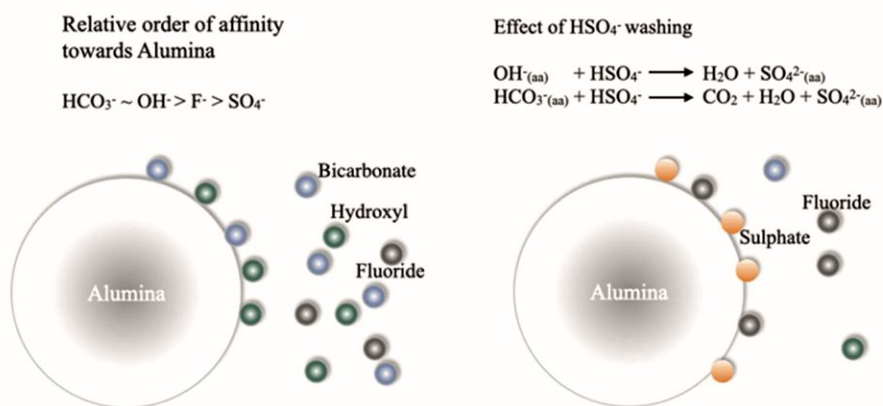


## सुरक्षित रसायनों का उपयोग करके एल्यूमिना द्वारा तेजी से डिफ्लोरिडेशन क्रिया तंत्र

### Mechanism of fast defluoridation by alumina using safe chemicals

यह प्रतिवेदित है कि लगभग 1.5 मिनट की संपर्क अवधि के साथ एल्यूमिना के माध्यम से pH ~ 5 के अम्लीय भूजल को पारित करके, फ्लोराइड को तेजी से अवशोषित किया गया। जबकि अनुपचारित भूजल का pH ~ 8 लगभग 15 गुना धीमा है। हाइड्रॉक्साइड और बाइकार्बोनेट आयन, भूजल के प्राकृतिक घटक, की अम्ल द्वारा उदासीनीकरण के बाद एल्यूमिना द्वारा फ्लोराइड के अवशोषण पर गहन हस्तक्षेप की सूचना दी गई थी। सीएसएमसीआरआई द्वारा वैकल्पिक प्रक्रिया का पेटेंट (WO / 2016/035101) किया गया, जिसमें पोटेशियम या सोडियम हाइड्रोजन सल्फेट का उपयोग करके एक निलंबित बिस्तर स्तंभ में एल्यूमिना का पूर्व-उपचार

It was reported that passing acidified groundwater of pH ~5 through alumina with contact period of around 1.5 minutes, has delivered fast fluoride uptake. While that of untreated groundwater having pH ~8 is around 15 times slower. Hydroxide and bicarbonate ions, the natural constituent of groundwater, were reported to have strong interference on fluoride uptake by alumina on neutralization by acid. Alternate process was patented (WO/2016/035101) by CSMCRI wherein pre-treatment of alumina in a suspended bed column using potassium or sodium hydrogen sulphate led to fast defluoridation of



**चित्र:** एसिड वॉश द्वारा दखल देने वाली प्रजातियों को हटाने से एल्यूमिना का उपयोग करके तेजी से डीफ्लोरिडेशन को सक्षम किया जा सकता है।

**Figure:** Removal of interfering species by acid wash enabling faster defluoridation using alumina.

किया गया था, जिससे अम्लीय जल के समतुल्य भूजल का तेजी से डीफ्लोरिडेशन हुआ। इस अवलोकन को समझने के लिए एक क्रिया-तंत्र प्रस्तावित किया गया। हाइड्रोक्लोरिक एसिड का उपयोग अप्रभावी था, जो सल्फेट आयनों की भूमिका को रेखांकित करता है। एल्यूमिना सतह पर हाइड्रॉक्साइड और कार्बोनेट आयनों की उपस्थिति आईआर, ठोस-प्रवस्था एनएमआर और रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का उपयोग

groundwater comparable to that with acidified water. A mechanism has been proposed to understand this observation. Use of hydrochloric acid was ineffective, suggesting role of sulphate ions. Presence of hydroxide and carbonate species on alumina surface was confirmed using IR, solid-state NMR and Raman spectroscopy. Hydroxide and carbonate ions are neutralized by hydrogen



करके पुष्टि की गई थी। हाइड्रोक्साइड और कार्बोनेट आयन हाइड्रोजन सल्फेट द्वारा उदासीन किया जाता है जो एल्यूमिना की सतह को फ्लोराइड आयनों के लिए आसानी से सुलभ कराता है। यह उपाय एल्यूमिना के पुनर्जनन को सक्षम बनाता है जिससे सोडियम हाइड्रॉक्साइड के उपयोग से बचा जा सकता है।

sulphate ions producing alumina surface easily accessible for fluoride ions. This step enables regeneration of alumina thereby avoiding the use of sodium hydroxide.

**Int. hydrogen energy 43 (2018) 21699-21708**







## विषयवस्तु: कृषि Theme: Agriculture

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

कृषि भारतीय अर्थव्यवस्था का सबसे महत्वपूर्ण क्षेत्र है। कुल मिलाकर, भारतीय-कृषि क्षेत्र भारत के सकल घरेलू उत्पाद (जी.डी.पी.) का 18% हिस्सा है और देश के 50% श्रमशक्ति को रोजगार प्रदान करता है। लाभदायक कृषि के लिए अजैविक तनाव (विशेष रूप से लवणता) सहित विभिन्न तरह के कारक प्रमुख बाधाएं हैं। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई कई दशकों से कृषि के क्षेत्र में काम कर रहा है। संस्थान न सिर्फ प्रमुख बाधा "लवणता" पर ध्यान केन्द्रित करता है अपितु वर्धित कृषि उत्पादन और समुद्री शैवाल की खेती के माध्यम से तटीय क्षेत्र में रोजगार प्रदान करने में भी शामिल है। समुद्री जैव-प्रौद्योगिकी और शैवाल विभाग (मरीन बायोटेक्नोलॉजी एंड फाइकोलॉजी डिवीजन) में बीस वैज्ञानिकों की एक टीम कृषि के विभिन्न पहलुओं जैसे कि अजैविक तनाव सहिष्णुता, पादप ऊतक संवर्धन (टिशू कल्चर), सूक्ष्म शैवाल, समुद्री शैवाल की खेती और मूल्य वर्धन पर काम करती है। तमिलनाडु के मंडपम (रामनाथपुरम) में स्थित एक फील्ड स्टेशन एम.ए.आर.एस. (समुद्री शैवाल अनुसंधान स्टेशन) सक्रिय रूप से समुद्री शैवाल की खेती पर काम कर रहा है। तनाव शरीरक्रिया विज्ञान और समुद्री शैवाल की खेती ने अंतिम उपयोगकर्ताओं का ध्यान आकर्षित किया है और संस्थान ने संबंधित क्षेत्र में उन्नत ज्ञान और नवाचारों को विकसित किया है। बुनियादी अनुसंधान के साथ-साथ अनुप्रयुक्त अनुसंधान का उद्देश्य लाभकारी, पर्यावरण के अनुकूल और सतत कृषि को विकसित करना है। सूक्ष्म शैवाल के साथ जैव परिशोधनशाला, सूक्ष्म जीवों (Microbes) से मूल्य-वर्धित उत्पादों (एंजाइम, पिंग्मेंट, पॉलीहाइड्रोक्सीएल्कन-ओट्स और  $\epsilon$ -पॉलीलाइसिन आदि) का उत्पादन, बायोसेंसर, समुद्री शैवाल आधारित पादप-जैव उत्तेजक का विकास और ऑन-फार्म सत्यापन, समुद्री शैवाल आधारित फ्रीड एडिटिव्स, लवणोद्भिदों का कृषि-विज्ञान और जैव उर्वरक का विकास सतत कृषि की प्रमुख गतिविधियों में शामिल हैं। इसके अलावा संस्थान आर्थिक रूप से महत्वपूर्ण समुद्री शैवाल की तटीय एवं तट से दूर खेती और समुद्री शैवाल की खेती के लिए प्रशिक्षण भी देता है। इस संक्षिप्त अवलोकन के साथ, हम 2018-19 के दौरान संस्थान द्वारा किए गए कुछ उल्लेखनीय कार्यों को प्रस्तुत करते हुए प्रसन्नता महसूस कर रहे हैं।

### Thematic core competences:

Agriculture is the most important sector of Indian Economy. In total, Indian agriculture sector accounts for 18 per cent of India's gross domestic product (GDP) and provides employment to 50% of the countries workforce. Different factors including abiotic stress (especially salinity) are major constraint for the profitable agriculture. CSIR-CSMCRI has been working in the field of agriculture from several decades. Institute not only focusing on the major constraint "Salinity" but also involved in the enhanced agriculture production and providing employment to the coastal area by seaweed cultivation. A team of twenty scientist from 'Marine Biotechnology and Phycology Division' are working in the different aspects of agriculture such as abiotic stress tolerance, tissue culture, micro algae, seaweed cultivation and value addition. A field station MARS (marine algae research station) located



at Mandapam (Ramnathpuram) of Tamil Nadu is actively working on seaweed cultivation. Stress physiology and seaweed cultivation have gained attention of the end users in recent time and the institute generates advance knowledge and innovations in the relevant areas. Basic as well as applied research are aimed to develop a remunerative, eco-friendly, and sustainable agriculture. The major activities on sustainable agriculture include microalgae with biorefinery, bioprospecting of microbes for value added products (enzymes, pigments, polyhydroxyalkanoates &  $\epsilon$ -polylysine etc.), biosensors, development and on-farm validation of seaweed-based plant biostimulants, seaweed-based feed additives, agronomy of halophytes and biofertilizers. In addition, the institute focuses on coastal and off-shore farming of economically important seaweeds and training for seaweed farming. With this concise overview, we are delighted to present some of our noteworthy works that were carried out during 2018–19.

### सतत कृषि के लिए अजैविक तनाव सहिष्णु फसल के पौधे Abiotic stress tolerant crop plants for sustainable agriculture

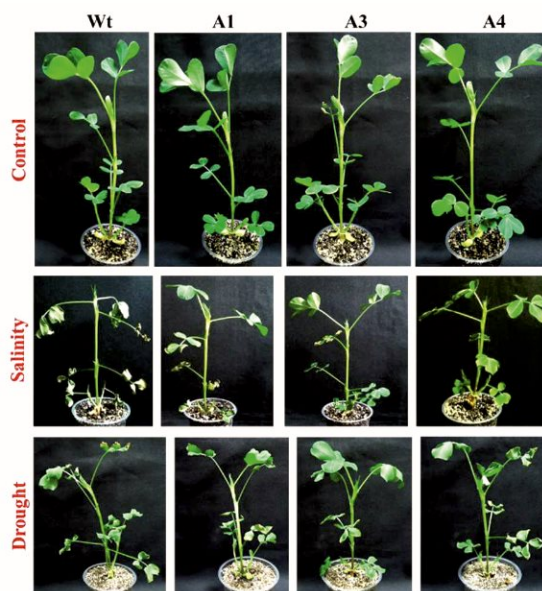
मूँगफली (*Arachis hypogaea* L.) प्रमुख फली फसलों में से एक है, जो व्यावसायिक रूप से खाद्य तेल के तीसरे सबसे बड़े स्रोत के रूप में उपयोग की जाती है। यह पोषक तत्व जैसे के लिपिड्स, प्रोटीन, कार्बोहाइड्रेट, विटामिन, खनिज और जैविक रूप से सक्रिय यौगिकों का एक अच्छा स्रोत है। विश्व भर में भारत मूँगफली का दूसरा सबसे बड़ा उत्पादक देश है और देश में मूँगफली के वार्षिक उत्पादन में गुजरात का सबसे बड़ा योगदान है। हालांकि भारत क्षेत्रफल के दृष्टि से मूँगफली की खेती करने वाला सबसे बड़ा देश है, परन्तु कम पैदावार के कारण उत्पादन में यह दूसरे स्थान पर आ जाता है। विश्व भर में कई जैविक (बायोटिक) और अजैविक कारक मूँगफली के उत्पादकता को चुनौती देते हैं। मूँगफली का उत्पादन दो प्रमुख अजैविक तनावों, लवणता और सूखे द्वारा सीमित होता है। मूँगफली को सेलीकोर्निया ब्रेकिएटा (*S. brachiata*) से क्लोन किये अजैविक तनाव उत्तरदायी जीन से आनुवंशिक रूप से परिणत किया गया। अजैविक तनाव उत्तरदायी जीन को अधि-अभिव्यक्त करने वाली ट्रांसजेनिक मूँगफली लवणता और सूखे की स्थिति में पर्याप्त सहिष्णुता प्रदर्शित करती है और इस तरह लवण एवं सूखा प्रभावित क्षेत्रों में सतत कृषि के लिए अन्वेषित की जा सकती है। विकसित ट्रांसजेनिक पौधों को प्रयोगशाला परिस्थितियों में और इसके बाद डी.बी.टी.,

Groundnut (*Arachis hypogaea* L.) is one of the major legumes, commercially used as the third largest source of edible oil. It is a good source of nutrients like lipids, proteins, carbohydrates, vitamins, minerals and biologically active compounds. India is the second largest producer of groundnut across the globe and Gujarat is the largest contributor to Indian annual production. Though India is the largest cultivator of groundnut crop in terms of acreage, low yields kept her in second place in terms of output. Groundnut productivity is challenged by numerous biotic and abiotic factors around the globe. The groundnut production is limited by two major abiotic stresses, salinity and drought. Groundnut was transformed with abiotic stress responsive genes, isolated from halophyte *Salicornia brachiata* (*S. brachiata*). The transgenic groundnut, overexpressing abiotic stress responsive gene exhibits adequate tolerance under salt and drought stress conditions and thus could be explored for the cultivation in salt and drought-affected areas for sustainable agriculture. Developed transgenic plants were first characterized under laboratory conditions and thereafter



भारत सरकार के जैव सुरक्षा दिशानिर्देशों के अनुसार एक नियंत्रित सुविधा (ग्रीन हाउस) के तहत परीक्षण किया गया। ट्रांसजेनिक पौधों ने नमक सहिष्णुता के प्रदर्शन के साथ जीन का स्थिर एकीकरण दर्शाया।

tested under a containment facility (green house) as per biosafety guidelines of DBT, Govt. of India. Transgenic plants showed enhanced salt tolerance and also stable gene integration.



**चित्र:** आनुवांशिक परिवर्तन और संभावित ट्रांसजेनिक लाइनों का उतक सवर्धन। डि-एम्ब्रियोनेटेड बीजपत्र एक्सप्लान्ट्स की सह-रखेती (ए), भंगुर जीयूएस (GUS) अभिव्यक्ति (बी), पुटीय ट्रांसजेनिक शूट्स का पुनर्जनन, चयन, बढ़ाव, रूटिंग और ग्राफ्टिंग (c-j), हार्डनिंग (k-n), पुष्पन (o-p) और सीड हार्वेस्टिंग (q) और नियंत्रण और तनाव उपचार की स्थिति में डब्ल्यूटी और ट्रांसजेनिक लाइनों में रूपात्मक अंतर।

**Figure:** Genetic transformation and tissue culture of putative transgenic lines. Co-cultivation of de-embryonated cotyledon explants (a), transient GUS expression (b), regeneration, selection, elongation, rooting and grafting of putative transgenic shoots (c-j), hardening (k-n), flowering (o-p) and seed harvesting (q) and Morphological differences in Wt and transgenic lines at control and stress treatment conditions.

## बेहतर प्रकाश संश्लेषण और बायोमास के लिए तम्बाकू में उल्वा फेसियेटा से साइटोक्रोम c6 (UfCyt c6) जीन की अधि-अभिव्यक्ति

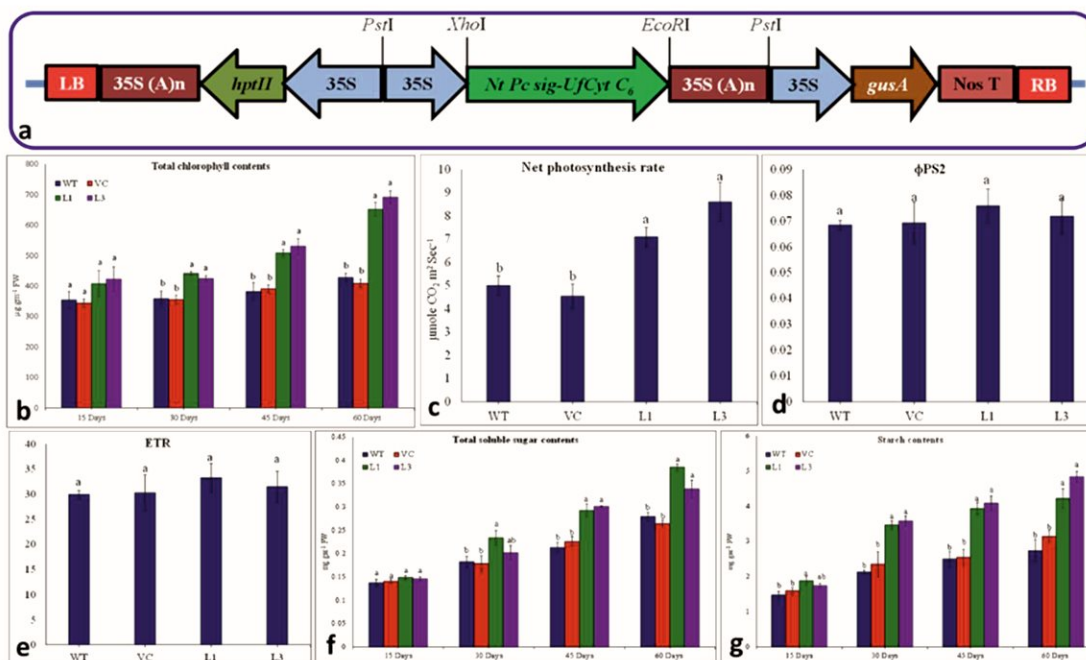
### Over-expression of Cytochrome c6 (UfCyt c6) gene from *Ulva fasciata* in tobacco for improved photosynthesis and enhance biomass

उल्वा फेसियेटा डेलाइल से साइटोक्रोम सी6 (यूएफसीवाईटी सी6) जीन को प्रकाश संश्लेषण और पादप वृद्धि के लिए तम्बाकू में अधि-अभिव्यक्ति किया गया। ट्रांसजेनिक तम्बाकू ने यूएफसीवाईटी सी6 जीन की अधि-अभिव्यक्ति के कारण,

Cytochrome c6 (UfCyt c6) gene from *Ulva fasciata* Delile was overexpressed in tobacco for enhanced photosynthesis and growth. Transgenic tobacco overexpressing UfCyt c6 gene exhibited enhanced growth as compared to wild type and vector control tobacco.

प्राकृतिक प्रकार और रोगवाहक नियंत्रित तंबाकू की तुलना में अधिक वृद्धि का प्रदर्शन किया। ट्रांसजेनिक तंबाकू ने प्रकाश संश्लेषण वर्णको के बेहतर अनुपात का प्रदर्शन के साथ साथ उच्च प्रकाश संश्लेषण दर और बेहतर जल उपयोग दक्षता का प्रदर्शन किया। उन्नत प्रकाश संश्लेषण के कारण ट्रांसजेनिक तंबाकू में शर्करा और स्टार्च उच्च मात्रा में पाये गए, और तुलनात्मक रूप से बेहतर विकास का प्रदर्शन किया।

Transgenic tobacco exhibited better ratios of photosynthetic pigments and exhibited higher photosynthetic rate and improved water use efficiency. Due to improved photosynthetic performance the transgenic tobacco had higher contents of sugar and starch, and exhibited comparatively better growth.



**चित्र:** ट्रांसजेनिक तंबाकू अधि-अभिव्यक्ति यूएफसीवाईटी सी 6 में यूएफसीवाईटी सी6 जीन अभिव्यक्ति निर्माण (a), कुल क्लोरोफिल का संचय (b), शुद्ध प्रकाश संश्लेषण दर (c), प्रकाश संश्लेषण दक्षता (d), इलेक्ट्रॉन स्थानान्तरण दर (e), कुल विलेय शर्करा का संचय (f), और स्टार्च (g)

**Figure:** *UfCyt c6* expression construct (a), accumulation of total chlorophyll (b), net photosynthesis rate (c), photosynthetic efficiency (d), electron transfer rate (e), accumulation of total soluble sugar (f) and starch (g) in transgenic tobacco over-expressing *UfCyt c6*.

Molecular Biology Reports 45 (2018) 1745-1758

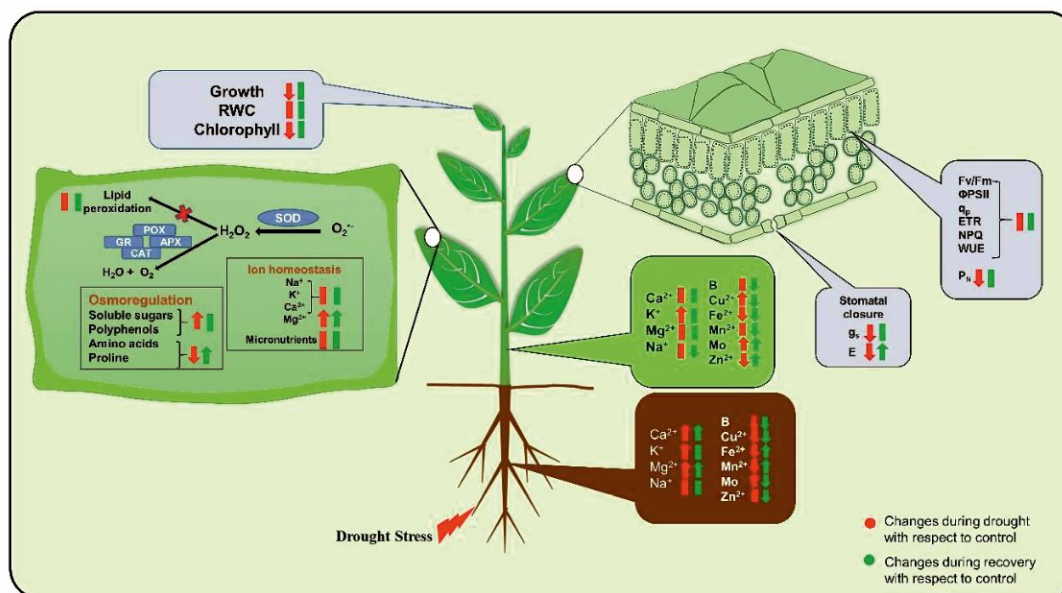


## प्रतिऑक्सीकारक एवं प्रकाशसंश्लेषण तंत्र के अनुरक्षण के द्वारा सल्वडोरा पर्सिका सूखा सहिष्णुता प्रदान करता है

### *Salvadora persica* confers drought tolerance by maintaining anti-oxidative and photosynthesis machinery

फैकल्टेटिव लवणोद्भिद सल्वडोरा पर्सिका एल. शुष्क, अर्ध शुष्क और खारे क्षेत्रों में उगता है। इस अध्ययन के तहत सल्वडोरा पर्सिका में सूखे के प्रति सहनशीलता तंत्र को स्पष्ट करने के उद्देश्य से पादप विकास में सूखे से प्रेरित परिवर्तन, आयन होमियोस्टेसिस, प्रकाश संश्लेषण, क्लोरोफिल प्रतिदीप्ति, आरओएस विनियमन और प्रतिऑक्सीकारक रक्षा घटकों का विश्लेषण किया गया। सूखे प्रभाव में सल्वडोरा

The facultative halophyte *Salvadora persica* L. grow in arid, semiarid and saline areas. In this study, drought induced alterations in growth, ion homeostasis, photosynthesis, chlorophyll fluorescence, ROS regulation and antioxidative defense components were analyzed in *S. persica* with an aim to elucidate the drought tolerance mechanisms. In response to drought, significant reductions in



**चित्र:** *S. persica* में सूखा सहिष्णुता के तंत्र को दिखाने के लिए योजनाबद्ध आरेख। प्रतीक जैसे (↑), (↓) और (I) क्रमशः विभिन्न मापदंडों के अपगमन, डाउन-विनियमन और कोई महत्वपूर्ण परिवर्तन नहीं का होना बताते हैं। Fv/Fm- अधिकतम क्वांटम उपज;  $\phi$ PSII- फोटोसिस्टम II की क्वांटम उपज; ETR- इलेक्ट्रॉन परिवहन दर; एनपीक्यू- गैर फोटोकैमिकल शमन; क्यूपी- प्रकाश रासायनिक शमन; पीएन-नेट प्रकाश संश्लेषण दर;  $g_s$ - रंध्र संबंधी चालन; ई- वाष्पोत्सर्जन दर और WUE- जल उपयोग दक्षता के प्रतीक हैं।

**Figure:** Schematic diagram showing the mechanism of drought tolerance in *S. persica*. Symbols such as (↑), (↓) and (I) represent upregulation, down-regulation and no significant changes of various parameters respectively. Fv/Fm- maximum quantum yield;  $\phi$ PSII- quantum yield of photosystem II; ETR- electron transport rate; NPQ- non photochemical quenching; qP- photochemical quenching; PN-net photosynthetic rate;  $g_s$ - stomatal conductance; E-transpiration rate and WUE- water use efficiency.





पर्सिका के विकास, प्रकाश संश्लेषण एवं प्रकाश संश्लेषक वर्णकों में पर्याप्त कमी देखी गयी। तथापि, पत्तियों के सापेक्ष जल मात्रा (%आर. डब्ल्यू. सी.) में ज्यादा बदलाव नहीं हुआ। साल्वाडोरा पर्सिका के सूखे से उपचारित नवांकुरों को पुनः सिंचाई करने पर 7 दिन के अंदर ही पादप विकास, प्रकाश संश्लेषण और प्रकाश संश्लेषक वर्णक नियंत्रित स्तर पर आ गये। यद्यपि, PSII की क्वांटम उपज ( $\Phi$ PSII), इलेक्ट्रॉन परिवहन की दर (ETR), PSII की अधिकतम दक्षता (Fv/Fm), और प्रकाश रासायनिक शमन (qP) जल की कमी के तनाव से अप्रभावित रहे। परिणाम बताते हैं कि दोनों, रंथ्रीय और गैर- रंथ्रीय कारक प्रकाश संश्लेषण में कमी के लिए जिम्मेदार हो सकते हैं। आयनोमिक्स अध्ययन में सूखे के दौरान पत्ती ऊतकों में  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , B,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , Mo, और  $\text{Zn}^{2+}$  के मात्राओं में कोई महत्वपूर्ण परिवर्तन नहीं पाया गया। एसओडी, एपीएक्स और जीआर जैसे विभिन्न एंजाइम प्रतिऑक्सीकारक की गतिविधियां सूखे के दौरान अप्रभावित रही, जबकि पीओएक्स गतिविधि में वृद्धि हुई और सीएटी की गतिविधि नियंत्रित पौधों की तुलना में सूखे के तनाव के तहत कम हुई। इन परिणामों ने आरओएस की उपयुक्त सांद्रता बनाए रखने के लिए महत्वपूर्ण आरओएस स्कैवेजिंग एंजाइम जैसे की एसओडी, एपीएक्स और जीआर का थ्रेशोल्ड स्तर पर होना बताया। सूखा तनाव के तहत *S.persica* में एसए/डीएचए (AsA/DHA) और जीएसएच/जीएसएसजी (GSH/GSSG) (जो कोशिका के रिडॉक्स क्षमता के संकेतक हैं) के स्थिर या बढ़े अनुपात ने इस लवणोद्भिद में कोशिका की रिडॉक्स क्षमता का स्तर बना होना बताया। हालांकि सूखे के तनाव के तहत ROS स्तर ( $\text{H}_2\text{O}_2$  और  $\text{O}_2^{\cdot-}$ ) में काफी वृद्धि हुई है, पानी की कमी की स्थिति के दौरान इलेक्ट्रोलाइट रिसाव और लिपिड पEROक्सीडेशन के स्तर अपरिवर्तित रहे जो ROS स्तर में न्यूनतम वृद्धि को ROS स्कैवेजिंग एंजाइमों की सक्रियता के लिए संकेतकों के रूप में दर्शाता है। हमारे परिणाम *S. persica* में सूखे की स्थिति के तहत पादप विकास और प्रकाश संश्लेषण में गिरावट को ऊर्जा संरक्षण की एक महत्वपूर्ण रणनीति के रूप में प्रस्तावित करते हैं। सूखे के बाद *S. persica* में पादप विकास, प्रकाश संश्लेषण और पानी के संबंधों में तेजी से

growth, photosynthesis, and photosynthetic pigments were observed in *S. persica*. However, leaf relative water content (RWC %) did not change significantly. In *S. persica* seedlings, the growth, photosynthetic pigment contents and photosynthesis were resumed to control level within 7 d, when the drought treated plants were re-irrigated. However, quantum yield of PSII ( $\Phi$ PSII), rate of electron transport (ETR), maximum efficiency of PSII (Fv/Fm), and photochemical quenching (qP) remained unaffected under water deficit stress. The results suggest that both non-stomatal as well as stomatal limitations can account for photosynthetic reduction. The ionomics studies revealed no significant alterations in levels of  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , B,  $\text{Cu}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{2+}$ , Mo, and  $\text{Zn}^{2+}$  in leaf tissue during drought. The activity of different enzymatic antioxidants like SOD, APX, and GR remained unaffected during drought, whereas POX activity increased and CAT activity declined under drought stress in comparison to control. This result proposes that vital ROS scavenging enzymes like SOD, APX and GR are at threshold levels to maintain the appropriate concentration of ROS. In *S. persica*, the ratio of AsA/DHA and GSH/GSSG (which are the indicators of redox potential of cell) remained steady or increased under drought which indicates that cellular redox level is maintained in this halophyte. Although ROS levels ( $\text{H}_2\text{O}_2$  and  $\text{O}_2^{\cdot-}$ ) increased significantly under drought stress, electrolyte leakage and lipid peroxidation level remained unchanged in response to water deficit condition which indicates that minimal increase in ROS level under drought stress act in signaling for activation of ROS scavenging enzymes. Our results propose that decline in growth and photosynthesis is a vital energy conservation strategy of *S. persica* under drought condition. The rapid recovery of growth, photosynthesis and water relations in *S. persica* following drought, seems to be a



सुधार, इस पौधे के सूखे-वातावरण को सहने और उसके दौरान जीवित रहने की अनुमति देने वाला एक महत्वपूर्ण तंत्र प्रतीत होता है। इसके अलावा, हमारे परिणाम बताते हैं कि प्रतिऑक्सीकारक एंजाइमों का पत्तियों के ऊतकों में कुशल नियमन, आरओएस स्तर और सेलुलर रेडॉक्स स्थिति को विनियमित करने में योगदान करते हैं, जो *S. persica* को सूखा-प्रेरित ऑक्सीडेटिव क्षति से बचाता है। वर्तमान अध्ययन के परिणाम *S. persica* के एक सूखा सहिष्णु लवणोद्भिद होना बताते हैं और यह तटीय पारिस्थितिकी तंत्र की खारी-भूमि की बहाली के लिए एक संभावित पादप हो सकता है।

critical mechanism permitting this plant to withstand and survive under drought environment. In addition, our results implicate that efficient regulations of antioxidative enzymes in leaf tissue, contribute in regulating the ROS level and cellular redox status, thereby protecting the plant from drought induced oxidative damage in *S. persica*. The results of present study propose that *S. persica* is a drought tolerant halophyte and it can be a potential candidate for restoration of degraded saline lands of coastal ecosystem.

## मृदा अनुप्रयोग के लिए सतत-मोचन प्रकृति वाले समुद्री शैवाल आधारित ठोस फसल जैव-उत्तेजकों का विकास और टमाटर में इसकी पुष्टि

### Development of seaweed based crop biostimulant formulations in solid form with sustained release property for soil application and its validation in tomato

कप्पाफाइकस समुद्री शैवाल सैप को मृदा उपयोग के लिए ठोस रूप में तैयार किया गया एवं चूर्ण रूप में नियंत्रित (अनफॉर्म्युलेटेड) सामग्री के साथ टमाटर फसल पर प्रयोग द्वारा तुलना की गयी। परिणाम बताते हैं कि इनकैप्सुलेटेड समुद्री शैवाल जैव-उत्तेजक फॉर्म्युलेशन से उपचारित में वनस्पति विकास और क्लोरोफिल सूचकांक विशिष्ट रूप से उच्च था साथ ही, अन्य उपचारों की तुलना में इस उपचार में पुष्पन जल्दी हुआ। विकसित फॉर्म्युलेशन में धीमा मोचन गुण स्पष्ट था जिससे अधिक बायोमास का उत्पादन हुआ।

Kappaphycus seaweed sap was formulated into a solid form for soil application and was compared with control (unformulated) ingredients applied in powder form to tomato. Results revealed that vegetative growth and chlorophyll index were conspicuously higher in the treatments with encapsulated seaweed biostimulant formulation. Simultaneously, flowering was early in this treatment when compared to other treatments. Slow release property was evident in the developed formulation that led to higher biomass formation.

## पानी के तनाव के तहत गेहूँ के प्रदर्शन पर ग्रेसिलरिया ड्यूरा अर्क का प्रभाव

### Effect of *Gracilaria dura* extract on wheat performance under water stress

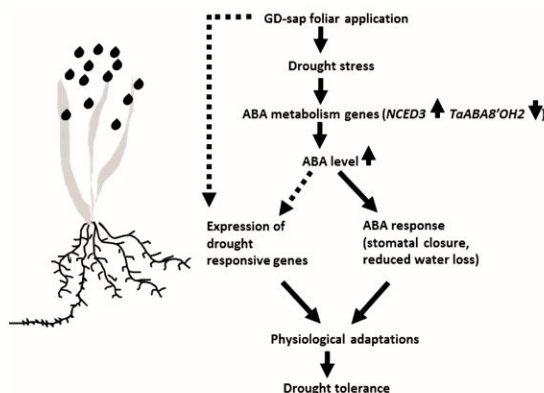
पानी का तनाव गंभीर रूप से गेहूँ के उत्पादन को कम करता है। चूंकि समुद्री शैवाल अर्क में कई जैवउत्तेजक हैं, अतः इसके अनुप्रयोग ने वातावरणीय तनावों से पौधों को बचाने के अच्छे परिणाम दिखाने शुरू किये हैं। हालांकि, इन जैवउत्तेजकों की कार्य-विधि स्पष्ट नहीं हैं। यहाँ हमने ग्रीन-हाउस और कृषि-पारिस्थितिक स्थितियों में आणविक अध्ययनों, शारीरिकीय

Water stress severely reduces the production of wheat. Application of seaweed extracts have started to show promise in protecting plants from environmental stresses as they contain several biostimulants. However, the modes of actions of these biostimulants are not clear. Here, we investigated the role of



और क्षेत्रीय जाँचों के एकीकरण के द्वारा ग्रेसिलेरिया ड्यूरा (जीडी), एक लाल शैवाल, के द्वारा गेहूँ में सूखे के दौरान तनाव सहिष्णुता प्रदान करने का अध्ययन किया। जीडी-सैप उपयोग ने उच्च जल की मात्रा बनाये रखने से सम्बन्धित शारीरिक परिवर्तनों के माध्यम से, सूखा-प्रतिरोधक (बायोमास में 57% तक की वृद्धि और फसल की उपज में 70% तक वृद्धि) क्षमता प्रदान की। जीएस-सैप उपयोग ने जैवसंश्लेषण जीन की जीन अभिव्यक्ति को बढ़ा कर एबीए संचय (क्रमशः 4 और 6 दिनों के सूखे पर 2.34 और 1.46 गुना) में वृद्धि की। एबीए उत्तरदायी जीनों और शारीरिक प्रक्रियाओं जैसे की रंध्रों का कम खुलना आदि ने इसका अनुकरण किया, इससे पानी का नुकसान कम हुआ। इसके अलावा, जीडी-सैप के उपयोग ने विशेष रूप से पानी के तनाव के तहत तनाव-सुरक्षात्मक जीनों

*Gracilaria dura* (GD), a red alga, in conferring stress tolerance to wheat during drought under greenhouse and agro-ecological conditions by integrating molecular studies with physiological and field investigations. GD-sap application conferred drought tolerance (as the biomass increased by up to 57% and crop yield by 70%), via facilitating physiological changes associated with maintaining higher water content. GD-sap application significantly increased ABA accumulation (2.34 and 1.46 fold at 4 and 6 days of drought, respectively) due to enhanced gene expression of biosynthesis genes. This followed an activation of ABA response genes and physiological processes including reduced stomatal opening, thus reducing water loss. Moreover,



चित्र: पानी के तनाव की स्थिति के तहत गेहूँ की फसल पर ग्रेसिलेरिया ड्यूरा सैप का पर्ण उपयोग।

**Figure:** Foliar application of *Gracilaria dura* sap on wheat crop under water stress condition.

की अभिव्यक्ति को बढ़ाया। फ्लुरिडोन, एक एबीए अवरोधक, के उपचार ने गेहूँ की सूखा सहिष्णुता में जीडी-सैप मध्यस्थता द्वारा एबीए की भूमिका का समर्थन किया। इस अध्ययन का निष्कर्ष सूखा सहिष्णुता में सुधार में जीडी-सैप की गहन भूमिका को दर्शाते हैं और जीडी-सैप की सूखे के लिए संभावित क्षेत्रों में स्थिर-कृषि के लिए एक शक्तिशाली जैव-उत्तेजक के रूप में इस्तेमाल की और इसके व्यावसायीकरण करने की संभावनायें दर्शाते हैं।

GD-sap application enhanced the expression of stress-protective genes specifically under water stress. Treatment with fluridone, an ABA inhibitor, further supports the role of ABA in GD-sap mediated drought tolerance in wheat. The findings of this study provide insights into the functional role of GD-sap in improving drought tolerance and show the potential to commercialize GD-sap as a potent biostimulant for sustainable agriculture in regions prone to drought.



## ग्रेसिलेरिया एडुलिस बीजाणुओं की बड़े पैमाने पर संवर्धन एवं समुद्री शैवाल की व्यावसायिक खेती के लिए बीजाणु आधारित पौधों की आपूर्ति

### Mass culture of *Gracilaria edulis* spores and supply of spore based plantlets for commercial cultivation of seaweeds

सिस्टोकार्प्स के साथ ग्रेसिलेरिया एडुलिस प्रजननक्षम पौधों को एकत्र किया गया तथा प्रयोगशाला में बीजाणु को विच्छिन्न होने दिया गया। मुक्त हुए बीजाणुओं को 60-75 दिनों के लिए प्रयोगशाला में संवर्धित किया गया तथा तरुण नवांकुरों को 3000 मिली-लीटर शक्वाकार फ्लास्क में, एमपी1 पोषक माध्यम से समृद्ध समुद्री जल में तब तक विकसित किया गया जब तक वे 0.9-1.3 सेमी के औसत आकार तक नहीं पहुंच गए। इन नवांकुरों को बाह्य टैंकों में स्थानांतरित किया गया और 25 दिनों तक संवर्धित किया गया जब तक कि पौधे 2.0 से 2.5 सेमी के आकार तक नहीं पहुंच गए। तत्पश्चात प्लांटलेट्स को समुद्र में स्थानांतरित किया गया और 1 मी × 1 मी आकार के बेड़े में परिस्थितिकरण के लिए 20 दिनों के लिए रखा गया। उपयोग किए गए प्रारंभिक बीज 10 ग्रा. प्रति बेड़ा थे और 20 दिनों के बाद 1.5 किलोग्राम ताजा बायोमास की पैदावार मिली। उपजित बायोमास को 2 मीटर × 2 मीटर आकार के बेड़े में बोया गया और 100 बेड़ा स्तर तक बढ़ाया गया। 45 दिनों में एक बेड़े से औसतन 25 किलोग्राम ताजा

*Gracilaria edulis* fertile plants with cystocarps were collected and spores were released in the laboratory. The released spores were cultured in the laboratory for 60-75 days and young sporelings were grown in 3000 mL conical flasks in seawater enriched with MP1 nutrient medium until they reached to an average size of 0.9 – 1.3 cm. These sporelings were transferred to outdoor tanks and cultured for 25 days until the plantlets reached to the size of 2.0 to 2.5 cm. The plantlets were then transferred to the sea and kept for 20 days for conditioning in 1m × 1m size rafts. Initial seed used was 10 g per raft and 1.5 kg fresh biomass was harvested after 20 days. The harvested biomass was seeded in 2m × 2m size raft and multiplied to 100 rafts scale. An average of 25kg fresh biomass was harvested from a single raft in 45 days. Totally 396 kg. fresh biomass of *Gracilaria edulis* has been produced



[A]



[B]



[C]

चित्र: [A] एक बीजाणु ओसारा; [B] नव बीजाणु आधारित पौधे; [C] बीजाणु आधारित व्यावसायिक खेती।

Figure: [A] A Spore shedding; [B] Young spore based plantlets; [C] Commercial cultivation of spore based plants.



बायोमास उपजित हुआ बीजाणुओं से कुल 3.96 किलोग्राम ग्रेसिलेरिया एडुलिस उत्पादित किए गए। उत्पादित बायोमास को समुद्र में आगे 4700 किलोग्राम या 4.7 टन ताजा बायोमास तक बढ़ाया गया। उत्पादित बायोमास की आपूर्ति तमिलनाडु तट पर 69 किसानों को की गई और उन्होंने इन नवांकुरों को 492 की संख्या में बाँस के बेड़े (3 मीटर x 3 मीटर आकार) में आगे अंकुरित किया। किसानों ने 2,12,932 किलोग्राम ताजा बायोमास उत्पादित किया, जो 20,000 किलोग्राम या 20 टन सूखे बायोमास के बराबर है। हमारे देश में पहली बार बीजाणुओं से *G.edulis* पौधों के उत्पादन की तकनीक को सफलतापूर्वक विकसित किया गया। *G.edulis* के लिए बीज बैंक की सुविधा बनाई गई है।

directly from the spores. The biomass produced were further multiplied at sea to 4700 kg or 4.7 tonnes fresh biomass. The biomass produced were supplied to 69 individual farmers along the Tamil Nadu coast and they seeded the seedling to 492 number of bamboo rafts (3m x 3 m size). The farmers harvested 2,12,932 kg fresh biomass which is equal to 20,000 kg or 20 tonnes of dry biomass. Technology on production of *G. edulis* plants from spores was successfully developed for the first time in our country. Seed bank facility has been created for *G. edulis*.

### मंडपम में ग्रेसिलेरिया डिसिलिस की खेती

#### Cultivation of *Gracilaria debilis* at Mandapam

ग्रेसिलेरिया डिसिलिस अगार (फार्मास्युटिकल ग्रेड अगार) उपजायित करने वाला शैवाल है, इसकी खेती जुलाई, 2018 तक 50 बेड़ा पैमाने पर की गई। अगस्त-2018 से, 70 बेड़े पैमाने पर खेती की गई। लगभग 5 टन fr.wt सामग्री का उत्पादन किया गया। इससे 750 लीटर सैप और 100 किलोग्राम सूखा अवशेष कृषि फसल सुधार और अन्य मूल्य वर्धित उत्पादों के निर्माण पर सैप की प्रभावकारिता का परीक्षण करने के लिए तैयार किया गया। औसत डीजीआर 3.1% से 4.23% और औसत बायोमास उपज 3.71 से 6.89 kg.fr.wt/ m<sup>2</sup> के बीच रही।

*Gracilaria debilis* an agar (pharmaceutical grade agar) yielding alga, its cultivation was carried out at 50 raft scale up to July, 2018 and from August-2018, cultivation was done at 70 rafts scale. About 5 ton fr.wt material was produced. From this 750 liters sap and 100 kg dry residue was prepared to test the sap efficacy on agricultural crop improvement and formulation of other value added products. The average DGR was ranged from 3.1% to 4.23% and the average biomass yield was ranged between 3.71 to 6.89 kg.fr.wt/m<sup>2</sup>



## विषयवस्तु: सामाजिक सेवा Theme: Social service

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं:

प्रौद्योगिकी विकास और बुनियादी अनुसंधान में योगदान देने के अलावा, सीएसएमसीआरआई वैज्ञानिक सामाजिक जिम्मेदारियों को भी पूरा करता है। इन वर्षों में, संस्थान ने अपनी दैनिक शोध एवं विकास आवश्यकताओं के लिए अत्याधुनिक वैज्ञानिक उपकरण सुविधाओं का विकास किया है। इस सुविधा में पृथक्करण तकनीक आधारित उपकरण, आणविक स्पेक्ट्रामिकी के आधुनिक उपकरण, सूक्ष्मदर्शी और सतह लक्षण वर्णन तकनीक शामिल हैं। संस्थान की दृष्टि विभिन्न विश्वविद्यालयों, शैक्षणिक, अनुसंधान एवं विकास संगठनों और उद्योगों को आंतरिक जरूरतों को पूरा करने के अलावा, प्रभार के आधार पर वैज्ञानिक बौद्धिक इनपुट प्रदान करना है। शैक्षिक संस्थानों, विश्वविद्यालयों और राज्य/राष्ट्रीय संस्थानों के वैज्ञानिक ज्ञान-वर्धन में सहयोग और उसे विकसित करने हेतु सेवा शुल्क में छूट के माध्यम से सहायता प्रदान की जाती है, और इस तरह से राष्ट्र के निर्माण में योगदान किया जाता है। सीएसएमसीआरआई अकसर मूल्य-वर्धित उत्पादों के निष्कर्षण के लिए सूक्ष्म शैवाल की व्यापक खेती, नमक उत्पादन की गुणवत्ता और मात्रा में सुधार, नमक-श्रमिकों (अधरियों) के काम के माहौल और अन्य महत्वपूर्ण क्षेत्रों में जागरूकता पैदा करने के साथ-साथ लोगों में सामाजिक आर्थिक स्थिति के उत्थान के लिए आउटरीच गतिविधियों और कौशल विकास कार्यक्रम करता है। हम जलवायु परिवर्तन, बढ़ते ऊर्जा संकट, प्राकृतिक स्रोतों के हास और इसके परिणामों, जैसे हानि कारक मुद्दों को भी संबोधित करते हैं और नीति निर्माताओं को वैकल्पिक समाधान प्रदान करते हैं। संस्थान स्कूल स्तर पर युवा दिमाग में वैज्ञानिक मनोभाव उत्पन्न करने के लिए कई कार्यक्रम करता है, जिसमें ओपन-डे और “जिज्ञासा” कार्यक्रम शामिल हैं। प्राकृतिक आपदाओं के दौरान संस्थान की सेवा अद्वितीय रही है। हम उड़ीसा सुपर साइक्लोन (1999), गुजरात में कच्छ भूकंप (2001), तमिलनाडु में सुनामी (2004), बिहार में कोसी की बाढ़ (2008), पश्चिम बंगाल में चक्रवात आइला (2009), उत्तराखंड में हिमालयी सुनामी (2013), मराठवाड़ा-लातूर के सूखा प्रभावित क्षेत्र (2016) और इस वर्ष केरल बाढ़ के दौरान सुरक्षित पेयजल मांगों को पूरा करने के लिए अपनी मोबाइल जल शोधन इकाई के साथ ग्राउंड जीरो पर थे। इस संक्षिप्त आत्मनिरीक्षण के साथ, हम गर्व के साथ 2018-19 के दौरान समाज के प्रति हमारे कुछ विनम्र योगदान को रेखांकित कर रहे हैं।

### Thematic core competences:

Apart from contributing technology development and basic research, CSMCRI also shoulder the scientific social responsibilities. Over the years, the institute has developed state of the art sophisticated scientific instrumentation facilities to supports its routine R&D. This facility comprises separation techniques-based instruments, modern tools of molecular spectroscopy, microscopy and surface characterization techniques. The vision of the institute is to provide scientific intellectual inputs to various universities, academic, R & D organisations and industries on charge bases, apart from catering the internal needs. Assistance through the discounts in the service charges is provided to educational institute, universities and state/national institutes to support and flourish the scientific





knowledge and in this way to build up the nation. 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. We address the impairment issues like climate change, rising energy crisis, depletion of natural sources and its consequences also and provide alternative solutions to policy makers. The institute undertake several programs to generate scientific temper in young minds at the school level, which includes open-day and “Jigyasa” Program. The service of the Institute during the natural calamities in unparallel. We were at the ground zero with our mobile water purification unit to cater the safe drinking water demands during Orissa super cyclone (1999), Kutch earthquake in Gujarat (2001), Tsunami in Tamil Nadu (2004), Kosi floods in Bihar (2008), Cyclone Aila in West Bengal (2009), Himalayan Tsunami in Uttarakhand (2013), Drought Affected Region of Marathwada-Latur (2016) and during the Kerala flood this year. With this brief introspection, we are proudly outlining some of our humble contributions toward the society during 2018-19.

### केंद्रीकृत परिष्कृत उपकरण सुविधा (सीआईएफ)

#### Centralized Sophisticated Instrument Facility (CIF)

संस्थान की केंद्रीकृत विश्लेषणात्मक सुविधा आंतरिक और बाह्य दोनों प्रकार के उपयोगकर्ताओं के लिए बहुमुखी लक्षण वर्णन एवं परिमाणात्मक विश्लेषण के लिए परिष्कृत उपकरण आधारित विश्लेषणात्मक सेवाओं की एक श्रृंखला प्रदान करती है। बाह्य उपयोगकर्ताओं के लिए, भुगतान के आधार पर विश्लेषणात्मक सेवाएं प्रदान की जाती हैं। हालांकि, विभिन्न विश्वविद्यालयों (75%) और शैक्षणिक संस्थानों/राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं (60%) के पी.एचडी. के छात्रों को सामान्य दरों पर छूट की पेशकश की गई है। हम देश की संपूर्ण लंबाई और चौड़ाई में वैज्ञानिक सेवा आवश्यकताओं को पूरा करते हैं और हाल के वर्षों में श्रीलंका जैसे पड़ोसी देशों को भी वैज्ञानिक सेवा प्रदान की। कई तकनीकों और लक्षण वर्णन के स्तर माप की सटीकता और निष्कर्षों के आत्मविश्वास में सुधार करते हैं। समर्पित वैज्ञानिकों और तकनीशियनों का एक समूह उपकरणों के संचालन और रखरखाव में शामिल है और हमारे सभी इन-हाउस प्रोजेक्ट्स के लिए विश्लेषणात्मक सेवाओं और बौद्धिक इनपुट प्रदान कर रहा है। वर्तमान में सीआईएफ के संपूर्ण संचालन को मान्यताओं के लिए उपयुक्त

The centralised analytical facility of the institute offers a range of sophisticated instruments based analytical services for multifaceted characterization and quantitative analysis for both internal and external users. For outside users, analytical services were provided on payment basis. However, for Ph.D. students from various universities (75%) and academic institutions/ national laboratories (60%) discounts on normal rates has been offered. We cater the scientific service needs in entire length and breadth of the country and in recent years provided scientific service to neighboring countries like Sri Lanka also. Multiple techniques and levels of characterization improve the accuracy of the measurement and confidence in findings. A group of dedicated scientists and technicians are involved in operation and maintenance of the instruments and rendering analytical services and intellectual inputs to all of our in-house projects. Currently an attempt is underway to enhance the whole operation of



स्तर तक बढ़ाने का प्रयास चल रहा है। निम्न तालिका 2018-19 के दौरान सीआईएफ द्वारा किए गए विश्लेषण का संक्षेप प्रस्तुत करती है।

CIF to a level suitable for accreditations. Following table furnishes a nutshell of the analysis performed by CIF during 2018-19.

**अप्रैल 2018 - मार्च 2019 के दौरान विश्लेषित नमूनों का विवरण**  
**Details of the samples analysed during April 2018 – March 2019**

विश्लेषण Analysis	उपकरण Instruments	विश्लेषण किए गए नमूनों की संख्या No. of samples analysed	कुल योग Total
NMR	FT-NMR (JEOL ECZ600R, 600 MHz)	<sup>1</sup> H = 5111; <sup>13</sup> C = 2774; <sup>31</sup> P = 156; <sup>77</sup> V = 08; <sup>19</sup> F = 33; <sup>11</sup> B = 04; <b>2D</b> = 28; <b>DEPT</b> = 11, <b>External:</b> <sup>1</sup> H = 62; <sup>13</sup> C = 42; <sup>27</sup> Al = 01; <sup>29</sup> Si = 01; <b>2D</b> = 05; <b>DEPT</b> = 02; <b>APT</b> = 01	8239
	FT-NMR (Bruker, 500 MHz)	<b>Liq:</b> <sup>1</sup> H = 190; <sup>13</sup> C = 120 <sup>7</sup> Li = 41; <b>2D</b> = 01; <b>APT</b> = 01;	353
	FT-NMR (Bruker, 200 MHz)	<sup>1</sup> H = 380; <sup>13</sup> C = 215; <sup>31</sup> P = 5	600
EPR Spectrometer	Magnet-TECS MS-5000	---	175
Infrared Spectra	FT-IR spectrometer (Perkin Elmer)	---	2080
IR Imaging and ATR	FT-IR, Carry 680 & Microscope Carry 620 (Agilent Technology)	Imaging	00
		ATR	398
		Solid/Liquid	00
Raman Spectrometer	LabRam HR Evolution HORIBA	---	152
XRD (single crystal)	Bruker D8 Quest	Analysed	129
		Solved	117
XRD (powder)	Philips X'pert MPD System Empyrean	---	1835
TEM Analysis	JEOL, Model JEM 2100	---	597
FE-SEM analysis	JSM-7100F	---	1346
AFM	NT-MDT (Ntegra Aura)	---	452
Thermal	NETZSCH, Mettler Toledo	TGA	294
		DMA	56
		DSC	158
CHNS/O Analysis	Elementar, Vario Micro Cube	---	744
ICP-OES	Perkin Elmer, Optima 2000	---	3683
Ion Chromatography	Thermo Fisher (ICS-5000 <sup>+</sup> DC-Dionex)	---	994



<b>Surface area Analysis</b>	ASAP 2010 Surface Analyzer	---	452
<b>Particle size distribution</b>	Mastersizer Particlesize Analyser	---	21
<b>LC-MS (Q-TOFF)</b>	LC (Waters), MS (Micromass)	---	2081
<b>MALDI-TOF/TOF</b>	ABSCIEX, Model:4800plus	Under maintenance	00
<b>Luminescence spectra</b>	Horiba Jobin (Fluoro-log) Edinburgh Inst. ( $\mu$ F 920H)	---	7528
<b>UV-VIS-NIR</b>	Varian Cary 500	---	3565
	Shimadzu, UV-3600	---	929
	Advanced Photonics (Portable UV)	---	810
<b>Isothermal Titration Calorimetry</b>	Microcal iTC 200	---	07
<b>Circular Dichroism (CD) Polarimeter</b>	Jasco, Model J-815	---	126
<b>HPLC</b>	Shimadzu,	---	1088
	Waters	---	1598
<b>GC</b>	Thermo, (Trace GC-Ultra)	---	30
<b>GC-MS</b>	Thermo (Trace GC-Ultra)	---	30
	Shimadzu (2010, MS QP2010)	---	1138
	Agilent (TQ 8040)	---	1717
<b>TOC</b>	Elementar, Model Liquid TOC	---	228
<b>TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting)</b>	Edinburgh Instruments (OB920)	---	337
<b>Rheometer</b>	Anton Paar, Mod. Physica-MCR-301	---	49
<b>Rancimat</b>	Biodiesel Rancimat Matrohm	---	25
<b>Electrical and Electrochemical</b>	Potentiostat (PARSAT)	---	2754hrs
	Potentiostat (Metrohm Autolab)	---	4648hrs
	Bipotentiostat (Pine-AFCBP1)	---	33hrs
	SMU (Keithley 2635A)	---	748hrs
	LCZ meter (Hioki IM3570)	---	226.5hrs





## छात्र पहुंच-विस्तार कार्यक्रम: जिज्ञासा

### Student Outreach Program: JIGYASA

गुजरात में एकमात्र सीएसआईआर संस्थान के रूप में, सीएसएमसीआरआई ने "जिज्ञासा" कार्यक्रम के माध्यम से स्कूली स्तर पर युवा मन में वैज्ञानिक मनोभाव उत्पन्न करने के लिए वैज्ञानिक सामाजिक जिम्मेदारी को पूरा करने में बहुत योगदान दिया। जिज्ञासा कार्यक्रम (छात्र-वैज्ञानिक मेल-जोल कार्यक्रम) के कार्यान्वयन के हिस्से के रूप में स्कूल के छात्रों को अनुसंधान और प्रयोगशाला आधारित गतिविधियों के माध्यम से अनुसंधान का रस देने के लिए सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई द्वारा वित्त वर्ष 2018-19 में कई कार्यक्रम आयोजित किए गए। सीएसएमसीआरआई के वैज्ञानिकों ने स्कूली बच्चों के साथ बातचीत करने के लिए गुजरात के विभिन्न हिस्सों का दौरा किया एवं वार्ता और प्रदर्शन दिए गए। जिज्ञासा कार्यक्रम के तहत संस्थान की यात्रा का आयोजन किया गया है और सैकड़ों छात्रों और कई शिक्षकों ने गहरी रुचि के साथ, इस कार्यक्रम में भाग लिया। यात्राओं का विवरण निम्नलिखित तालिका में प्रस्तुत किया गया है।

As the sole CSIR institute in Gujarat, CSMCRI immensely contributed to accomplish the scientific social responsibility to generate scientific temper in young minds at the school level through "Jigyasa" Program. As part of the implementation of the Jigyasa Program (Student-Scientist Interaction program) several program was conducted by CSIR-CSMCRI in F.Y. 2018-19, to engage school students to get a flavour of research through research and laboratory-based activities. CSMCRI scientists visited different part of the Gujarat to interact with school children and talks and demonstrations were given. Following visit to the institute have been organized under the Jigyasa program and hundreds of students and many teachers were participated in the program, with keen interest. The details of the visits are furnished in following table.

जिज्ञासा कार्यक्रम के तहत सीएसएमसीआरआई में केन्द्रीय विद्यालयों का दौरा  
Visits of Kendriya Vidyalayas to CSMCRI under Jigyasa program

Date	Program Name	No. of days	No. of KV Schools	No. of students	No. of teachers
20.07.2018	Student-Scientist Interaction program at KV, Chandkheda, Ahmedabad	01	05 (Ahmedabad)	148	12
03.08.2018	Student-Scientist Interaction program at KV, AF-II, Jamnagar	01	05 (Jamnagar)	85	10
18.08.2018	Student-Scientist Interaction program at KV, AFS, Bhuj	01	02 (Bhuj) 01 (Gandhidham)	135	08
15.09.2018	Student-Scientist Interaction program at KV, Sector 30, Gandhinagar	01	03 (Gandhinagar)	141	10



Date	Program Name	No. of days	No. of KV Schools	No. of students	No. of teachers
25.09.2018	KV, Bhavnagar on the occasion of CSMCRI open day	01	01 (Bhavnagar)	30	02
05.10.2018	Student-Scientist Interaction program at KV, KRIBHCO, Surat	01	03 (Surat)	101	~ 06



[A]



[B]

**चित्र:** जिज्ञासा गतिविधियों की झलक ए) अहमदाबाद में छात्र-वैज्ञानिक बातचीत, ख) भावनगर में सीएसएमसीआरआई प्रयोगशालाओं में छात्रों का दौरा।

**Fig.:** Glimpse of Jigyasa activities A) Student-Scientist Interaction at Ahmadabad. B) Visit of students to CSMCRI laboratories at Bhavnagar.

### नमक समूह का प्रशिक्षण Training the salt cluster

सामाजिक मिशन के एक हिस्से के रूप में, यह संस्थान छोटे निर्माताओं और अधरियाओं को अच्छी गुणवत्ता के नमक निर्माण के लिए वैज्ञानिक मार्गदर्शन प्रदान करने के लिए सरकारी और गैर-सरकारी एजेंसियों जैसे सेवा (SEWA), आनंदी (ANANDI), AHRM आदि के साथ नमक और समुद्री रसायनों पर देश भर में नमक समूह के विकास पर काम करता है। नमक और समुद्री रसायन प्रभाग नमक की गुणवत्ता और उपज में सुधार करने के लिए और नमक और नमक आधारित उद्योगों के लिए प्रशिक्षित लोगों की आपूर्ति के लिए देश भर में विभिन्न प्रशिक्षण कार्यक्रम भी आयोजित करता है।

As a part of social mission, this institute also works on development of salt cluster across the country on salt & marine chemicals with Governmental and Non-Governmental agencies like SEWA, ANANDI, AHRM etc. to provide scientific guidance to small manufacturers and agariyas for good quality salt productions. Salt & Marine chemicals division also conducts various training programs across the country to improve the quality & yield of salt and also to cater trained people to salt and salt-based industries.

नमक समूहों के लिए आयोजित प्रशिक्षण कार्यक्रमों का विवरण  
Details of the training programs organized for the salt clusters

क्रम सं. SN	प्रशिक्षण कार्यक्रम का शीर्षक Title of Training Program	स्थान Venue	अवधि (महीनों में) Duration (in months)	प्रशिक्षुओं की संख्या Number of Trainees
1.	Training on high purity salt production	Adesar & Santalpur, Gujarat	28/11/2018 to 03/12/2018	15
2.	Training program for salt manufacturers	Nawa & Phalodi, Rajasthan	18/12/2018 & 19/12/2018	50
3.	Training program for salt manufacturers	Issakapalli, Andhra Pradesh	11/01/2019	50



[A]



[B]



[C]

चित्र: प्रशिक्षण कार्यक्रम [A] संतालपुर, पाटन, [ख] अडेसर, कच्छ, [स] अडेसर में सीएसएमसीआरआई द्वारा स्थापित कॉमन फैसिलिटी सेंटर।

Fig.: Training program at [A] Santalpur, Patan, [B] Adesar, Kutch, [C] Common Facility Centre at Adesar, established by CSMCRI.

### समुद्री शैवाल खेती के माध्यम से आजीविका उत्पादन के लिए बुनियादी ढाँचा सहायता Infrastructure assistance for livelihood generation through seaweed farming

हालांकि तटीय समुदाय सक्रिय रूप से आजीविका के लिए मछली पकड़ने की गतिविधि में लगे हुए हैं, फिर भी कई महिलाएं पर्याप्त आय हासिल करने में सक्षम नहीं हैं। घरेलू कर्तव्यों के बाद का समय, वे पास के तटीय क्षेत्रों में अतिरिक्त काम में लगाना चाहते हैं। इसलिए, योग्य उम्मीदवारों की पहचान के लिए एक सर्वेक्षण आयोजित किया गया था जिन्हें समुद्री शैवाल की खेती के लिए समर्थन और प्रोत्साहित किया जा सकता है। परिवार पृष्ठभूमि के साथ दो सौ प्रतिभागियों का सर्वेक्षण किया गया। आयु वर्ग, शिक्षा, आय सृजन और उनकी संपत्ति के मूल्य के आधार पर सर्वेक्षण किया गया था। 25 व्यक्तियों के एक समूह का चयन किया गया था और पास के तटीय क्षेत्र में कप्पाफाइकस खेती पर प्रशिक्षण दिया गया।

Although the coastal communities are actively engaged in fishing activity for livelihood, yet many of the women are not capable of securing adequate income. The time after the household duties, they seek to put in additional-work in the nearby coastal regions. Therefore, a survey was conducted in order to identify the deserving candidates who can be supported and encouraged to carry out the seaweed cultivation. Two hundred participants were surveyed along with their family background. Survey was undertaken based on age group, education, income generation and their assets value. A group of 25 persons were selected and the training on *Kappaphycus*



प्रशिक्षण के बाद खेती को जारी रखने के लिए, CSIR-HARIT परियोजना के तहत आवश्यक बुनियादी ढांचा सहायता दी गई, जिससे वे उपजाए गए बायोमास की बिक्री के माध्यम से राजस्व उत्पन्न कर सकें। अधिकांश प्रतिभागियों (95%) ने समुद्री शैवाल की खेती पर मजबूत कौशल-समुच्चय विकसित किए और आज तक काम को जारी रखे हुए हैं। कप्पाफाइकस की खेती से प्रति व्यक्ति प्राप्त आय औसतन ₹ 20,000/- महीना है।

cultivation was imparted to them in nearby coastal region.

To continue the cultivation after the training, necessary infrastructure assistance was provided under the CSIR-HARIT project enabling them to generate the revenue through the selling of the cultivated biomass. The majority of the participants (95%) could able to develop strong skill-set on seaweed farming and pursuing the work till today. The income generation out the farming Kappaphycus is an average of ₹ 20,000/- month by each individual.



चित्र: मुथाईपुरम (तूतीकोरिन) तट पर, सुनामी कॉलोनी के पास कप्पाफाइकस की खेती का प्रशिक्षण।

Fig.: Training on Kappaphycus cultivation at Muthaiyapuram (Tuticorin) coast near Tsunami colony.

## तमिलनाडु के रामनाथपुरम जिले में समुद्री शैवाल की खेती और उप-उत्पाद विकास में मछुआरों का सशक्तिकरण

### Empowerment of Fishers in Seaweed cultivation and by-product Development in Ramanathapuram district, Tamil Nadu

तमिलनाडु सरकार के मत्स्य विभाग के वित्तीय सहयोग से तमिलनाडु के तटीय मछुआरा समुदायों को समुद्री शैवाल मूल्य श्रृंखला के विकास में संलग्न कर निरंतर अतिरिक्त आय के माध्यम से सशक्तिकरण के लिए एक कार्यक्रम शुरू किया गया। कार्यक्रम के उद्देश्य निम्नलिखित थे क) वाणिज्यिक खेती को समर्थन देने के लिए 6000 बेड़े की बीज आवश्यकताओं की आपूर्ति करने के लिए कप्पाफाइकस अल्वारेज़ि के बीज बैंक की स्थापना; ख) व्यावसायिक खेती के लिए 3000 बेड़ा पैमाने के लिए एगरोफाइट्स के नवांकुओं

The program was initiated that can, empower coastal fishing communities of Tamil Nadu through sustained additional income by engaging in developing seaweed value chain with the financial support of Department of Fisheries, Government of Tamil Nadu. Following were the objectives of the program a) Establishment of seed bank of Kappaphycus alvarezii in order to supply seed requirement of 6000 rafts for supporting commercial cultivation; b) Adequate supply of seed plant of agarophytes for 3000 rafts scale of commercial

की पर्याप्त आपूर्ति; ग) वाणिज्यिक खेती के माध्यम से उपजाई गयी कप्पापाइकस अल्वारेज़ि बायोमास से सैप बनाने के लिए प्रोटोटाइप प्रसंस्करण इकाई की स्थापना और घ) केरिजनन और अगर जैसे मूल्य वर्धित उत्पादों का उत्पादन करने के लिए 0.25 TPD क्षमता वाली डाउनस्ट्रीम प्रसंस्करण इकाई की स्थापना। इस परियोजना को लागू करने के लिए 4 दिसंबर, 2018 को सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई और तमिलनाडु राज्य मत्स्य विभाग के बीच एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए और मत्स्य विभाग, गुजरात सरकार ने इस गतिविधि के लिए ₹ 207.50 लाख स्वीकृत किए।

cultivation; c) Commissioning prototype processing unit for making sap from *Kappaphycus alvarezii* biomass harvested through commercial cultivation and d) Establishment of downstream processing unit with a capacity of 0.25 TPD to produce value added products like carrageenan and agar. To implement this project a MoU has been signed between CSIR-CSMCRI and Tamil Nadu state fisheries on 4th December 2018 and DoF, GoG has sanctioned Rs. 207.50 lakhs toward this activity.

### कच्छ के अब्दासा तालुका के मछुआरा समुदाय की एक दिन की प्रशिक्षण प्रदर्शन यात्रा One day exposure visit of fishermen community from Abdasa Taluka, Kutch

24 अक्टूबर, 2018 को कच्छ के अब्दासा तालुका के मछुआरों के लाभ के लिए एक दिवसीय प्रशिक्षण प्रदर्शन यात्रा की व्यवस्था की गई। उन्हें समुद्री शैवाल की खेती के विभिन्न पहलुओं, जैसे स्थल चयन, खेती के विभिन्न तरीकों और मूल्य-वर्धन की तकनीकों से परिचित कराया गया। जैव-प्रौद्योगिकी और शैवाल विभाग के वैज्ञानिक कर्मचारियों ने व्यक्तिगत रूप से इस समूह के साथ बातचीत की ताकि वे इस नए उद्यम के बारे में अपने संदेह को दूर कर सकें जो वे आजीविका के विविधीकरण के रूप में कर रहे हैं।

One day exposure visit was arranged on October 24, 2018, for the benefit of fishermen community of Abdasa Taluka, Kutch. They were introduced with different aspects of seaweed cultivation, such as site selection, various methods of farming and techniques of value addition. Scientific staff of Biotechnology and Phycology division personally interacted with this group to clear their doubts about this new venture which they are undertaking as the diversification of livelihood.



चित्र: समुद्री शैवाल की खेती प्रशिक्षण प्रदर्शन की झलक।

Figure: Glimpses of seaweed cultivation training exposure visit.

### तमिलनाडु एवं आंध्र प्रदेश में समुद्री शैवाल की खेती का प्रशिक्षण Seaweed cultivation training at Tamil Nadu and Andhra Pradesh

राष्ट्रीय मत्स्य विकास बोर्ड, हैदराबाद ने "तमिलनाडु तट पर समुद्री शैवाल की खेती और कृषि प्रसार पर प्रशिक्षण

National Fisheries Development Board, Hyderabad has sponsored a training program on "Imparting training on seaweed cultivation



कार्यक्रम" प्रायोजित किया। प्रशिक्षण कार्यक्रम दो भागों में था क) प्रशिक्षकों का प्रशिक्षण (ToT) और ख) कौशल विकास कार्यक्रम। प्रशिक्षण कार्यक्रम के प्रत्येक बैच का उद्देश्य रामनाथपुरम, तूतीकोरिन और पुदुक्कोट्टई जिलों में तटीय गांवों से पहचान की गई पचास महिला सदस्यों को हस्तगत अनुभव प्रदान कराना था। इस प्रतिवेदित अवधि के दौरान 250 प्रतिभागियों को शामिल करते हुए दस कार्यक्रम आयोजित किए गए।



**चित्र:** समुद्री शैवाल की खेती प्रशिक्षण कार्यक्रम की झलक।

**Fig.:** Glimpses of Seaweed cultivation training program.

समुद्री शैवाल की खेती प्रशिक्षण का विस्तार आंध्र प्रदेश के सूर्यलंका, बापटला, गुंटूर जिले में 10 तटीय ग्रामीण लाभार्थियों तक किया गया। आंध्र प्रदेश राज्य कौशल विकास निगम (APSSDC), विजयवाड़ा और सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के बीच 16.05.2018 को आंध्र प्रदेश के तटीय जिलों में तटीय ग्रामीण आबादी के लिए वैकल्पिक आजीविका अवसर के रूप में समुद्री शैवाल खेती प्रशिक्षण कार्यक्रम शुरू करने के लिए समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। इस ज्ञापन के तहत ₹ 15.17 लाख के बजट में कुल 500 लोगों को लक्षित किया गया है।

**चित्र:** सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई और एपीएसएसडीसी, विजयवाड़ा के बीच समझौता ज्ञापन।

**Fig.:** MoU between CSIR-CSMCRI and APSSDC, Vijayawada.

and dissemination of farming along Tamil Nadu coast". The training program was in two parts A) Training of trainers (ToT) and B) Skill development program. Each batch of training program was aimed at imparting hands on experience to fifty women members identified from the coastal villages of Ramanathapuram, Tuticorin and Pudukkottai districts. During this reporting period ten programs were conducted covering 250 participants.



Seaweed cultivation training was extended to 10 coastal rural beneficiaries in Suryalanka, Bapatla, Guntur district, Andhra Pradesh. MoU signed between Andhra Pradesh State Skill Development Corporation (APSSDC), Vijayawada and CSIR-CSMCRI on 16.05.2018 to initiate seaweed cultivation training program for coastal rural population in Andhra Pradesh coastal districts as an alternate livelihood opportunity. Under this MoU at a budget of ₹ 15.17 lakhs a total of 500 people has been targeted.





## केरल बाढ़ के दौरान राहत कार्य के लिए मोबाइल जल शोधन इकाई की तैनाती Deployment of mobile water purification unit for relief work during Kerala flood

16 अगस्त 2018 को, असामान्य रूप से उच्च वर्षा ने दक्षिण भारतीय राज्य केरल को भयंकर बाढ़ से प्रभावित किया, जिस के कारण सैकड़ों लोग मारे गए और लगभग दस लाख लोगों को विस्थापित करना पड़ा। सुरक्षित और स्वच्छ पीने के पानी के उत्पादन के लिए विकसित की गई मोबाइल जल शोधन इकाई (WHO के मानदंडों के अनुसार) अलप्पुझा जिले के चेंगन्नूर तहसील के एक गाँव पांडनाड में त्वरित रूप से तैनात की गई, जो पीने के पानी की गंभीर कमी का सामना कर रहा था। मोबाइल इकाई को केरल जल प्राधिकरण के पम्पिंग स्टेशन पर तैनात किया गया, जहाँ पानी बोरवेल में उपलब्ध था, हालाँकि अशुद्धियों, टरबिडिटी बैक्टीरिया और साथ ही रोगजनक संदूषण के कारण पीने योग्य नहीं था।

On 16 August 2018, severe floods affected the south Indian state Kerala, due to unusually high rainfall leaving hundreds of people dead and about a million people were evacuated. The mobile water purification unit developed for producing safe and clean drinking water (as per WHO norms) was quickly deployed in Pandanad, a village in Chengannur Tehsil of Alappuzha district, that was facing severe scarcity of drinking water. The mobile unit was stationed at the pumping station of Kerala Water Authority, where the water was available in the bore well, although was not drinkable due to impurities, turbidity bacterial as well as pathogenic contaminations.



[A]



[B]



[C]



[D]

चित्र: केरल बाढ़ के दौरान मोबाइल जल शोधन इकाई की तैनाती की झलक।

Fig.: Glimpses of deployment of mobile water purification unit during Kerala flood.



हमारी मोबाइल यूनिट स्वदेशी रूप से विकसित अल्ट्राफिल्ट्रेशन हौलो फाइबर मेम्ब्रेन और आरओ मेम्ब्रेन तकनीक से लैस है जो बैक्टीरिया/ रोगाणु दूषित जल, टरबिड/ सस्पेंडेड कणों को शुद्ध करने एवं अतिरिक्त अवांछित घुलित लवण (साथ ही आर्सेनिक, कठोरता, फ्लोराइड, नाइट्रेट, गंध और रंग) को साफ करने में सक्षम है। जल को शुद्ध किया गया और पीने के लिए उपलब्ध कराया गया। लगभग 20,000-25,000 लीटर जल प्रति दिन उपलब्ध कराया गया था और 12 दिनों के लिए बाढ़ प्रभावित क्षेत्रों में लोगों को वितरित किया गया।

Our mobile unit is equipped with indigenously developed ultrafiltration hollow fibre membranes & RO membrane technology capable of purifying and cleaning bacteria/ pathogen contaminated water, turbid/ suspended particles as well as desalting excess unwanted dissolved salts (also arsenic, hardness, fluoride, nitrate, odour and colour). The water was purified and was made available for drinking. Around 20,000-25,000 Liters per day water was made available and was distributed to the people in the flood affected areas for 12 days.



## अनुलग्नक Annexure

1. शोध पत्र [Research Papers]	105
2. पुस्तक/ पुस्तक में अध्याय [Book/ Chapters in Books]	124
3. स्वीकृत पेटेंट/ दायर पेटेंट [Patents-Granted/ Filed]	127
4. प्रौद्योगिकी हस्तांतरण [Technology Transferred]	131
5. सम्मेलनों में मौखिक/ पोस्टर प्रस्तुति [Oral/ Poster presentation in Conferences]	133
6. आमंत्रित वार्ता [Invited Talks]	141
मानव संसाधन विकास [Human Resource Development]	
A. स्टाफ सदस्यों द्वारा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भागीदारी Training Programmes attended by staff members.	144
7. B. पीएच.डी. [Ph.D.]	146
C. विभिन्न संस्थानों के पाठ्यक्रम के तहत लघु अवधि प्रशिक्षण [Short Term Training under Curriculum of various institutes].	150
8. पुरस्कार और मान्यता [Awards and Recognitions]	151
9. पेशेवर निकायों की सदस्यता [Membership of Professional Bodies]	151
10. विदेश में प्रतिनियुक्ति [Deputation Abroad]	152
11. प्रतिष्ठित आगंतुक और व्याख्यान [Distinguished Visitors & Lectures]	153
12. जन-शक्ति सारांश [Manpower Summary]	156
13. नियुक्तियां [Appointments]	158
14. सेवानिवृत्ति/ स्वैच्छिक सेवानिवृत्ति/ स्थानांतरण/ पदच्युति/ त्यागपत्र [Superannuation/ Voluntary retirement/ Transfer/ Dismissal/ Resignation]	159
15. स्मृति-शेष [Always in Memories]	160
16. अंतर-संस्था संबंध [Interagency Linkages]	161
17. बजट सारांश [Budget Summary]	169
18. अनुसंधान परिषद [Research Council]	170
19. प्रबंधन परिषद [Management Council]	171





वैधानिक समितियाँ [Statutory Committees]		
20.	A. एससी / एसटी के लिए शिकायत निवारण समिति [Grievance Redressal Committee for SCs/STs]	171
	B. स्थानीय शिकायत समिति [Local Grievance Committee]	172
	C. आंतरिक शिकायत समिति [Internal Complaints Committee]	173
	D. राजभाषा कार्यान्वयन समिति [Official Language Implementation Committee]	173
21.	आरक्षण नीति कार्यान्वयन [Reservation policy implementation]	174
22.	आरटीआई अनुपालन [RTI Compliance]	175
23.	ज्ञान संसाधन [Knowledge Resources]	175
24.	राजभाषा प्रसार [Official Language Dissemination]	176
25.	सम्मेलन/ कार्यशालाएं/ कार्यक्रम/ बैठकों का आयोजन [Seminars/ Workshops/ Events/ Meetings Organized]	181



## 1. शोध पत्र [Research Papers]

1. Synthesis and characterization of a novel polymeric hydrogel based on hydroxypropyl methyl cellulose grafted with polyacrylamide. Das R.; Panda A. B.; Pal S. *Cellulose* 25 (2018) 2769-2769.
2. Marine macroalgal nursery: A model for sustainable production of seedlings for large-scale farming. Gupta V.; Trivedi N.; Simoni S.; Reddy C. R. K. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts* 31 (2018) 463-468.
3. Self-Assembly of Partially Alkylated Dextran-graft-poly[(2-dimethylamino)ethyl methacrylate] Copolymer Facilitating Hydrophobic/Hydrophilic Drug Delivery and Improving Conetwork Hydrogel Properties. Chandel A. K. S.; Nutan B.; Raval I. H.; Jewrajka S. K. *Biomacromolecules* 19 (2018) 1142-1153.
4. Nitrogen-rich graphitic-carbon stabilized cobalt nanoparticles for chemoselective hydrogenation of nitroarenes at milder conditions. Nandi S.; Patel P.; Khan N. H.; Biradar A. V.; Kureshy R. I. *Inorganic Chemistry Frontiers* 5 (2018) 806-813.
5. Metabolomics and network analysis reveal the potential metabolites and biological pathways involved in salinity tolerance of the halophyte *Salvadora persica*. Kumari A.; Parida A. K. *Environmental and Experimental Botany* 148 (2018) 85-99.
6. Pilot scale production of extracellular thermo-alkali stable laccase from *Pseudomonas* sp S2 using agro waste and its application in organophosphorous pesticides degradation. Chauhan P. S.; Jha, B. *Journal of Chemical Technology and Biotechnology* 93 (2018) 1022-1030.
7. Influences of Different Halophyte Vegetation on Soil Microbial Community at Temperate Salt Marsh. Chaudhary D. R.; Kim J.; Kang H. *Microbial Ecology* 75 (2018) 729-738.
8. Correlating growth mechanism and morphology in Cu-TCNQ organometallic complex: A microscopic study. Bhadu G. R.; Chaudhari J. C.; Rebary B.; Patidar R.; Srivastava D. N. *Micron* 107 (2018) 85-93.
9. The wheat TabZIP2 transcription factor is activated by the nutrient starvation-responsive SnRK3/CIPK protein kinase. Luang S.; Sornaraj P.; Bazanova N.; Jia W.; Eini O.; Hussain S. S.; Kovalchuk N.; Agarwal P.K.; Hrmova M.; Lopato S. *Plant Molecular Biology* 96 (2018) 543-561.
10. Octadecyl-silicaPVDF membrane of superior MD desalination performance. Mistry R. J.; Saxena M.; Ray P.; Singh P. S. *Journal of Applied Polymer Science* 135 (2018) 46043 [1 to 14].
11. Nanoporous composite proton exchange membranes: High conductivity and thermal stability. Gahlot S.; Sharma P. P.; Yadav V.; Jha P. K.; Kulshrestha V. *Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects* 542 (2018) 8-14.



12. An uncommon multicomponent reaction involving nucleophilic heterocyclic carbenes: facile synthesis of fully substituted cyclopentanones. Krishnan J.; Jose A.; Sasidhar B. S.; Suresh E.; Menon R. S.; Nair V. *Organic Chemistry Frontiers* 5 (2018) 1202-1208.
13. Substrate Directed Asymmetric Reactions. Bhadra S.; Yamamoto H. *Chemical Reviews* 118 (2018) 3391-3446.
14. Water Transport through Ultrathin Polyamide Nanofilms Used for Reverse Osmosis. Jiang Z. W.; Karan S.; Livingston A.G. *Advanced Materials* 30 (2018) 1705973.
15. Solvothermal synthesis of magnetic copper ferrite nano sheet and its antimicrobial studies. Muthukumar K.; Lakshmi D. S.; Acharya S. D.; Natarajan S.; Mukherjee A. Bajaj H.C. *Materials Chemistry and Physics* 209 (2018) 172-179.
16. Polysulfide-triggered fluorescent indicator suitable for super-resolution microscopy and application in imaging. Hoskere A.A.; Sreedharan S.; Ali F.; Smythe C.G.; Thomas J.A.; Das A. *Chemical Communications* 54 (2018) 3735-3738.
17. Acid resistant sulphonated poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene)/graphene oxide composite cation exchange for water splitting by iodine-sulfur bunsen process for hydrogen production. Das A. K.; Manohar M.; Shahi V.K. *Journal of Membrane Science* 552 (2018) 377-386.
18. Base-Promoted Transition-Metal-Free Arylation of Imidazo-Fused Heterocycles with Diaryliodonium Salts. Kumar R.; Ravi C.; Rawat D.; Adimurthy S. *European Journal of Organic Chemistry* 14 (2018) 1665-1673.
19. Biosynthetic Potential of Bioactive Streptomyces Isolated From Arid Region of the Thar Desert, Rajasthan. Masand M.; Sivakala K. K.; Menghani E.; Thinesh T.; Anandham R.; Sharma G.; Sivakumar N.; Jebakumar S. R. D.; Jose P. A. *Frontiers in Microbiology* 09 (2018) 687 [01 to 11].
20. Environmental benign synthesis of reduced graphene oxide (rGO) from spent lithium-ion batteries (LIBs) graphite and its application in supercapacitor. Natarajan S.; Ede S. R.; Bajaj H. C.; Kundu S. *Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspect* 543 (2018) 98-108.
21. A group of nuclear factor Y transcription factors are sub-functionalized during endosperm development in monocots. Zhiguo E.; Li, T. T.; Zhang H. Y.; Liu Z. H.; Deng H.; Sharma S.; Wei X. F.; Wang L.; Niu B. X.; Chen C. *Journal of Experimental Botany* 69 (2018) 2495-2510.
22. A water soluble  $\text{Cu}^{2+}$ -specific colorimetric probe can also detect  $\text{Zn}^{2+}$  in live shrimp and aqueous environmental samples by fluorescence channel. Raju M.; Nair R. R.; Raval I. H.; Halder S.; Chatterjee P. B. *Sensors and Actuators B-Chemical* 260 (2018) 364-370.





23. Nitrogen-rich graphitic carbon stabilized cobalt nanoparticles as an effective heterogeneous catalyst for hydrogenation of CO<sub>2</sub> to formate. Patel P.; Nandi S.; Maru M. S.; Kureshy R. I.; Khan N.H. *Journal of CO<sub>2</sub> Utilization* 25 (2018) 310-314.
24. Three-Dimensional Co(II)/Cd(II) Metal-Organic Frameworks: Luminescent Cd-MOF for Detection and Adsorption of 2,4,6-Trinitrophenol in the Aqueous Phase. Rachuri Y.; Parmar B.; Suresh E. *Crystal Growth & Design* 18 (2018) 3062-3072.
25. Crosslinking of Polyvinyl Alcohol (PVA) and Effect of Crosslinker Shape (Aliphatic and Aromatic) Thereof. Sonker A. K.; Rathore K.; Nagarale R.K.; Verma V. *Journal of Polymers and the Environment* 26 (2018) 1782-1794.
26. Optimization and up scaling of ionic liquid tolerant and thermo-alkali stable laccase from a marine *Staphylococcus arlettae* S1-20 using tea waste. Chauhan P. S.; Goradia B.; Jha B. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 86 (2018) 1-8.
27. Salt-Induced Microstructural Transitions in Aqueous Dispersions of Ionic-Liquids-Based Surfactants. Vaid Z. S.; Rajput S. M.; Shah A.; Kadam Y.; Kumar A.; El Seoud O. A.; Mata J. P.; Malek N. I. *Chemistryselect* 3 (2018) 4851-4858.
28. Enantioselective Addition of Cyanide to CF<sub>3</sub>-Substituted Alkylidenemalonates: Construction of Trifluoromethylated All-Carbon Quaternary Stereocenters. Jakhar A.; Nazish M.; Gupta N.; Khan N. H.; Kureshy R. I. *Chemistryselect* 3 (2018) 4838-4843.
29. Effect of Zeolitic Imidazole Framework-8 nanocrystals on hydrocarbon permselective Poly(dimethylsiloxane) membrane as probed by small-angle neutron scattering. Prajapati P. K.; Kansara A. M.; Aswal V. K.; Singh P. S. *Polymer* 143 (2018) 96-105.
30. Dynamics of the phospholipid shell of microbubbles: a fluorescence photoselection and spectral phasor approach. Slenders E.; Seneca S.; Pramanik S. K.; Smisdom N.; Adriacensens P.; vandeVen M.; Ethirajan A.; Ameloot M. *Chemical Communications* 54 (2018) 4854-4857.
31. Natural Variation in Elicitation of Defense-Signaling Associates to Field Resistance against the Spot Blotch Disease in Bread Wheat (*Triticum aestivum* L.). Sharma S.; Sahu R.; Navathe S.; Mishra V. K.; Chand R.; Singh P. K.; Joshi A. K.; Pandey S. P. *Frontiers in Plant Science* 9 (2018) 636 [1 to 18]
32. Modulation of FKBP5 Expression by cigarette smoke. Bhatt H.; Khandelwal A.; Gajaria T.; Gohil K.; Cross C.; Vasu V. *Free Radical Biology and Medicine* 120 (2018) S96-S96.
33. Evaluation of the anti-cancer property of Toluquinol, a marine fungus derived natural product. Khandelwal A.; Bhatt H.; Gajaria T.; Sabapathy I.; Manikkam R.; Vasu V. *Free Radical Biology and Medicine* 120 (2018) S122-S123.



34. Chelation-assisted de-aryloxylation amination of 2-aryloxy quinolines: a new synthetic route to a key fragment of a bioactive PRMT5 inhibitor Gupta A.; Kumar J.; Bhadra S. *Organic & Biomolecular Chemistry* 16 (2018) 3716-3720.
35. Pd<sup>II</sup>-Catalyzed methoxylation of C(sp<sup>3</sup>)-H bonds adjacent to benzoxazoles and benzothiazoles. Kumar J.; Gupta A.; Bhadra S. *Organic & Biomolecular Chemistry* 17 (2019) 3314-3318.
36. New Route for Synthesis of Fluorescent SnO<sub>2</sub> Nanoparticles for Selective Sensing of Fe (III) in Aqueous Media Vyas G.; Kumar A.; Bhatt M.; Bhatt S.; Paul P. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology* 18 (2018) 3954-3959.
37. Carbon adhered iron oxide hollow nanotube on membrane fouling. Muthukumar K.; Lakshmi D. S.; Saxena M.; Jaiswar S.; Natarajan S.; Mukherjee A.; Bajaj H. C. *Materials Chemistry and Physics* 211 (2018) 468-478.
38. Enantioselective Synthesis of -Nitro Phosphonates Catalyzed by a Secondary Amine Bisthiourea Nazish M.; Jakhar A.; Gupta N.; Khan N. H.; Kureshy R. I. *Synlett* 29 (2018) 1385-1389.
39. Bi-functional heterogeneous iron complexes for catalytic conversion of epoxides to cyclic carbonates and their application in the synthesis of polyurethane Verma S.; Nazish M.; Kureshy R. I.; Khan N. H. *Sustainable Energy & Fuels* 2 (2018) 1312-1322.
40. Study of fluoride content in some commercial phosphate fertilizers Ramteke L. P.; Sahayam A. C.; Ghosh A.; Rambabu U.; Reddy M. R. P.; Popat K. M.; Rebary B.; Kubavat D.; Marathe K. V.; Ghosh P. K. *Journal of Fluorine Chemistry* 210 (2018) 149-155.
41. Biofouling of polysulfone and polysulfone-graphene oxide nanocomposite membrane and foulant removal Raval H. D.; Makwana P.; Sharma S. *Materials Research Express* 5 (2018) 065322 [1 to 9].
42. Synthesis of Chloride-Free Potash Fertilized by Ionic Metathesis Using Four-Compartment Electrodialysis Salt Engineering. Sharma P. P.; Yadav V.; Rajput A.; Kulshrestha V. *ACS Omega* 3 (2018) 6895-6902.
43. Photosynthetic pigments, betalains, proteins, sugars, and minerals during *Salicornia brachiata* senescence. Parida A. K.; Kumari A.; Panda A.; Rangani J.; Agarwal P. K. *Biologia Plantarum* 62 (2018) 343-352.
44. Drought alleviatory potential of *Kappaphycus* seaweed extract and the role of the quaternary ammonium compounds as its constituents towards imparting drought tolerance in *Zea mays* L. Trivedi K.; Anand K. G. V.; Kubavat D.; Patidar R.; Ghosh A. *Journal of Applied Phycology* 30 (2018) 2001-2015.



45. Stereoselective Metabolism of Omeprazole by Cytochrome P450 2C19 and 3A4: Mechanistic Insights from DFT Study. Jana K.; Bandyopadhyay T.; Ganguly B. *Journal of Physical Chemistry B* 122 (2018) 5765-5775.
46. Efficient Solvent-Free Carbon Dioxide Fixation Reactions with Epoxides Under Mild Conditions by Mixed-Ligand Zinc(II) Metal-Organic Frameworks Patel P.; Parmar B.; Kureshy R. I.; Khan N. H.; Suresh E. *ChemCatChem* 10 (2018) 2401-2408.
47. Poly (trichlorovinylsilane-co-quaternaryvinylbenzylchloride)/ fGMR based anion exchange membrane and its application towards salt and acid recovery Sharma P. P.; Yadav, V.; Rajput, A.; Kulshrestha, V. *Journal of Membrane Science* 556 (2018) 303-311.
48. Pilot-scale produced super activated carbon with a nanoporous texture as an excellent adsorbent for the efficient removal of metanil yellow Sawant S. Y.; Pawar R. R.; Senthilkumar S.; Somani R. S.; Cho M. H.; Bajaj H. C. *Powder Technology* 333 (2018) 243-251.
49. Synthesis of finest superparamagnetic carbon-encapsulated magnetic nanoparticles by a plasma expansion method for biomedical applications Sarma L.; Aomola N.; Sarmah T.; Sarma S.; Srinivasan A.; Sharma G.; Gupta A.; Reddy V. R.; Satpati B.; Srivastava D. N.; Deka S.; Pandey L. M.; Kakati M. *Journal of Alloys and Compounds* 749 (2018) 768-775.
50. Iodine-Catalyzed One-Pot Decarboxylative Sulfenylation of Electron-Rich Arenes and Indoles. Ravi C.; Semwal R.; Kumar R.; Reddy N. N. K.; Adimurthy S. *ChemistrySelect* 3 (2018) 6116-6121.
51. Judicious Reduction of Supported Ti Catalyst Enables Access to Disentangled Ultrahigh Molecular Weight Polyethylene. Gote R. P.; Mandal D.; Patel K.; Chaudhuri K.; Vinod C. P.; Lele A. K.; Chikkali S. H. *Macromolecules* 51 (2018) 4541-4552.
52. Amine-functionalized Zn(II) MOF as an efficient multifunctional catalyst for CO<sub>2</sub> utilization and sulfoxidation reaction Patel P.; Parmar B.; Kureshy R. I.; Khan N. H.; Suresh E. *Dalton Transactions* 47 (2018) 8041-8051.
53. Study of Jatropha curcas shell bio-oil-diesel blend in VCR CI engine using RSM. Patel H.; Rajai V.; Das P.; Charola S.; Mudgal A.; Maiti S. *Renewable Energy* 122 (2018) 310-322.
54. Synthesis of 1,2,4-Trisubstituted-(1H)-imidazoles through Cu(OTf)<sub>2</sub>/I-2-Catalyzed C-C Bond Cleavage of Chalcones and Benzylamines. Salfeena C. T. F.; Jalaja. R.; Davis R.; Suresh E.; Somappa S. B. *ACS Omega* 3 (2018) 8074-8082.
55. DFT Study To Explore the Importance of Ring Size and Effect of Solvents on the Keto-Enol Tautomerization Process of alpha- and beta-Cyclodiones. Jana K.; Ganguly B. *ACS Omega* 03 (2018) 8429-8439.





56. Influence of gauche effect on uncharged oxime reactivators for the reactivation of tabun-inhibited AChE: quantum chemical and steered molecular dynamics studies. Ghosh S.; Jana K.; Ganguly B. *Journal of Computer-Aided Molecular Design* 32 (2018) 793-807.
57. Physiological Characterization of Heat Tolerant Hybrids in Rice (*Oryza sativa* L.) Gangapur D. R.; Thiyagarajan K.; Magadum S.; Vijayalakshmi C. *Romanian Biotechnological Letters* 23 (2018) 13785-13792.
58. Synthesis, characterization and application of green seaweed mediated silver nanoparticles (AgNPs) as antibacterial agents for water disinfection. Dixit D.; Gangadharan D.; Popat K. M.; Reddy C. R. K.; Trivedi M.; Gadhavi D. K. *Water Science and Technology* 78 (2018) 235-246.
59. Phenanthrene degradation using *Streptomyces variabilis* strain RD5 isolated from marine ecosystem. Dholakiya R. N. Joshi N.; Anil Kumar M.; Mody K. *Desalination and Water Treatment* 121 (2018) 250-255.
60. Production of anti-biofouling metabolites by *Streptomyces* sp strain RD4 for its application in mitigating the bacterial biofilms. Dholakiya R. N.; Anil Kumar M.; Mody K. *Desalination and Water Treatment* 121 (2018) 275-283.
61. Green route for synthesis of multifunctional fluorescent carbon dots from Tulsi leaves and its application as Cr(VI) sensors, bio-imaging and patterning agents Bhatt S.; Bhatt M.; Kumar A.; Vyas G.; Gajaria T.; Paul P. *Colloids and Surfaces B-Biointerfaces* 167 (2018) 26-133.
62. Recovery of value-added products from cathode and anode material of spent lithium-ion batteries Natarajan S.; Boricha A. B.; Bajaj H. C. *Waste Management* 77 (2018) 455-465.
63. Visible light driven redox-mediator-free dual semiconductor photocatalytic systems for pollutant degradation and the ambiguity in applying Z-scheme concept Natarajan T. S.; Thampi K. R.; Tayade R. J. *Applied Catalysis B-Environmental* 227 (2018) 296-311.
64. Solvent-free production of nano-FeS anchored graphene from *Ulva fasciata*: A scalable synthesis of super-adsorbent for lead, chromium and dyes Mahto A.; Kumar A.; Chaudhary J. P.; Bhatt M.; Sharma A. K.; Paul P.; Nataraj S. K.; Meena R. *Journal of Hazardous Materials* 353 (2018) 190-203.
65. Enantioselective Synthesis of beta-Nitrophosphonates Using Immobilized Quinine Organocatalyst on Mesoporous SBA-15 as an Efficient Recyclable Catalyst. Nazish M.; Kumar G.; Tak R.; Khan N.H.; Kureshy, R. I. *ChemistrySelect* 3 (2018) 7394-7401.



66. The effect of sigma/pi, sigma and pi donors on the basicity of silylene superbases: a density functional theory study. Biswas A. K.; Si M. K.; Ganguly B. *New Journal of Chemistry* 42 (2018) 11153-11159.
67. Computational predictions turning the isomers of alanine to generate distinct morphs of free-flowing salt crystals. Si M. K.; Pramanik S. K.; Hingu V.; Ganguly B. *Physical Chemistry Chemical Physics* 20 (2018) 17125-17131.
68. A Multifunctional Biomimicking Oxidovanadium (V) Complex: Synthesis, DFT Calculations, Bromo-peroxidation and DNA Nuclease Activities. Palmajumder E.; Dash S. R.; Mitra J.; Mukherjee K. K. *ChemistrySelect* 3 (2018) 7429-7438.
69. Hydrogenation of Furfural with Nickel Nanoparticles Stabilized on Nitrogen-Rich Carbon Core-Shell and Its Transformations for the Synthesis of gamma-Valerolactone in Aqueous Conditions. Nandi S.; Saha A.; Patel P.; Khan N. H.; Kureshy R. I.; Panda, A. B. *ACS Applied Materials & Interfaces* 10 (2018) 24480-24490.
70. Instant Detection of Hydrogen Cyanide Gas and Cyanide Salts in Solid Matrices and Water by using Cu-II and Ni-II Complexes of Intramolecularly Hydrogen Bonded Zwitterions. Nair R. R.; Raju M.; Jana K.; Mondal D.; Suresh E.; Ganguly B.; Chatterjee P. B. *Chemistry-A European Journal* 24 (2018) 10721-10731.
71. Rational Design of Mono- and Dianions as Superacids Through pi-Hole Interaction: Implications for Lithium and Magnesium Ion Batteries. Si, M. K.; Gangul, B. *Journal of Physical Chemistry C* 122 (2018) 16464-16472.
72. Impact of "half-crown/two carbonyl:-Ca<sup>2+</sup> metal ion interactions of a low molecular weight gelator (LMWG) on its fiber to nanosphere morphology transformation with a gel-to-sol phase transition. Maity A.; Dey A.; Si M. K.; Ganguly B.; Das A. *Soft Matter* 14 (2018) 5821-5831.
73. Identification of a New Siderophore Acinetobacter Soli. Mudhulkar R.; Rajapitamahuni S.; Srivastava S.; Bharadwaj S. V. V.; Boricha V. P.; Mishra S.; Chatterjee P. B. *ChemistrySelect* 3 (2018) 8207-8211.
74. Natural ionophore functionalized nanobiosensor capable of staining Cr<sup>3+</sup> in live brine shrimp *Artemia*. Raju M.; Nair R. R.; Raval I. H.; Srivastava S.; Halder S.; Chatterjee P. B. *Sensors and Actuators B-Chemical* 266 (2018) 337-343.
75. Dihydro-beta-agarofuran sesquiterpenoids from the seeds of *Celastrus paniculatus* Willd. and their alpha-glucosidase inhibitory activity. Sasikumar P.; Sharathna P.; Prabha B.; Varughese S.; Kumar N. A.; Sivan V. V.; Sherin D. R.; Suresh E.; Manojkumar T. K.; Radhakrishnan K. V. *Phytochemistry Letters* 26 (2018) 1-8.
76. Effect of heat-treatment on the magnetic and optical properties of Sr<sub>0.7</sub>Al<sub>0.3</sub>Fe<sub>11.4</sub>Mn<sub>0.6</sub>O<sub>19</sub>. Mohammed J.; Suleiman A. B.; Hafeez H. Y.; Carol T. T.



- T.; Sharma J.; Bhadu G. R.; Godara S. K.; Srivastava A. K. *Materials Research Express* 5 (2018) 086106.
77. *Kappaphycus alvarezii* sap mitigates abiotic-induced stress in *Triticum durum* by modulating metabolic coordination and improves growth and yield. Patel K.; Agarwal P.; Agarwal P. K. *Journal of Applied Phycology* 30 (2018) 2659-2673.
78. Effect of Ionic Liquid Additives on the Solubility Behavior and Morphology of Calcium Sulfate Dihydrate (Gypsum) in the Aqueous Sodium Chloride System and Physicochemical Solution Properties at 30 degrees C. Shukla J.; Mehta M. J.; Kumar A. *Journal of Chemical and Engineering Data* 63 (2018) 2743-2752.
79. Modelling and experimental analysis of a seasonally tracked V-trough PV/T system in India. Baig H.; Jani R.; Markam B. K.; Maiti S.; Mallick T. K. *Solar Energy* 170 (2018) 618-632.
80. Design and performance analysis of a mixed mode tent-type solar dryer for fish-drying in coastal areas. Mehta P.; Samaddar S.; Patel P.; Markam B.; Maiti S. *Solar Energy* 170 (2018) 671-681.
81. Semi-Interpenetrating Network-Type Cross-Linked Amphoteric Ion-Exchange Membrane Based on Styrene Sulfonate and Vinyl Benzyl Chloride for Vanadium Redox Flow Battery. Sharma P. P.; Paul A.; Srivastava D. N.; Kulshrestha V. *ACS Omega* 3 (2018) 9872-9879.
82. Cation-Exchange Membrane with Low Frictional Coefficient and High Limiting Current Density for Energy-Efficient Water Desalination. Das A. K.; Manohar M.; Shahi V. K. *ACS Omega* 3 (2018) 10331-10340.
83. Pore Wall-Functionalized Luminescent Cd(II) Framework for Selective CO<sub>2</sub> Adsorption, Highly Specific 2,4,6-Trinitrophenol Detection, and Colorimetric Sensing of Cu<sup>2+</sup> Ions. Senthilkumar S.; Goswami R.; Smith V. J.; Bajaj H. C.; Neogi S. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 6 (2018) 10295-10306.
84. Bioengineering for multiple PAHs degradation using process centric and data centric approaches. Gosai H. B.; Sachaniya B. K.; Dudhagara D. R.; Panseriya H. Z.; Dave B. P. *Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems*. 179 (2018) 99-108.
85. Visible-Light-Induced C (sp<sup>3</sup>)-H Functionalization of Tosylhydrazones: Synthesis of Polysubstituted Pyrroles under Metal-Free Conditions. Reddy N. N. K.; Rawat D.; Adimurthy S. *Journal of Organic Chemistry* 83 (2018) 9412-9421.
86. Fluorescent chemodosimeter for quantification of cystathionine-gamma-synthase activity in plant extracts and imaging of endogenous biothiols. Agarwalla H.; Anila H. A.; Ali F.; Pradhan S. R.; Ganguly B.; Pramanik S. K.; Das A. *Chemical Communications* 54 (2018) 9079-9082.
87. Direct conversion of lignocellulosic biomass to biomimetic tendril-like functional carbon helices: a protein friendly host for cytochrome C. Aruchamy K.; Bisht M.;





- Venkatesu P.; Kalpana D.; Nidhi M. R.; Singh N.; Ghosh D.; Mondal D.; Nataraj S. K. *Green Chemistry* 20 (2018) 3711-3716.
88. Nanoemulsions with All Ionic Liquid Components as Recyclable Nanoreactors. Damarla K.; Rachuri Y.; Suresh E.; Kumar A. *Langmuir* 34 (2018) 10081-10091.
89. Functionalized poly (vinylidene fluoride-co-hexafluoro propylene) membrane for fuel cell. Prakash O.; Jana K. K.; Jain R.; Shah P.; Manohar M.; Shahi V. K.; Maiti P. *Polymer* 151 (2018) 261-268.
90. Development of Easily Separable ZnO-Supported Au Nanocatalyst for the Oxidative Esterification of Alcohols and Reduction of Nitroarenes. Galani S. M.; Giri A. K.; Ghosh S. C.; Panda A. B. *ChemistrySelect* 3 (2018) 9414-9421.
91. Paramagnetic Surface Active Ionic Liquids: Interaction with DNA and MRI Application. Gehlot P. S.; Gupta H.; Kumar A. *Colloid and Interface Science Communications* 26 (2018) 14-23.
92. Synthesis, Characterization, and Application of a Thiophene-Pyrrole Copolymer As an Efficient Adsorbent for Removal of Methylene Blue. Mishra A. K.; Shahi V. K.; Agrawal N. R.; Das I. *Journal of Chemical and Engineering Data* 63 (2018) 3206-3214.
93. Probing the Structural and Electronic Effects on the Origin of pi-Facial Stereoselectivity in 1-Methylphosphole 1-Oxide Cycloadditions and Cyclodimerization Bhai S.; Jana K.; Ganguly B. *ACS Omega* 3 (2018) 10945-10952.
94. Cycloaddition Reaction of Spiro-Epoxy Oxindole with CO<sub>2</sub> at Atmospheric Pressure Using Deep Eutectic Solvent. Tak R. K.; Patel P.; Subramanian S.; Kureshy R. I.; Khan, N. H. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 6 (2018) 11200-11205.
95. Modified parallel strategies for preparation of heteroduplex plasmids for in vitro mismatch repair assays. Shimpi G. G.; Vargas S.; Worheide G. *Analytical Biochemistry* 556 (2018) 35-39.
96. Glycoluril: A heterogeneous organocatalyst for oxidation of alcohols and benzylic sp<sup>3</sup> carbons. Patel P.; Nandi S.; Menapara T.; Biradar A. V.; Nagarale R. K.; Khan N. H.; Kureshy, R. I. *Applied Catalysis A-General* 565 (2018) 127-134.
97. Visible light induced degradation of pollutant dyes using a self-assembled graphene oxide-molybdenum oxo-bis(dithiolene) composite. Mitra, J.; Saxena M.; Paul N.; Saha E.; Sarkar R.; Sarkar S. *New Journal of Chemistry* 42(2018) 14229-14238.
98. A Visible Light-Mediated Regioselective Halogenation of Anilides and Quinolines by Using a Heterogeneous Cu-MnO Catalyst. Singh H.; Sen C.; Sahoo T.; Ghosh S. C. *European Journal of Organic Chemistry* 34 (2018) 4748-4753.
99. Enantiomeric Resolution of Asymmetric-Carbon-Free Binuclear Double-Stranded Cobalt(III) Helicates and Their Application as Catalysts in Asymmetric Reactions.



- Arunachalam R.; Chinnaraja E.; Valkonen A.; Rissanen K.; Sen S. K.; Natarajan R.; Subramanian P. S. *Inorganic Chemistry* 57 (2018) 11414-11421.
100. Development of recyclable chiral macrocyclic metal complexes for asymmetric aminolysis of epoxides: application for the synthesis of an enantiopure oxazolidine ring. Tak R. K.; Kumar M.; Nazish M.; Menapara T. K.; Kureshy R. I.; Khan N. H. *New Journal of Chemistry* 42 (2018) 15325-15331.
101. White-light-emitting lanthanide and lanthanide-iridium doped supramolecular gels: modular luminescence and stimuli-responsive behaviour. Mahapatra T. S.; Singh H.; Maity A.; Dey A.; Pramanik S. K.; Suresh E.; Das A. *Journal of Materials Chemistry C* 6 (2018) 9756-9766.
102. Acid resistant PVDF based copolymer alkaline anion exchange membrane for acid recovery and electrodialytic water desalination. Sharma P. P.; Yadav V.; Rajput A.; Kulshrestha V. *Journal of Membrane Science* 563 (2018) 561-570.
103. Nanocellulose/ TiO<sub>2</sub> composites: preparation, characterization and application in the photo-catalytic degradation of a potential endocrine disruptor, mefenamic acid, in aqueous media. Rathod M.; Moradeeya P. G.; Haldar S.; Basha S. *Photochemical & Photobiological Sciences* 17 (2018) 1301-1309.
104. Efficient heterogeneous catalysis by dual ligand Zn(ii)/Cd(ii) MOFs for the Knoevenagel condensation reaction: adaptable synthetic routes, characterization, crystal structures and luminescence studies. Parmar B.; Patel P.; Murali V.; Rachuri Y.; Kureshy R. I.; Khan, N. H.; Suresh E. *Inorg. Chem. Front.* 5 (2018) 2630-2640.
105. A Novel Thin Film Composite Reverse Osmosis Membrane Modified By Ionic Liquid Raval H.; Mehta B.; Joshi R.; Kumar A. *Brazilian Journal of Chemical Engineering* 35 (2018) 1249-1256.
106. Synthesis of SGO composite interpenetrating network (CIPN) cation exchange membranes: Stability and salt removal efficiency. Rajput A.; Yadav V.; Sharma P. P.; Kulshrestha V. *Journal of Membrane Science* 564 (2018) 44-52.
107. PVDF-g-poly (styrene-co-vinylbenzyl chloride) based anion exchange membrane: High salt removal efficiency and stability. Sharma P. P.; Yadav V.; Rajput A.; Kulshrestha, V. *Desalination* 444 (2018) 35-43.
108. Physicochemical characterization, antioxidant and anti-proliferative activities of a polysaccharide extracted from psyllium leaves. Patel M. K.; Tanna B.; Mishra A.; Jha B. *International Journal of Biological Macromolecules* 118 (2018) 976-987.
109. Synthesis, self-assembly and micellization characteristics of choline alkanoate ionic liquids in association with a star block copolymer. Patidar P.; Bahadur A.; Prasad K.; Tiwari S.; Aswal V. K.; Bahadur P. *Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects* 555 (2018) 691-698.



110. Sustainable Heterogeneous Catalysts for CO<sub>2</sub> Utilization by Using Dual Ligand Zn-II/Cd-II Metal-Organic Frameworks. Parmar B.; Patel P.; Kureshy R. I.; Khan N. H.; Suresh E. *Chemistry-A European Journal* 24 (2018) 15831-15839.
111. AINAC4 Transcription Factor From Halophyte *Aeluropus lagopoides* Mitigates Oxidative Stress by Maintaining ROS Homeostasis in Transgenic Tobacco. Khedia J.; Agarwal P.; Agarwal P. K. *Frontiers in Plant Science* 9 (2018) 1522 [1 to 18].
112. A Fluorescent Chemodosimeter for Organelle-Specific Imaging of Nucleoside Polyphosphate Dynamics in Living Cells. Singh H.; Sreedharan S.; Tiwari R.; Walther C.; Smythe C.; Pramanik S. K.; Thomas J. A.; Das A. *Crystal Growth & Design* 18 (2018) 7199-7206.
113. Amperometric Glucose Sensing at Nanomolar Level Using MOF-Encapsulated TiO<sub>2</sub> Platform. Paul A.; Srivastava D. N. *ACS Omega* 3 (2018) 14634-14640.
114. Fabrication of a Cu(II)-Selective Electrode in the Polyvinyl Chloride Matrix Utilizing Mechanochemically Synthesized Rhodamine 6g as an Ionophore. Paul A.; Nair R. R.; Chatterjee P. B.; Srivastava D. N. *ACS Omega* 3 (2018) 16230-16237.
115. Differential growth, yield and biochemical responses of maize to the exogenous application of *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract, at grain-filling stage under normal and drought conditions. Trivedi K.; Vijay Anand K. G.; Vaghela P.; Ghosh A. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts* 35 (2018) 236-244.
116. Electrochemical sensor for detection of mercury (II) ions in water using nanostructured bismuth hexagons. Gupta S.; Singh R.; Anoop M. D.; Kulshrestha V.; Srivastava D. N.; Ray K.; Kothari S. L.; Awasthi K.; Kumar M. *Applied Physics A-Materials Science & Processing* 124 (2018) 737 [1 to 6].
117. Mitochondria Targeting Non-Isocyanate-Based Polyurethane Nanocapsules for Enzyme-Triggered Drug Release. Pramanik S. K.; Sreedharan S.; Singh H.; Khan M.; Tiwari K.; Shiras A.; Smythe C.; Thomas J. A.; Das A. *Bioconjugate Chemistry* 29 (2018) 3532-3543.
118. Metabolites Unravel Nutraceutical Potential of Edible Seaweeds: An Emerging Source of Functional Food. Tanna B.; Mishra A. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 17 (2018) 1613-1624.
119. Preparation of polyvinylidene fluoride blend anion exchange membranes via non-solvent induced phase inversion for desalination and fluoride removal. Mondal R.; Pal S.; Bhalani D. V.; Bhadja V.; Chatterjee U.; Jewrajka S. K. *Desalination* 445 (2018) 85-94.
120. Aboveground, belowground biomass and nutrients pool in *Salicornia brachiata* at coastal area of India: interactive effects of soil characteristics. Chaudhary D. R.; Rathore A. P.; Jha B. *Ecological Research* 33 (2018) 1207-1218.





121. Aqueous bile salt accelerated cascade synthesis of 1,2,3-triazoles from arylboronic acids. Garg A.; Ali A. A.; Damarla K.; Kumar A.; Sarma D. *Tetrahedron Letters* 59 (2018) 4031-4035.
122. Multifunctional amines enable the formation of polyamide nanofilm composite ultrafiltration and nanofiltration membranes with modulated charge and performance. Trivedi J. S.; Bhalani D. V.; Bhadu G. R.; Jewrajka S. K. *Journal of Materials Chemistry A* 6 (2018) 20242-20253.
123. Regioselective Alcoholysis and Hydrochlorination Reactions of Spiro-Epoxy Oxindoles at the Spiro-Centre: Synthesis of 3,3-Disubstituted Oxindoles and Application for Anticancer Agents. Tak, R. K.; Gupta N.; Kumar M.; Kureshy R. I.; Khan N. H.; Suresh, E. *European Journal of Organic Chemistry* 41 (2018) 5678-5687.
124. Organometallic Absorbent for Mitigating Fluoride from Water: An Environment-Friendly Approach. Khan H.; Gupta A. R.; Sharma S. *ChemistrySelect* 3 (2018) 11765-11774.
125. Novel electrochemical synthesis of copper oxide nanoparticles decorated graphene-beta-cyclodextrin composite for trace-level detection of antibiotic drug metronidazole. Velusamy V.; Palanisamy S.; Kokulnathan T.; Chen S. W.; Yang T. C. K.; Banks C. E.; Pramanik S. K. *Journal of Colloid and Interface Science* 530 (2018) 37-45.
126. High molecular weight poly(vinyl pyrrolidone) induces hierarchical surface morphology in poly(vinylidene fluoride) membrane and facilitates separation of oil-water emulsions. Bhalani D. V.; Chandel A. K. S.; Trivedi J. S.; Roy S.; Jewrajka S. K. *Journal of Membrane Science* 566 (2018) 415-427.
127. Preface to the special issue on RTMST 2017. Shahi V. K.; Kulshrestha V. *International Journal of Hydrogen Energy* 43 (2018) 21633-21633.
128. Porous carbon incorporated beta-Mo<sub>2</sub>C hollow sphere: An efficient electrocatalyst for hydrogen evolution reaction. Saha A.; Paul A.; Srivastava D. N.; Panda A. B. *International Journal of Hydrogen Energy* 43 (2018) 21655-21664.
129. NiO hollow microspheres as efficient bifunctional electrocatalysts for Overall Water-Splitting. Mondal A.; Paul A.; Srivastava D. N.; Panda A. B. *International Journal of Hydrogen Energy* 43 (2018) 21665-21674.
130. White graphene based composite proton exchange membrane: Improved durability and proton conductivity. Gahlot S.; Kulshrestha V. *International Journal of Hydrogen Energy* 43 (2018) 21683-21689.
131. Investigating the chemistry of alumina based defluoridation using safe H<sup>+</sup> source. Bavda, A. R.; Bapat P. S.; Joshi V. B.; Thakur R. S. *International Journal of Hydrogen Energy* 43 (2018) 21699-21708.



132. Well-designed mono- and di-functionalized comb-shaped poly(2,6-dimethylphenylene oxide) based alkaline stable anion exchange membrane for fuel cells. Shukla G.; Shahi V. K. *International Journal of Hydrogen Energy* 43 (2018) 21742-21749.
133. DFT studies on quantum mechanical tunneling in tautomerization of three-membered rings. Jana K.; Ganguly B. *Physical Chemistry Chemical Physics* 20 (2018) 28049-28058.
134. Transcriptional regulation of salinity stress: role and spatio-temporal expressions of ion-transporter gene promoters. Agarwal P. K.; Dave A.; Agarwal P. *Biologia Plantarum* 62 (2018) 641-646.
135. Exploring the origin and magnitude of tetrasulfur tetranitrogen interaction with p-irrig systems using first principle calculations. Si M. K.; Ganguly B. *Chemical Physics Letters* 713 (2018) 160-165.
136. Metabolite profiling, antioxidant, scavenging and anti-proliferative activities of selected tropical green seaweeds reveal the nutraceutical potential of *Caulerpa* spp. Tanna B.; Choudhary B.; Mishra A. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts* 36 (2018) 96-105.
137. Production of (Z)-11-(heptanoyloxy)undec-9-enoic acid from ricinoleic acid by utilizing crude glycerol as sole carbon source in engineered *Escherichia coli* expressing BVMO-ADH-FadL. Sudheer P. D. V. N.; Seo D.; Kim E.; Chauhan S.; Chunawala J. R.; Choi K. Y. *Enzyme and Microbial Technology* 119 (2018) 45-51.
138. High concentration solubility and stability of epsilon-poly-L-lysine in an ammonium-based ionic liquid: A suitable media for polypeptide packaging and biomaterial preparation Sequeira R. A.; Singh N.; Pereira M. M.; Chudasama N. A.; Bhattacharya S.; Sharma M.; Mondal D.; Prasad K. *International Journal of Biological Macromolecules* 120 (2018) 378-384.
139. Introgression of UfCyt c (6), a thylakoid lumen protein from a green seaweed *Ulva fasciata* Delile enhanced photosynthesis and growth in tobacco. Yadav S.; Khatri K.; Rathore M. S.; Jha B. *Molecular Biology Reports* 45 (2018) 1745-1758.
140. Palladium immobilized on the surface of MMT K 10 with the aid of [BMIM] [BF<sub>4</sub>]: An efficient catalyst for Suzuki-Miyaura cross-coupling reactions. Boruah P. R.; Gehlot P. S.; Kumar A.; Sarma D. *Molecular Catalysis* 461 (2018) 54-59.
141. Regulation of ROS through proficient modulations of antioxidative defense system maintains the structural and functional integrity of photosynthetic apparatus and confers drought tolerance in the facultative halophyte *Salvadora persica* L. Rangani J.; Panda A.; Patel M.; Parida A. K. *Journal of Photochemistry and Photobiology B-Biology* 189 (2018) 214-233.



142. Polyamide-surfactant interaction: Exploration of new avenues for reverse osmosis separation applications. Raval H. D.; Raviya M. R.; Rathod H.C. *Advances in Polymer Technology* 37 (2018) 3106-3114.
143. Enantioselectivity of [4+2] cycloaddition between cyclopentadiene and azachalcone with DNA-based hybrid catalyst in aqueous medium: A computational study. Sahu D.; Jana K.; Sen A.; Ganguly B. *Journal of The Indian Chemical Society* 95 (2018) 1551-1558.
144. Isatin N-protected ketimines with nitromethane catalyzed by chiral binol linked monomeric macrocyclic Cu(II)-salen complex. Menapara T.; Tak R. K.; Saravanan S.; Kureshy R. I.; Khan N. H.; Ganguly. B; Si M. K. *Tetrahedron* 74 (2018) 7000-7008.
145. Can we not mitigate climate change using seaweed based biostimulant: A case study with sugarcane cultivation in India. Singh I.; Anand K. G. V.; Solomon S.; Shukla S. K.; Rai R.; Zodape, S. T.; Ghosh A. *Journal of Cleaner Production* 204 (2018) 992-1003.
146. Simple, one-step dye-based kit for bacterial contamination detection in a range of water sources. Kumar, S. B.; Shinde A. H.; Mehta R.; Bhattacharya A.; Halder S. *Sensors and Actuators B-Chemical* 276 (2018) 121-127.
147. Single-Step Synthesis of Magnesium-Doped Lithium Manganese Oxide Nanosorbent and Their Polymer Composite Beads for Selective Heavy Metal Removal. Saravaiya, H. T.; Gupta H.; Popat P.; Sodha P.; Kulshrestha V. *ACS Applied Materials & Interfaces* 10 (2018) 44059-44070.
148. A benzocoumarin based two-photon fluorescent probe for ratiometric detection of bisulfite. Tamima U.; Singha S.; Kim H. R.; Reo Y. J.; Jun Y.W.; Das A.; Ahn K. H. *Sensors and Actuators B-Chemical* 277 (2018) 576-583.
149. Regioselective cyclometallation of N-methyl-N-(naphthalen-2-ylmethyl)-2-(pyridin-2-yl)ethanamine with palladium(II) acetate and catalytic reduction of various functional groups. Singh P.; Shabbani G.; Singh A. S.; Bajaj H. C.; Suresh E. *Inorganica Chimica Acta* 484 (2019) 27-32.
150. Rutile phase dominant TiO<sub>2</sub> formed by thermal treatment and its high photocatalytic activity under narrow spectrum ultraviolet light emitting diodes. Natarajan K.; Natarajan T. S.; Bajaj H. C.; Tayade R. J. *Materials Research Express* 6 (2019) 1.
151. Destabilization of polyethylene and polyvinylchloride structure by marine bacterial strain. Kumari A.; Chaudhary D. R.; Jha B. *Environmental Science and Pollution Research* 26 (2019) 1507-1516.
152. Copper Nanoparticles Immobilized on Nanocellulose: A Novel and Efficient Heterogeneous Catalyst for Controlled and Selective Oxidation of Sulfides and





- Alcohols. Dutta A.; Chetia M.; Ali A. A.; Bordoloi A.; Gehlot P. S.; Kumar A.; Sarma D. *Catalysis Letters* 149 (2019) 141-150.
153. Screening of Solvents, Hydrogen Source, and Investigation of Reaction Mechanism for the Hydrocyclisation of Levulinic Acid to gamma-Valerolactone Using Ni/SiO<sub>2</sub>-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> Catalyst. Gundekari S.; Srinivasan K. *Catalysis Letters* 149 (2019) 215-227.
154. Probing the Role of Imidazopyridine and Imidazophosphorine Scaffolds To Design Novel Proton Pump Inhibitor for H<sup>+</sup>, K<sup>+</sup>-ATPase: A DFT Study. Jana K.; Ghosh S.; Wakchaure P. D.; Bandyopadhyay T.; Ganguly B. *ACS Omega* 4(2019) 1311-1321.
155. Selective recognition of Fe<sup>3+</sup> and Cr<sup>3+</sup> in aqueous medium via fluorescence quenching of graphene quantum dots. Raj S. K.; Rajput A.; Gupta H.; Patidar R.; Kulshrestha V. *Journal of Dispersion Science and Technology* 40 (2019) 250-255.
156. Photosystem photochemistry, prompt and delayed fluorescence, photosynthetic responses and electron flow in tobacco under drought and salt stress. Khatri K.; Rathore M. S. *Photosynthetica* 57 (2019) 61-74.
157. SbMYB15 transcription factor mitigates cadmium and nickel stress in transgenic tobacco by limiting uptake and modulating antioxidative defence system. Sapara K. K.; Khedia J.; Agarwal P.; Gangapur D. R.; Agarwal P. K. *Functional Plant Biology* 46 (2019) 702-714.
158. Synthesis and Characterization of Zn<sup>2+</sup>-Zr<sup>4+</sup> Substituted Barium Hexaferrite by Sol Gel Auto Combustion Method. Godara S. K.; Singh H.; Malhi P. S.; Kaur V.; Narang S. B. Sood A. K.; Bhadu G. R.; Chaudhari J. C. *Materials Today-Proceedings* 17 (2019) 371-379.
159. Structure-property interplay of asymmetric membranes comprising of soft polydimethylsiloxane chains and hard silica nanomaterials. Kansara A. M.; Prajapati P. K.; Aswal V. K.; Singh P. S. *Polymer* 160 (2019) 30-42.
160. 2-Amino-pentanoic acid and 1-Pyridiniumylacetate are new additives to generate distinct morphs of salt crystals: A combined computational and experimental study. Si M. K.; Pramanik S. K.; Hingu V.; Ganguly B. *Journal of Molecular Structure* 1175 (2019) 728-733.
161. Hydrous ruthenium oxide: A new generation remarkable catalyst precursor for energy efficient and sustainable production of gamma-valerolactone from levulinic acid in aqueous medium. Gundekari S.; Srinivasan K. *Applied Catalysis A-General* 569 (2019) 117-125.
162. Self-Doped Interwoven Carbon Network Derived from *Ulva fasciata* for All-Solid Supercapacitor Devices: Solvent-Free Approach to a Scalable Synthetic Route. Chaudhary J. P.; Gupta R.; Mahto A.; Vadodariya N.; Dharmalingm K.; Kotrappanavar N. S.; Meena R. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 7 (2019) 174-186.



163. Selective Adsorption of Pb(II) from Aqueous Medium by Cross-Linked Chitosan-Functionalized Graphene Oxide Adsorbent. Sharma P.; Singh A. K.; Shahi V. K. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 7 (2019) 1427-1436.
164. Two photon excitable graphene quantum dots for structured illumination microscopy and imaging applications: lysosome specificity and tissue-dependent imaging. Singh H.; Sreedharan S.; Tiwari K.; Green N. H.; Smythe C.; Pramanik S. K.; Thomas J. A.; Das A. *Chemical Communications* 55 (2019) 521-524.
165. Dual-Mode Calixarene-Based Chemosensor: Highly Selective Fluorogenic Detection of  $Hg^{2+}$  and Chromogenic Detection of  $Cu^{2+}$  with a Single Ionophore. Patra S.; Boricha V. P.; Paul P. *European Journal of Inorganic Chemistry* 2 (2019) 199-205.
166. Sodium Salts (NaI/NaBr/NaCl) for the Halogenation of Imidazo-Fused Heterocycles. Semwal R.; Ravi C.; Kumar R.; Mecna R.; Adimurthy S. *Journal of Organic Chemistry* 84 (2019) 792-805.
167. Next-generation organometallic adsorbents for safe removal of excessive fluoride from aqueous systems. Khan H.; Sharma S. *Journal of Applied Polymer Science* 136 (2019) 46993 [1 to 12].
168. Affinity Directed Surface Functionalization of Two Different Metal Nanoparticles by a Natural Ionophore: Probing and Removal of  $Hg^{2+}$  and  $Al^{3+}$  Ions from Aqueous Solutions. Raju M.; Nair R. R.; Debnath S.; Chatterjee P. B. *Inorganic Chemistry* 58 (2019) 1674-1683.
169. Catalyst-Free Solid Phase Microwave-Assisted Synthesis of 1,4-Dihydropyridine Derivatives and Their Single Crystal Structure Determination. Maru M. S.; Antharjanam P. K. S.; Khan N. H. *ChemistrySelect* 4 (2019) 774-782.
170. Catecholase activity of mononuclear copper(II) complexes of tridentate 3N ligands in aqueous and aqueous micellar media: Influence of stereoelectronic factors on catalytic activity. Natarajan A.; Natarajan S.; Tamilarasan A.; Eringathodi S.; Mallayan P. *Inorganica Chimica Acta* 485 (2019) 98-111.
171. Ionic Liquid Stabilized Gelatin-Lignin Films: A Potential UV-Shielding Material with Excellent Mechanical and Antimicrobial Properties. Mehta M. J.; Kumar A. *Chemistry-A European Journal* 25 (2019) 1269-1274.
172. Cloning and functional characterization of the  $Na^+/H^+$  antiporter (NHX1) gene promoter from an extreme halophyte *Salicornia brachiata*. Tiwari V.; Patel M. K.; Chaturvedi A. K.; Mishra A.; Jha B. *Gene* 683 (2019) 233-242.
173. Sulfonated poly(ether ether ketone)/imidized graphene oxide composite cation exchange membrane with improved conductivity and stability for electrodialytic water desalination. Shukla G.; Shahi V. K. *Desalination* 451 (2019) 200-208.
174. Phytochemical profiling, polyphenol composition, and antioxidant activity of the leaf extract from the medicinal halophyte *Thespesia populnea* reveal a potential source of



- bioactive compounds and nutraceuticals. Rangani J.; Kumari A.; Patel M.; Brahmabhatt H.; Parida A. K. *Journal Of Food Biochemistry* 43 (2019) 12731 [1 to 16].
175. Co-cultivation of siderophore-producing bacteria *Idiomarina loihiensis* RS14 with *Chlorella variabilis* ATCC 12198, evaluation of micro-algal growth, lipid, and protein content under iron starvation. Rajapitamahuni S.; Bachani P.; Sardar R. K.; Mishra S. *Journal of Applied Phycology* 31 (2019) 29-39.
176. Effects of Aliphatic Alcohols on Solubility, Physicochemical Properties, and Morphology of Calcium Sulfate Dihydrate (Gypsum) in Aqueous Sodium Chloride Solution at 35 degrees C. Shukla J.; Mehta M. J.; Kumar A. *Journal of Chemical and Engineering Data* 64 (2019) 536-544.
177. Synthesis of Calixarene-Capped Silver Nanoparticles for Colorimetric and Amperometric Detection of Mercury (Hg-II, Hg-0). Vyas G.; Bhatt S.; Paul P. *ACS Omega* 4 (2019) 3860-3870.
178. Lightweight SrM/CCTO/rGO nanocomposites for optoelectronics and K-u band microwave absorption. Mohammed J.; Carol T. T. T.; Hafeez H. Y.; Basandrai D.; Bhadu G. R.; Godara S. K.; Narang S. B.; Srivastava A. K. *Journal of Materials Science-Materials in Electronics* 30 (2019) 4026-4040.
179. Utilization of Waste Biomass for the Synthesis of Functionalizable Support for Covalent Anchoring of Active Organo Catalyst. Doke D. S.; Advani J. H.; Naikwadi D. R.; Gawande M. B.; Walke P.; Umbarkar S. B.; Biradar A. V. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 7 (2019) 3018-3026.
180. Chemo- and Regioselective Synthesis of Arylated gamma-Valerolactones from Bio-based Levulinic Acid with Aromatics Using H-beta Zeolite Catalyst. Gundekari S.; Srinivasan K. *ChemCatChem* 11 (2019) 1102-1111.
181. Advances in surface modification techniques of reverse osmosis membrane over the years. Ankoliya D.; Mehta B.; Raval H. *Separation Science and Technology* 54 (2019) 293-310.
182. Preparation of new C<sub>8</sub>H<sub>4</sub>F<sub>13</sub>-polydimethylsiloxane membranes via a 'cross-linking' reaction using trichloro(perfluoro-octyl) silanes: Effect of cross-linker amount. Kansara A. M.; Singh P. S. *Separation Science and Technology* 54 (2019) 329-342.
183. Cross-linked thin poly(vinyl alcohol) membrane supported on polysulfone in tea polyphenol separation. Saxena M.; Chaudhri S. G.; Das A. K.; Singh P. S.; Bhattacharya A. *Separation Science and Technology* 54 (2019) 343-359.
184. Degumming of crude vegetable oil by membrane separation: Probing structure-performance and stability of PVDF membranes. Doshi K.; Trivedi Y.; Ray P.; Singh P. S. *Separation Science and Technology* 54 (2019) 360-369.





185. Sodium Styrene Sulfonate-co-Methyl Methacrylate-Based Proton Conducting Membranes for Electrochemical Energy Applications. Sharma P. P.; Gupta A. K.; Kulshrestha V.; Sharma S. Separation Science and Technology 54 (2019) 370-376.
186. Zn-MOF@SPES composite membranes: synthesis, characterization and its electrochemical performance. Gahlot S.; Yadav V.; Sharma P. P.; Kulshrestha V. Separation Science and Technology 54 (2019) 377-385.
187. Development of  $Hg^{2+}$  colorimetric sensor using polymeric membrane. Mukhopadhyay S.; Mehta R.; Paidi M. K.; Mandal S. K.; Bhattacharya A. Separation Science and Technology 54 (2019) 386-395.
188. Synthesis and characterization of different metal oxide and GO composites for removal of toxic metal ions. Rajput A.; Sharma P. P.; Yadav V.; Gupta H.; Kulshrestha V. Separation Science and Technology 54 (2019) 426-433.
189. Efficient catalytic conversion of terminal/internal epoxides to cyclic carbonates by porous Co(II) MOF under ambient conditions: structure-property correlation and computational studies. Parma B.; Patel P.; Pillai R. S.; Kureshy R. I.; Khan N. H.; Suresh, E. Journal of Materials Chemistry A 7 (2019) 2884-2894.
190. Boron Trifluoride Catalyzed Divergent Synthesis of 3-Alkenyl-3-amino-2-oxindoles and Spiro-indeneindolones from Propargylic Alcohols. Muthusamy S.; Balasubramani A.; Suresh E. Advanced Synthesis & Catalysis 361 (2019) 702-707.
191. Template-free synthesis of carbon hollow spheres and reduced graphene oxide from spent lithium-ion batteries towards efficient gas storage. Natarajan S.; Bajaj H. C.; Aravindan V. Journal of Materials Chemistry A 7 (2019) 3244-3252.
192. Acid resistant PVDF-co-HFP based copolymer proton exchange membrane for electro-chemical application. Sharma P. P.; Yadav V.; Gahlot S.; Lebedeva O. V.; Chesnokova A. N.; Srivastava D. N.; Raskulova T. V.; Kulshrestha V. Journal of Membrane Science 573 (2019) 485-492.
193. Tuning the ring strain effect in acridine derivatives on binding affinity with G-quadruplex-DNA: A computational and experimental study. Si M. K.; Pramanik S. K.; Ganguly B. International Journal of Biological Macromolecules 124 (2019) 1177-1185.
194. Anionic carboxymethylagarose-based pH-responsive smart superabsorbent hydrogels for controlled release of anticancer drug. Khan H.; Chaudhary J. P.; Meena R. International Journal of Biological Macromolecules 124 (2019) 1220-1229.
195. Picomolar detection of retinol binding protein 4 for early management of type II diabetes Paul A.; Chiriaco M. S.; Primicci E.; Srivastava D. N.; Maruccio G. Biosensors & Bioelectronics 128 (2019) 122-128.
196. A comparative analysis of different extraction solvent systems on the extractability of eicosapentaenoic acid from the marine eustigmatophyte Nannochloropsis



- oceanica. Mitra M.; Mishra S. Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts 38 (2019) 101387 [1 to 7]
197. Microalgal lipid extraction strategies for biodiesel production: A review. Sati H.; Mitra M.; Mishra S.; Baredar P. Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts 38 (2019) 101413 [1 to 12]
198. *Gracilaria dura* extract confers drought tolerance in wheat by modulating abscisic acid homeostasis. Sharma S.; Chen C.; Khatri K.; Rathore M. S.; Pandey S. P. Plant Physiology and Biochemistry 136 (2019) 143-154.
199. Multiple Pollutants Removal from Industrial Wastewaters Using a Novel Bioflocculant Produced by *Bacillus licheniformis* NJ3. Joshi N.; Rathod M.; Vyas D.; Kumar R.; Mody K. Environmental Progress & Sustainable Energy 38 (2019) S306-S314.
200. Functionalized Cubic Mesoporous Silica as a Non-Chemodosimetric Fluorescence Probe and Adsorbent for Selective Detection and Removal of Bisulfite Anions along with Toxic Metal Ions. Chatterjee, S; Paital A. R. Advanced Functional Materials 28 (2018) 1704726.
201. Enhanced Thermocatalytic Activity of Porous Yellow ZnO Nanoflakes: Defect- and Morphology-Induced Perspectives. Galani S. M.; Panda A. B. Chemistry-An Asian Journal 14 (2019) 612-620.
202. *Gracilaria debilis* cultivation, agar characterization and economics: bringing new species in the ambit of commercial farming in India. Vecragurunathan V.; Kamalsh Prasad.; Malar Vizhi J.; Nripat Singh.; Ramavatar Meena.; Vaibhav A. Mantri. Journal of Applied Phycology 31(2019) 2609–2621.
203. An Anthracene Excimer Fluorescence Probe on Mesoporous Silica for Dual Functions of Detection and Adsorption of Mercury (II) and Copper (II) with Biological In Vivo Applications. Chatterjee S.; Gohil H.; Raval I.; Chatterjee S.; Paital A. R. 2019. Small 15 (2019) 1804749 [1 to 16].
204. Covalently hooked EOSIN-Y in a Zr(IV) framework as visible-light mediated, heterogeneous photocatalyst for efficient C-H functionalization of tertiary amines. Kumar G.; Solanki P.; Nazish M.; Neogi S.; Kureshy R. I.; Khan N. H. Journal of Catalysis 371 (2019) 298-304.
205. Protein-Functionalized Aerogel Membranes for Gravity-Driven Separation. Vadodariya N.; Meena R. ACS Sustainable Chemistry & Engineering 7 (2019) 4814-4820.
206. Guest-Induced Ultrasensitive Detection of Multiple Toxic Organics and Fe<sup>3+</sup> Ions in a Strategically Designed and Regenerative Smart Fluorescent Metal-Organic Framework. Goswami R.; Mandal S. C.; Pathak B.; Neogi S. ACS Applied Materials & Interfaces 11 (2019) 9042-9053.



207. Engineering Fe-doped highly oxygenated solvothermal carbon from glucose-based eutectic system as active microcleaner and efficient carbocatalyst. Halanur M. M.; Chakraborty S.; Aruchamy K.; Ghosh D.; Singh N.; Prasad K.; Kalpana D.; Nataraj S. K.; Mondal D. *Journal of Materials Chemistry A* 7 (2019) 4988-4997.
208. Ionic liquid catalysed aerobic oxidative amidation and thioamidation of benzylic amines under neat conditions. Joshi A.; Kumar R.; Semwal R.; Rawat D.; Adimurthy S. *Green Chemistry* 21 (2019) 962-967.
209. A halotolerant growth promoting rhizobacteria triggers induced systemic resistance in plants and defends against fungal infection. Sharma S.; Chen C.; Navathe S.; Chand R.; Pandey S. P. *Scientific Reports* 9 (2019) 4054 [1 to 17].
210. Multistimuli-Responsive Self-Healable and Moldable Nickel(II)-Based Gels for Reversible Gas Adsorption and Palladium Sequestration via Gel-to-Gel Transformation. Saha E.; Mitra J. *ACS Applied Materials & Interfaces* 11 (2019) 10718-10728.
211. Herbs that Heal: Natural Panacea for Health Promotion Pandey K. B. *Annals of Phytomedicine*, 7 (2018) 6-12. [Invited Article].
212. Effect of oral supplementation of composite leaf extract of medicinal plants on biomarkers of oxidative stress in induced diabetic Wistar rats. Tiwari B.; Abidi A. B.; Rizvi S. I.; Pandey K. B. *Archives of Physiology and Biochemistry (England)*, 124 (2018) 361-366.
213. Sodium styrene sulfonate-co-Methyl methacrylate-based proton conducting membranes for Electro-Chemical Energy Applications. P. P. Sharma, Anil R. Gupta, V. Kulshrestha, Saroj Sharma. *Separations Science & Technology*, 54 (2019) 370–376.
214. WATER: CSIR-CSMCRI prepares the road-map for the people. Pathak N.; Bhattacharya A. *Everyman's Science LIII* (3) (2018) 182-191.
215. Chemo- and regioselective synthesis of arylated  $\gamma$ -valerolactones from bio-based levulinic acid with aromatics using H- $\beta$  zeolite catalyst. Sreedhar Gundekari, Kannan Srinivasan, *ChemCatChem*, 11 (2019) 1102-11.

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

<b>Title of the chapter</b>	Nano-technological interventions for the decontamination of water and wastewater
<b>Authors</b>	C. Amit, H. Chandarana, M. Anil Kumar and V. Sunita
<b>Title of the Book</b>	Water and Wastewater Treatment Technologies
<b>Editor</b>	Bui X., Chiemchaisri C., Fujioka T., Varjani S.
<b>Publisher</b>	Nature Singapore Pte Ltd., Singapore





<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	978-981-13-3258-6
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	487-499

<b>Title of the chapter</b>	Enzymatic Research Having Pharmaceutical Significance
<b>Authors</b>	Raval, I.H. and Chandel, Arvind Kumar Singh
<b>Title of the Book</b>	Research Advancements in Pharmaceutical, Nutritional, and Industrial Enzymology
<b>Editor</b>	Shashi Lata Bharati and Pankaj Kumar Chaurasia
<b>Publisher</b>	IGI Global
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	978-152-255-237-6
<b>Publishing year</b>	2018
<b>Page numbers</b>	141-158

<b>Title of the chapter</b>	Pathogenic Microbial Genetic Diversity with Reference to Health.
<b>Authors</b>	Chatterjee, S. and Raval, I.H.,
<b>Title of the Book</b>	In Microbial Diversity in the Genomic Era
<b>Editor</b>	Surajit Das and Hirak Ranjan Dash
<b>Publisher</b>	Academic Press Elsevier
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	978-012-814-849-5
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	559-577

<b>Title of the chapter</b>	Halophytes: Potential Resources of Coastal Ecosystems and their Economic, Ecological and Bioprospecting Significance.
<b>Authors</b>	Parida AK, Kumari A, Rangani J
<b>Title of the Book</b>	Halophytes and Climate Change: Adaptive Mechanisms and Potential Uses
<b>Editor</b>	Hasanuzzaman M, Shabala S, Fujita M
<b>Publisher</b>	CAB International, UK
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	978-178-639-433-0
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	287-323



<b>Title of the chapter</b>	Graft modification of Polymers: Application in membranes.
<b>Authors</b>	Romil Mehta, Paramita Manna and A. Bhattacharya
<b>Title of the Book</b>	Encyclopedia of Polymer Applications. Editor-Munmaya Mishra CRC Press, Taylor & Francis Group
<b>Editor</b>	Munmaya Mishra
<b>Publisher</b>	Taylor & Francis Group, LLC
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN-13: 978-1-4987-2993-2
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	1712-1728

<b>Title of the chapter</b>	Applications of Fungal Nanobiotechnology in Drug Development.
<b>Authors</b>	Pandey K. B, Tiwari B. K.
<b>Title of the Book</b>	Fungal Nanobionics: Principles and Applications.
<b>Editor</b>	Prasad R., Kumar V., Kumar M., Wang S.
<b>Publisher</b>	Springer Nature (Singapore)
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	9978-981-10-8665-6
<b>Publishing year</b>	2018
<b>Page numbers</b>	273-286

<b>Title of the chapter</b>	Activation of plasma membrane redox system: A novel anti-aging strategy.
<b>Authors</b>	Pandey K. B, Rizvi S. I.
<b>Title of the Book</b>	Molecular basis and emerging strategies for anti-aging interventions
<b>Editor</b>	Rizvi S. I., Çakatay U.
<b>Publisher</b>	Springer Nature Singapore Pte Ltd
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	DoI: 10.1007/978-981-13-1699-9_19 ISBN: 978-981-13-1698-2
<b>Publishing year</b>	2018
<b>Page numbers</b>	297-304



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

भारतीय पेटेंट दायर: (12 पेटेंट आवेदन)

[Indian Patent Filed: (12 Patent Applications)]

SN	Title	Inventors	Patent Application Number
1	Acid and oxidative resistant cation exchange membrane and its method of preparation thereof	Arindam Kumar Das, Geetanjali Shukla, Murli Manohar, Vinod Kumar Shahi, Baharat Bhargava, Puneet Kishore, Dmaraju Parvatalu, Chandra Sekhar Sarma	201811013972
2	Process for production of alanine enriched NaCl crystals with improved flow	Bishwajit Ganguly, Mrinal Kanti Si, Sumit Kumar Pramanik	201811020002
3	G-quadruplex-DNA binder and its method of preparation thereof	Bishwajit Ganguly, Mrinal Kanti Si, Sumit Kumar Pramanik, Shibaji Ghosh	201811025105
4	Transparent and flexible poly(methyl methacrylate) composite films with uv-shielding performances and process for preparation thereof	Tufan Singha Mahapatra, Sumit Kumar Pramanik, Amitava Das	201811029277
5	An integrated process for the simultaneous preparation of biostimulant, cellulose and biochar from brown seaweed <i>sargassum</i> species	Ramavatar Meena, Nilesh Vadodariya, Kamalesh Prasad, Arup Ghosh	201811029622
6	Iridium catalyst, method of preparation and its use for the preparation of formate/ formic acid	Rukhsana Ilyas Kureshy, Noor Ul Hasan Khan, Ankush Venkatrao Biradar, Parth Patel, Balasaheb Bankar, Sekhar Nandi, Hari Chand Bajaj	201811030629
7	An improved process for preparation of ultrathin-film-composite	Paramita Ray, Sobhindro Singh Puyam, Veerababu Poliseti	201811031932





	nanofiltration membrane for water softening, desalination and purification		
8	A compound for the detection of 2,4,6-trinitrophenol and its method for preparation thereof	Harwinder Singh, Karishma Tiwari, Sumit Kumar Pramanik, Amitava Das	201811032672
9	Compound for detection of glutathione and its method of preparation thereof	Pabitra Baran Chatterjee, Ratish Rajgopalan Nair	201811037482
10	A process for recovery of de-salted organics from spent wash	Pratyush Maiti, Brijesh Patel	201811042594
11	A process for the conversion of poly(ethylene terephthalate) waste bottles to biodegradable solutions suitable for agriculture applications	Kamalesh Prasad, Nripat Singh, Arup Ghosh, Pramod Shinde	201811046311
12	A compound for live imaging of lysosome and process for preparation thereof	Rajeshwari Tiwari, Karishma Tiwari, Sumit Kumar Pramanik, Amitava Das	201811046957

### भारतीय पेटेंट स्वीकृत: (09 पेटेंट आवेदन)

### [Indian Patent Granted: (09 Patent Applications)]

SN	Title	Inventors	Patent Application Number
1	Preparation of inorganic hydrogels with alkali halides	Ajeet Singh, Bishwajit Ganguly	295612
2	A method for immobilizing lipase onto microporous ultrafiltration polymer membrane	Kripal Singh, Amit Bhattacharya, Shweta Gupta	295597
3	A method for the preparation of l-enantiomers selective	Kripal Singh, Hari Chand Bajaj, Pravin Ganeshrao Ingole	298625



	membrane for optical resolution of alpha-amino acids		
4	A solid nutrient media useful for isolating and identifying alkaliphilic bacteria	Gnanasekaran Gopalsamy, Kalpana Haresh Mody, Sumitra Datta, Bhavanath Jha	298711
5	Free flowing 100-500 mm size spherical crystals of common salt and process for preparation thereof	Indrajit Mukhopadhyay, Pushpito Kumar Ghosh, Vadakke Puthoor Mohandas	298725
6	An improved domestic size solar oven for multiple household applications	Rajan Sodankur Thimmannabhat, Pushpito Kumar Ghosh, Sanatkumar Natvarlal Patel, Jitendrabhai Narsinhbhai Bharadia	299945
7	An improved process for the preparation of 2-phenyl ethanol by catalytic hydrogenation of styrene oxide	Hari Chand Bajaj, Sayed Hasan Razi Abdi, Rukhsana Ilyas Kureshy, Noor-Ul Hasan Khan, Aasif Asharabhai Dabbawala, Tamal Roy	301450
8	An improved process for preparation of high purity heavy basic magnesium carbonate from bittern containing magnesium	Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Jatin Rameshchandra Chunawala, Satish Hariray Mehta	301912
9	Development of a cycle process for the production of high purity soda ash with reduced fluoride content from mineral trona	Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Jatin Rameshchandra Chunawala, Pratyush Maiti, Kiritkumar Mangaldas Popat	302594

### विदेशी पेटेंट दायर: (02 पेटेंट आवेदन)

### [Foreign Patent filed: (02 Patent Applications)]

SN	Title	Inventors	Country	Patent Application Number
1	An eco-friendly process for hydrogenation of organic molecules	Kannan Srinivasan, Sreedhar Gundekari	15/766454	US



	using hydrous ruthenium oxide catalyst			
2	A new reagent for specific detection of HOCl in physiological condition	Firoj Ali, Sunil Babanrao Autc, Anila Hoskere Ashok, Suman Pal, Amitava Das	PCT/TN2018/050281	WO

### विदेशी पेटेंट स्वीकृत: (05 पेटेंट आवेदन)

### [Foreign Patent Granted: (05 Patent Applications)]

SN	Title	Inventors	Country	Patent Application Number
1	Zn(II) based colorimetric sensors and process for the preparation thereof	Prasenjit Mahato, Amrita Ghosh, Sanjiv Kumar Mishra, Anupama Shrivastava, Sandhya Mishra, Amitava Das	10-1847027	KR
2	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	MY-165640-A	MY
3	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	6336457	JP
4	An integrated process to valorize seaweed biomass for	Chennur Radhakrishna Reddy, Ravi Singh	10,000,579	US





	a spectrum of bioproducts	Baghel, Nitin Trivedi, Puja Kumari, Vishal Gupta, Kamlesh Prasad, Ramavatar Meena	3089999	EP
			3089999	FR
5	Improved process for the preparation of agarose polymer from seaweed extractive	Ramavatar Meena, Kamlesh Prasad, Arup Kumar Siddhanta, Pushpito Kumar Ghosh, Gauravkumar Kishor Mehta, Bharatkumar Kalidas Ramavat, Meenakshi Sundaram Ganesan, Bhavanath Jha, Avinash Mishra, Mahesh Ramniklal Gandhi, Pradeep Kumar Agarwal, Karuppanan Eswaran	2411418	EP
6	An improved fast and selective process for the preparation of $\gamma$ -valerolactone by catalytic hydrogenation of levulinic acid using Ru-based catalysts	Kannan Srinivasan, Sreedhar Gundekari	US10221149B2	US

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

SN		Name of Technology
1.	स्थानांतरण की तिथि Date of Transfer 25-09-2018	भूरे शैवाल - <i>Sargassum</i> से तरल समुद्री शैवाल पादप बायोस्टिमुलेंट (एलएसपीबी) तैयार करने की प्रक्रिया Process for preparation of liquid seaweed plant biostimulant (LSPB) from brown algae – <i>Sargassum</i>
	संस्थान ने बहुतायत में उपलब्ध भूरे समुद्री शैवाल जैसे कि <i>Sargassum whightii</i> , <i>Sargassum swartzii</i> and <i>Sargassum tenerrimum</i> से तरल सीवीड पादप	



	<p>बायोस्टिमूलेंट (एलएसपीबी) के उत्पादन के साथ-साथ अवशेष से सेल्युलोज/ बायोचार के उत्पादन के लिए एक तकनीक का आविष्कार किया है। एग्रो-पोषक तत्वों से समृद्ध, प्राप्त तरल समुद्री शैवाल जैव-उत्तेजक पौधे के वृद्धि प्रोत्साहक के रूप में उपयोगी है। उत्पादन की प्रक्रिया के दौरान, कई उपयोगी उत्पादों को आविष्कृत विधि के माध्यम से समुद्री शैवाल अवशेषों से प्राप्त किया जा सकता है। इसके आर्थिक लाभ निम्नलिखित आंकड़ों से स्पष्ट हैं कि पांच किलोग्राम सूखे समुद्री शैवाल बायोमास से तरल समुद्री शैवाल पादप जैव-उत्तेजक (एलएसपीबी) के रूप में 60-80 किलोग्राम पादप वृद्धि प्रोत्साहक और 237 ग्राम सेल्युलोज और/ या 481 ग्राम बायोचार प्राप्त होता है। CSIR-CSMCRI में प्रारंभिक अध्ययनों से पता चला है कि LSPB (2-10% उपयोग स्तर) के पत्ते/ मिट्टी पर प्रयोग के परिणामस्वरूप कई फसलों में 10% से 30% तक उपज में सुधार हुआ। व्यावसायिक उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी को भारत में कई उद्योगों को अनुज्ञापित/ हस्तांतरित किया गया है। जीव विज्ञान में विज्ञान और प्रौद्योगिकी नवोन्मेषण के लिए सीएसआईआर के "सर्वश्रेष्ठ प्रौद्योगिकी पुरस्कार 2016" को इस तकनीक के लिए सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई को दिया गया।</p> <p>The institute has invented a technology for production of liquid seaweed plant biostimulant (LSPB) from the abundantly available brown seaweeds such as <i>Sargassum whightii</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. During the process of production, multiple useful products can be obtained from seaweed residue through the invented method. Its economic benefit is evident from the following data that as much as 60-80 Kg of plant growth promoter in the form of liquid seaweed plant bio-stimulant (LSPB) and 237 g cellulose and/or 481 g biochar are obtained from 5 kg of dry seaweed biomass. Preliminary studies at CSIR-CSMCRI showed that the foliar/ soil application of LSPB (2-10 % usage level) form resulted in yield improvement from 10 % to 30 % in several crops. The technology has been licensed/ transferred to several industries in India for commercial production. CSIR "Best Technology Award 2016" for S&amp;T Innovations in biological sciences was bestowed to CSIR-CSMCRI for this technology.</p>		
	<table border="1"> <tr> <td data-bbox="375 1444 662 1591"> <b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 26-04-2018 </td><td data-bbox="662 1444 1367 1591"> <b>आरओ प्लांट रिजेक्ट धारा का कठोरता के लाभप्रद निष्कासन के लिए उपचार।</b> <b>Treatment of RO plant reject stream for economic removal of hardness.</b> </td></tr> </table>	<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 26-04-2018	<b>आरओ प्लांट रिजेक्ट धारा का कठोरता के लाभप्रद निष्कासन के लिए उपचार।</b> <b>Treatment of RO plant reject stream for economic removal of hardness.</b>
<b>स्थानांतरण की तिथि</b> <b>Date of Transfer</b> 26-04-2018	<b>आरओ प्लांट रिजेक्ट धारा का कठोरता के लाभप्रद निष्कासन के लिए उपचार।</b> <b>Treatment of RO plant reject stream for economic removal of hardness.</b>		
2.	<p>आम अपशिष्ट जल उपचार संयंत्र (सीईटीपी) के लिए जल की कठोरता एक प्रमुख मुद्दा है, वाष्पीकरण के माध्यम से विनियामक "जीरो लिक्विड डिस्चार्ज" मानदंड के अनुपालन में अपशिष्ट जल से जल की पुनर्प्राप्ति के लिए। कठोरता में कमी और परिणामी गाद के प्रबंधन से संबंधित खर्चों की लागत समग्र परिचालन व्यवहार्यता को प्रभावित करती है। जल कठोरता</p>		



को 90% से ज्यादा तक कम करने के लिए मेसर्स वनीटेक लिमिटेड, वानीयंबडी, तमिलनाडु के आरओ रिजेक्ट के उपचार के लिए एक संशोधित सोडा-लाइम प्रक्रिया तैयार की गई।
Water hardness is a major issue across the Common effluent treatment plant (CETPs), recovering water from effluent through evaporation to comply with regulatory 'Zero Liquid Discharge' norm. Both cost of hardness reduction and expenses related to resultant sludge management affect overall operating viability. A modified lime-soda process was devised for treatment of the RO reject stream of M/s Vanitec Ltd., Vaniyambadi, Tamil Nadu, to reduce hardness by over 90%.

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

SN	Title of the Presentation	Conference Details	Venue	Authors
1.	Tailored made polymeric adsorbents having potentiality towards the removal of fluoride from aqueous system: A sustainable solution	DAE-BRNS Sponsored Eighth Biennial Symposium on Emerging trends in separation science & technology (SESTEC-2018) May 23-26, 2018	Birla Institute of Technology, Pilani, K.K. Birla Goa Campus, Goa	Anil R. Gupta, Saroj Sharma,
2.	Industrial waste as low-cost and ecofriendly adsorbent for remediation of hazardous ions from contaminated water.	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy (IGWMWE-2019) 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Anil R. Gupta, Vipin C. Joshi, Saroj Sharma,
3.	Bead-shaped polymeric adsorbent having potentiality towards the removal of fluoride from aqueous system: An emerging adsorbent	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy (IGWMWE-2019) 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Anil R. Gupta, Saroj Sharma
4.	A novel gene <i>SbRPC5L</i> from <i>Salicornia brachiata</i> Roxb. improved salt and osmotic stress tolerance in transgenic tobacco	13 <sup>th</sup> International Conference on Development of Drylands: Converting Dryland Areas from Grey into	Central Arid Zone Research Institute, Jodhpur, India	Mangal S. Rathore Kumari A and B. Jha





		Green February 11-14, 2019		
5.	Thin film Polyamide Composite Membranes: Co-relation of diamine ratio and separation performances of salts and drugs in water	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy <b>(IGWMWE-2019)</b> 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSMCRI, Bhavnagar, Gujarat	Bhavin Koladiya, Romil Mehta, Aditi Mehta, Harshad Brahmbhatt and A. Bhattacharya
6.	Interplay of conducting Polypyrrole in between Polysulfone support and polyamide in Thin film Composite Membrane: separation performance of salts and pesticides	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy <b>(IGWMWE-2019)</b> 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSMCRI, Bhavnagar, Gujarat	Romil Mehta, Harshad Brahmbhatt and A. Bhattacharya
7.	The Indigenous Technology of Membranes: From Thin Film Composite (TFC) Membranes preparation to Module Making and its field application.	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy <b>(IGWMWE-2019)</b> 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSMCRI, Bhavnagar, Gujarat	Sanjay D. Patil and A. Bhattacharya
8.	Integration of microfluidics with the porous silicon biosensor to enhance sensitivity	Microfluidics 2018: New Technologies and Applications in Biology, Biochemistry and Single-Cell Analysis 15 - 17 Jul 2018	European Molecular Biology Laboratory, Heidelberg, Germany	Nalin H. Maniya, Divesh N. Srivastava
9.	Electrochemical reduction of carbon dioxide to formic acid on thin electrodeposited plastic chip electrode.	National symposium on electrochemistry in materials and devices.	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Dilip B. Parmar, Laxman N. Kadam, Divesh N. Srivastava



		28-29 September 2018		
10.	Picomolar detection of retinol binding protein 4 for early management of type II diabetes.	National symposium on electrochemistry in materials and devices. 28-29 September 2018	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Kirti, Divesh N. Srivastava
11.	AuNPs encapsulated ZIF-8 for a mediator free enzymatic glucose sensor by amperometry.	National symposium on electrochemistry in materials and devices. 28-29 September 2018	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Anirban Paul, Divesh N. Srivastava
12.	Development and characterization of RuO <sub>2</sub> @CeO <sub>2</sub> hetero-structure and its role in electrocatalytic oxygen evolution reaction.	National symposium on electrochemistry in materials and devices. 28-29 September 2018	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Sunil M. Galani, Aniruddh Mondal, Divesh N. Srivastava, Asit B. Panda
13.	CO <sub>2</sub> reduction using p-n junction based materials by photo and electrocatalytic route	National symposium on electrochemistry in materials and devices. 28-29 September 2018	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Laxman Kadam, Dilip B. Parmar, Divesh N. Srivastava, Rajesh J. Tayade
14.	Electrochemical Platform for Point-of-care Devices	NANOBIOTEK-2018 conference cum innovation Bazar for demonstrating our technologies 25-27 October 2018	AIIMS, New Delhi	Divesh N. Srivastava
15.	Study of pH And Temperature Changes on Kinetics of Polyamide Oxidation By Sodium Hypochlorite	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy (IGWMWE-2019) 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Dipak Ankoliya, Hiren Raval



16.	Surface Alteration of Commercial TFC-RO Membrane by the Crosslinked Polymer and Monomer after the oxidative treatment	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy <b>(IGWMWE-2019)</b> 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Ashish R Kavaia, Hiren Raval
17.	Mitigation of Complex Fouling (Organic + Inorganic) on Reverse Osmosis Membrane by a novel Approach	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy <b>(IGWMWE-2019)</b> 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Niraj Jasani, Mohit Samnani, Harshad Rathod, Hiren Raval
18.	Acid recovery from industrial effluents by chemically stable charged membranes	National Symposium on Electrochemistry in Materials and Devices (NSEMD-2018) 28-29 September 2018	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar, Gujarat, INDIA	Pradeep K. Prajapati, Nareesh N. Reddy, Raghavendra Nimiwal, Puyam Singh, S. Adimurthy, Rajaram K Nagarale
19.	Preparation and Characterization of Highly Gas Permeable Zeolite-4A Poly(dimethylsiloxane) Membrane for Air Separation	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy <b>(IGWMWE-2019)</b> 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Pradeep K. Prajapati, Ankit M. Kansara, Vinod K. Aswal, Puyam S. Singh
20.	Separation performance study of Tea polyphenol through high flux Polysulfone - Poly (vinyl alcohol) membrane	The 6th IWA Regional Membrane Technology Conference (IWA-RMTC 2018)	M. S. University, Vadodara, Gujarat, India	Mayank Saxena, Puyam S. Singh, Amit Bhattacharya
21.	The investigation study of the separation performance of tea polyphenol through poly (vinyl alcohol) – polysulfone membrane	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy <b>(IGWMWE-2019)</b> 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar, Gujarat, INDIA	Mayank Saxena, Puyam S. Singh, Amit Bhattacharya





22.	Octadecyl-Silicalite-1 incorporated Polydimethylsiloxane membrane for enhanced alcohol permselectivity	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy (IGWMWE-2019) 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar, Gujarat, INDIA	Ankitkumar M. Kansara, Pradeep K. Prajapati and Puyam S. Singh
23.	Efficient Catalytic Conversion of Terminal/ Internal Epoxides to Cyclic Carbonates by Porous Co(II) MOF at Ambient Conditions	CSIR-Inter Institutional Students Conference on Sustainable Chemistry for Health, Environment and Materials (Su-CHEM Yuva 2019)	CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad	Bhavesb Parmar, Parth Patel, Renjith S. Pillai, Noor-ul H. Khan and E. Suresh
24.	Overexpression of AINAC4 transcription factor from a halophyte <i>Aeluropus lagopoides</i> modulates oxidative stress by ROS homeostasis in transgenic tobacco	Plant responses to light and stress: Emerging issues in climate change	International centre for genetic engineering and biotechnology (ICGEB); New Delhi, India	Khedia, J., Agarwal, P., Parida, A.K., Agarwal, P.K.
25.	Ion homeostasis and metabolite mass profiling revealing salt tolerance mechanism in recretohalophyte <i>Aeluropus lagopoides</i> .	International Conference on Biotechnological Research and Innovation for Sustainable Development	CSIR-Indian Institute of Chemical Technology (CSIR-IICT), Hyderabad, India.	Sanadhya, P., Paidi, M.K., More, P., Agarwal, P., Agarwal, P.K.
26.	Functional Characterization of AIHKT2; I Promoter and its Regulatory Sequences from Halophyte <i>Aeluropus lagopoides</i> .	40 <sup>th</sup> meeting of Plant Tissue Culture Association-India and International Conference on trends in plant sciences and Agrobiotechnology 2019	IIT Guwahati	Dave, A., Joshi, P., Sanadhya P., Agarwal, P., Agarwal, P.K.



27.	Development of transgenic cucumber with enhanced phytase activity in fruits towards developing nutritive green salad	40 <sup>th</sup> meeting of Plant Tissue Culture Association-India and International Conference on trends in plant sciences and Agrobiotechnology 2019	IIT Guwahati	Sapara, K., P., Agarwal, P., Agarwal, P.K.
28.	Nutrient cycling, microbial community structure and functional gene abundance associated with <i>Salicornia brachiata</i> Roxb. in coastal soils.	13th International Conference on Development of Drylands Converting Dryland Areas from Grey into Green	CAZRI, Jodhpur, India	Chaudhary, D.R. and Rathore, A.P.
29.	Highly permeable nanofilm membranes for organic solvent nanofiltration.	Indo-German Bilateral Workshop on Membranes for Water and Energy (IGWMWE-2019) 18-20 <sup>th</sup> Feb. 2019	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Pulak Sarkar and Santanu Karan
30.	Dehydrogenative C(sp <sup>3</sup> )-H methoxylation of 2-alkyl benzoxazoles and -benzothiazoles with methanol: Synthesis of $\alpha$ -methoxy acetic acids	National Seminar on Organic Transformation & Catalysis (NSOTC-2018) 27 Sept 2018	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Jogendra. Kumar, Sukalyan Bhadra
31.	Chelation-assisted de-aryloxylation amination of 2-aryloxy quinolines	National Seminar on Organic Transformation & Catalysis (NSOTC-2018) 27 Sept 2018	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Aniket Gupta, Sukalyan Bhadra
32.	Chelation assisted de-aryloxylation amination of 2-aryoxy quinolines	24th CRSI National Symposium in Chemistry February 8 to 10, 2019	CSIR-CLRI and IIT madras	Aniket Gupta, Sukalyan Bhadra



33.	Dehydrogenative C(sp <sup>3</sup> )-H methoxylation of 2-alkyl 2-benzoxazoles and -benzothiazoles with methanol: Synthesis of $\alpha$ -methoxy acetic acids	Frontiers in Chemical Sciences (FICS 2018) 6- 8th December, 2018	IIT Guwahati	Jogendra Kumar, Aniket Gupta and Sukalyan Bhadra
34.	Strain improvement of <i>Ulva</i> through conventional breeding	National conference on vistas in biodiversity, biology, biotechnology, and nanotechnology of algae (VBBNA 2018) 20-22 September 2018	Department of Botany Madras Christian College Tambaram East, Chennai	Balar, N., Vaibhav A. Mantri, Reddy C.R.K
35.	Biochemical studies of distinct life phases of industrially important red alga <i>G. dura</i>	National conference on vistas in biodiversity, biology, biotechnology, and nanotechnology of algae (VBBNA 2018) 20-22 September 2018	Department of Botany Madras Christian College Tambaram East, Chennai	Kanchan Sambhwani, Jaskeerat Modi, Avinash Mishra, Vaibhav A Mantri
36.	Enrichment of Marine Macroalgal Proteins and their bioactive potentials	International conference on Biotechnological Research and Innovation for Sustainable Development (BIOSD 2018) 22-25 November 2018	CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad,	Tejal K Gajaria, Ankit Khandelwal, Vihav T Vasu, Vaibhav Mantri, CRK Reddy
37.	Effect of varying salinity, temperature, dehydration and photoperiod on induction of sporulation in <i>Ulva</i>	National Seminar on Recent inclinations in microbiology and biotechnology 24 December 2018	Parul Institute of Applied Science and Research, Ahmedabad	Balar N., Jaiswar S., Vaibhav A. Mantri





38.	Yield and quality enhancement of sulphated polysaccharides from red algae	International Seminar on 'Recent Trends and Experimental Approaches in Science, Technology, Nature and Management 23 – 24 December 2018	Society of science and nature at FDDI College, Jodhpur	Kanchan Sambhwani, Avinash Mishra, Vaibhav A. Mantri
39.	Analysis of growth potential of edible marine macroalga <i>Ulva</i> : implication for strain selection and farming	India international seaweed expo and summit 2019 (IISES 2019) 22-24 January 2019	World Trade Center, Mumbai	Balar N., Sharnagat P., Vaibhav A. Mantri, Reddy C.R.K
40.	Eat wisely: A note on the nutritional. Health and safety aspects of seaweeds in the course of food revolution	India international seaweed expo and summit 2019 (IISES 2019) 22-24 January 2019	World Trade Center, Mumbai	Gajaria T.K., Reddy C.R.K., Vaibhav A. Mantri
41.	Study of seaweed endophytes through culture and metagenomics approach	India international seaweed expo and summit 2019 (IISES 2019) 22-24 January 2019	World Trade Center, Mumbai	Doniya Elze Mathew, Sanju Singh, Pankaj Kumar, Vishal Ghadge, Vaibhav. A Mantri, Pramod B Shinde
42.	Socio-economic dimensions of coastal population involved in seaweed farming	India international seaweed expo and summit 2019 (IISES 2019) 22-24 January 2019	World Trade Center, Mumbai	Santlal Jaiswar, Manali Rathod, Vaibhav Mantri
43.	Seaweed farming-an alternative livelihood opportunity for coastal rural population in India	India International Science Festival 5-8 October, 2018	Indira Gandhi Pratishthan Lucknow	Veeragurunathan V
44.	The Impact of Seaweed Farming On	International conference on	ICAR-Central Institute of	Vecragurunathan V Eswaran K,



	The Socioeconomic Status Of Coastal Communities In India.	Brackish water and Aquaculture 25th January, 2019	Brackish water Aquaculture, Chennai	Vaibhav A. Mantri, Thiruppathi S
45.	Showcase in Exhibition	Exhibition on Green Rameswaram 14th October, 2018	Vivekanada Kendra, Rameswaram	Veeragurunathan V
46.	Showcase in Exhibition	International exhibition "Aquacx India, 2019" 31 Jan- 2 Feb, 2019	Hitex Exhibition Center, Hyderabad	Veeragurunathan V
47.	Showcase in Exhibition	International exhibition "World Ocean Science Congress" 25-27 Feb, 2019	Andhra University, Visakhapatnam	Veeragurunathan V

## 6. आमंत्रित वार्ता [Invited Talks]

SN	Title of the Presentation	Conference Details	Venue	Authors
1.	Thin film Polyamide Composite Membrane- to build avenues in separation science	National Seminar on Applied Polymer Science and Technology (NSAPST 2019) 24th – 25th January, 2019	Department of Chemistry, Sardar Patel University, Vallabh Vidyanagar.	A. Bhattacharya
2.	Electron Microscopy: A Versatile Tool	Invited lecture to students as part of curriculum. 4 October, 2018	Charotar University of Science and Technology, (CHARUSAT), Changa	Divesh N. Srivastava
3.	Tailored and unconventional electrodes: Some emerging trends.	One-day workshop on FEG-SEM, TEM and XRD 10 January, 2019	Sophisticated Instrumentation Centre for Applied Research and Testing, Vallabh Vidya Nagar, Gujarat	Divesh N. Srivastava



4.	Tailored and unconventional electrodes: Some emerging trends.	National Conference on Novel Chemical Systems for Therapeutic and Energy Applications 02 March, 2019	S. P. University, Vallabh Vidya Nagar, Gujarat	Divesh N. Srivastava
5.	Simple, one-step dye based kit for bacterial contamination detection in a range of water sources	International Conference in Biotechnological Research and Innovation for Sustainable Development 22-25 November 2018.	CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad	Dr. S. Halder
6.	Bio-mineralization and biogenic uranium nanoparticles	International Workshop and Symposium on Green Chemistry and Technology 15-17 October 2018.	Department of Chemistry, Govt. Dungar College, Bikaner,	Dr. S. Kushwaha
7.	Activities of Marine Environment Group, AESD & CIF, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Induction/ Refresher Programme on Air Pollution Measurement & Its Control Strategies. June 11-16, 2018.	VVP Engg. College Rajkot,	Dr. R. B. Thorat
8.	Marine Environment Impact Assessment of the industries.	Seminar on MEIA of industries.	Solapur University on 26.3.2019.	Dr R B Thorat
9.	Marine Environment Impact Assessment of the industries.	National Science Day Lecture. 28 February 2019	Dept. of life science, MK Bhavnagar University.	Dr. R. B. Thorat
10.	Synthesis and Functionalization of Pyridine Bridged Heterocycles: Biological Evaluation	International conference 2nd World Cancer Congress 25-26 Sept. 2018	Bangalore Royal Orchid Resort & Convention Centre, Bangalore.	Dr. S. Adimurthy





	towards Human Cancer Cell lines			
11.	Metal-Organic Frameworks as a Functional Material Towards Adsorption/Sensing of Hazardous Molecules and Catalysis	Invited Talk, 12 September, 2018	Cochin University of Science and Technology, Kochi, Kerala	Dr. E. Suresh
12.	Ionic Liquid Based Novel Colloidal Systems for Energy and Biomedical Applications	National conference on Novel Chemical Systems for Theraupctic and Energy Applications (NCSTEA-2019) 2 <sup>nd</sup> March, 2019	Department of Chemistry, Sardar Patel University, Vallabh Vidyanagar, Gujarat	Dr. Arvind Kumar
13.	Preservation and processing of bio-molecules in new solvent systems” at	99 <sup>th</sup> Japan Chemical Society Annual meeting during March 16-19, 2019.	Konan University, Kobe- Japan	Dr. Kamalesh Prasad
14.	How to process Biomass: A sustainable Approach	Invited Talk 9 <sup>th</sup> of January 2019	Gyanmanjari Science College – Bhavnagar	Dr. Kamalesh Prasad
15	Green solvent systems for the iolation of natural polymers from bioresources with special attention to seaplants.	UGC-CPEPA Sponsored National Seminar on Applied Polymer Science and Technology (NSAPST-2019). 24 –25 <sup>th</sup> January, 2019.	Department of Chemistry, SardarPatel University, VallabhVidyanagar-388 120 (Gujarat).	Dr. Kamalesh Prasad
16.	Sustainable processing of natural polymers for material preparation	National Symposium on Green Chemistry & Technology for Sustainable Development. 18-19 <sup>th</sup> January, 2019	Department of Chemical Engineering. G H Patel College of Engineering & Technology, Vallabh Vidyanagar - 388 120.	Dr. Kamalesh Prasad



17.	Marine Environment Impact Assessment of the industries.	Seminar on MEIA of industries. 26 March 2019	Solapur University	Dr. R. B. Thorat
18.	Research on improvement of biomass and value addition of seaweed	Invited lecture in refresher course in life science on 05.07.2018	Bharathidasan University, Tiruchirappalli	Dr. K. Eswaran
19.	Levulinic acid & 5-Hydroxymethylfurfural – Platform Bio-based Feedstock for Chemicals and Polymers	5 <sup>th</sup> Indo-French Bilateral Symposium on Functionalized Materials for Sustainable Catalytic and Related Applications (MATSUCAT-2019) 26-29, February 2019	CSIR-National Chemical Laboratory, Pune	Dr. Kannan Srinivasan
20.	Biomass to chemicals and polymers – Opportunities & challenges	24th National Symposium on Chemistry, Chemical Research Society of India 8-10, February 2019	CSIR-Central Leather Research Institute, Chennai	Dr. Kannan Srinivasan <b>(CRSI Bronze Medal Lecture)</b>

## 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.	National Workshop on Mangrove Conservation: Present Status & Future Perspective	Gujarat Ecological Education and Research, GEER Foundation & Gujarat Ecological Commission	26-27, July-2018	Dr. S. Halder, Dr. Anil Kumar M



2.	Refresher programme on Air pollution Measurement & Its Control Strategies	VVP Engineering College, Rajkot	11-16, June-2018	Dr. R. B. Thorat
3.	National Workshop on Urban Environmental management- Solutions for Sustainability	CSIR-NEERI, Hyderabad Zonal Centre	August-2018	Dr. R. B. Thorat, Dr. S. Haldar
4.	New Frontiers in Algal Omics (NFAO-2018)	ICGEB, N Delhi	19-30 Nov 2018	Dr. Shruti Chatterjee
5.	Training on high purity salt production	Salt Dept., Govt. of India.	28 Nov 2018	Dr. Arvind Kumar, Mr.S.C. Upadhyay, Mr. R. J. Sanghavi & Mr. J. J. Shukla
6.	Training program for salt manufacturers in Rajasthan.	Salt Dept., Govt. of India.	18-19 Dec 2018	Dr. Arvind Kumar, Mr.S.C. Upadhyay, Mr. R. J. Sanghavi
7.	Training program for salt manufacturers at Isakapalli, Andhra Pradesh	Salt Dept., Govt. of India.	11 Jan 2019	Mr.S.C. Upadhyay
8.	Programme on Research Excellence in Organisations	Administrative staff college, Hyderabad	08-10, Aug. 2018	Dr. Kamallesh Prasad
9.	NANOBIOTEK-2018 conference cum innovation Bazar for demonstrating our technologies	All India Institute of Medical Science, New Delhi	25-27 Oct 2018	Dr. Divesh N. Srivastava, Dr. Pabitra B. Chatterjee
10.	Emotional Intelligence at Workplace for Scientists and Technologists	Centre for Organization Development, Hyderabad	18-22 Feb. 2019	Dr. Divesh N. Srivastava





## पीएचडी प्रदान किया गया [PhD Conferred]

SN	Name of the Student	Conferment date	Title of thesis	Name of Supervisor	University
1.	Mr. Praveen Singh Gehlot	31-05-2018	Studies on self-assemblies of surface active ionic liquids and their applications	Dr. Arvind kumar	AcSIR
2.	Mr. Arka Saha	12-06-2018	Synthesis of molybdenum based nanostructured materials, their characterization and possible application	Dr. Subhash Chandra Ghosh (Supervisor)/ Dr. Asit Baran Panda (Co-Supervisor)	AcSIR
3.	Mr. Chitrakar Ravi	21-06-2018	Synthesis and functionalization of bioactive N - heterocyclic scaffolds derived from pyridines	Dr. S. Adimurthy	AcSIR
4.	Mr. M Raju	22-06-2018	Identification and biotechnological applications of siderophores	Dr. Parimal Paul (Supervisor)/ Dr. Pabitra Chatterjee (Co-supervisor)	AcSIR
5.	Mr. Sobhan Chatterjee	22-06-2018	Transition metal ion detection/removal with functionalized materials & ionic liquids in aqueous media	Dr. Alok Ranjan Paital	AcSIR
6.	Mr. Sourish Bhattacharya	20-07-2018	Production of $\epsilon$ -polylysine by halophilic bacteria: characterization and application	Dr. Sandhya Mishra	AcSIR
7.	Mr. Murali Manohar	20-07-2018	Studies on interfacial layer of bipolar membrane for water dissociation	Dr. Vinod K Shahi	AcSIR



8.	Mr. Naveen Gupta	23-07-2018	Homogenous and heterogeneous catalysts for organic transformations	Dr. N. H. Khan (Supervisor)/ Dr. S. H. R. Abdi (Co-Supervisor)	AcSIR
9.	Mr. Ranjeet Kumar	03-08-2018	Physiological, biochemical and transcriptome analysis in maize (Zea mays L.) for unraveling the alleviatory response of Kappaphycus alvarezii seaweed sap towards drought tolerance	Dr. Asish Kumar Parida	AcSIR
10.	Mr. Sreedhar Gundekari	27-08-2018	Preparation of value added fuel, polymer and chemical intermediates from biomass-based functional molecules using tools of green catalytic organic transformations	Dr. Kannan Srinivasan	AcSIR
11.	Mr. Anirudha Mondal	30-08-2018	Spray drying strategy for the synthesis of nanostructured materials and their possible applications	Dr. Asit Baran Panda (Supervisor)/ Dr. Subhash C. Ghosh (Co-Supervisor)	AcSIR
12.	Mr. Sekhar Nandi	30-08-2018	Development of heterogeneous catalysts for hydrogenation reactions	Dr. N. H. Khan (Supervisor)/ Dr. R. I. Kureshy (Co-Supervisor)	AcSIR
13.	Mr. N Naresh Kumar Reddy	19-09-2018	Oxidative coupling of C-C and C-Hetero bond formations under metal-free conditions	Dr. S. Adimurthy	AcSIR
14.	Mr. Mohd Nazish	03-10-2018	Development of chiral/achiral Catalysts for	Dr. N. H. Khan	AcSIR



			Hydrophosphonylation Reaction		
15.	Mr. Raj Kumar Tak	05-11-2018	Development of Chiral Catalyst for various Organic Transformations	Dr. R. I. Kureshy	AcSIR
16.	Mr. Kalyanshis Jana	26-11-2018	In Silico Studies towards Understanding the Structure and Reactivity of Organic and Biomolecular Systems	Dr. Bishwajit Ganguly	AcSIR
17.	Mr. Prem Prakash	26-11-2018	Synthesis and Characterization of Stable and Highly Conducting Membranes and their Application in Electro-Membrane Processes	Dr. Vaibhav Kulshreshtha	AcSIR
18.	Mr. Mrinal Kanti Si	26-12-2018	Computational investigation to examine the role of non-bonded interaction towards the reactivity of chemical and biological systems	Dr. Bishwajit Ganguly	AcSIR
19.	Mr. Anirban Paul	02-01-2019	Design and fabrication of electrochemical sensors for molecular and bio sensing applications using different electroanalytical techniques	Dr. Divesh N. Srivastava	AcSIR
20	Mr. Arvind Kumar Singh Chandel	10-01-2019	Design and synthesis of polysaccharides and (Co)polymers based amphiphilic conetworks gels for biomedical applications	Dr. Suresh Kumar Jewrajka	AcSIR
21.	Mr. Madhusree Mitra	31-01-2019	Identification of microalgae as a potential source of	Dr. Sandhya Mishra	AcSIR





			omega-3 polyunsaturated fatty acids viz. EPA and DHA		
22.	Mr. Khanjan H. Trivedi	01-09-2018	Understanding the influence of Kappaphycus alvarezii seaweed extract towards enhancing productivity of maize (Zea mays) and alleviation of drought stress	Dr. Arup Ghosh	AcSIR
23.	Mr. G. Sampath	05-04-2018	Development of catalytic reaction systems for the synthesis and separation of furan derivatives from biomass sugars	Dr. S. Kannan	AcSIR
24.	Mr. Supravat Samanta	05-04-2018	Oxidative C-O Bond Formation Reactions and their Applications towards Heterocycle Synthesis	Dr. P. K. Ghosh	AcSIR
25.	Ms. Khantika Patel	05-09-2018	Study of physiological and molecular responses in wheat towards stress tolerance by the application of liquid seaweed fertilizer".	Dr. Pradeep K. Agarwal	MK Bhavnagar University
26.	Mr. Jignesh Shukla	2019	Physicochemical Studies and Morphology Study of Gypsum in Aqueous Electrolyte Solution: Effect of Organic / Inorganic additives	Dr. Arvind Kumar	MK Bhavnagar University
27.	Mr. Arun Kumar Das	Feb, 2019	Analytical Studies on Plant Growth Regulators and Polysaccharides Present in	Dr Kamallesh Prasad	MK Bhavnagar University



			<i>Kappaphycus Alvarezii</i> Seaweed		
28.	Ms. Riddhi Nareshbhai Dholakiya	2018	Study of physiological and molecular responses in wheat towards stress tolerance by the application of liquid seaweed fertilizer".	Dr. Kalpana H. Mody	MK Bhavnagar University
29.	Mr. Gopala Ram Bhadu	29-10-2018	Developing innovative methods for TEM sample preparation and processing of organic conducting materials.	Dr. Divessh N. Srivastava	CHARUSAT
30.	Mr. Rajesh Patidar	13-12-2018	Studies on recognition of selective metal ions using fluorescent molecular ans nanoparticles.	Dr. Parimal Paul	CHARUSAT

### विभिन्न संस्थानों के पाठ्यक्रम के तहत लघु अवधि प्रशिक्षण

#### [Short Term Training under Curriculum of various institutes]

SN	Name of the Student	Degree	Name of Supervisor	University
1.	Ms. Chaynita Dashora	B. Tech	Dr. P. Chatterjee	Amitya University Rajsthan
2.	Mr. A. lingraj Rao	M. Sc.	Dr. Jugun P. Chinta	Andhra Univwrsity
3.	Mr. Ladi Sujit	M. Sc.	Dr. Puyam Singh	Andhra Univwrsity
4.	Ms. Bhatti Rajvi	M. Sc Biotechnology	Dr. Mangal Singh Rathore	Nirma University
5.	Mr. Kaushal Kumar Yadav	B. Tech Chemical Eng	Dr. V. Kulshrestha	IIT (Bhu) Varanasi
6.	Mr. Jaskeerat Singh Modi	M. Sc C&MB	Dr. Vaibhav Mantri	M. S University Baroda
7.	Mr. Shivam Chandra	B. Tech Chemical Eng	Dr. Subarna Maiti	Malaviya National Institute od Technology, Jaipur
8.	Mr. Shobhit Sharma	B. Tech Chemical Eng	Dr. Subarna Maiti	Nirma University
9.	Ms . Dhvani S. Patel	M. Sc. Biotech	Dr. Pradeep Agarwal	PDPIAP, Charusat
10.	Ms. Pruvisha B. Donda	M. Sc Microbiology	Dr. DR Gangapur	PDPIAP, Charusat



11.	Ms. Sweta	M. Sc Chemistry	Dr. Arvind Kumar	NIT, Jalandhar
12.	Ms. Jasvinder Kaur	M. Sc Chemistry	Dr. Arvind Kumar	NIT, Jalandhar
13.	Ms. Niruti R. Kothari	B.E. Mech	Dr. S D Patil	GEC, Bhavnagar
14.	Ms. Sonal Rajput	M. Sc Chemistry	Dr. S Neogi	Galgotias University, New Delhi
15.	Ms. Aarti Bhalla	M. Sc Chemistry	Dr. R J Tayde	Galgotias University, New Delhi
16.	Ms. Km Anshu Tyagi	M. Sc Chemistry	Dr. S Neogi	Galgotias University, New Delhi
17.	Ms. Goral Bhatt	M. Tech Biotechnology	Dr. DR Gangapur	Amitya University Rajasthan
18.	Mr. Vedant Gandhi		Dr. Ramavtar Meena	Loudoun Academy of Science VA, USA
19.	Ms. Helly R Chandarana	M. E. Environ. Eng.	Dr. Anil Kumar	Swarnim Startup Innovation University
20.	Ms. Sheetal More	M.Sc. Chemistry	Dr. Kannan Srinivasan	Devi Ahilya Viswavidyalaya, Indore

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

SN	Name of the Awards and recognition	Awardee
1.	Chemical Research Society of India Bronze Medal	Dr. Kannan Srinivasan
2.	The Japan Chemical Society Distinguished Lectureship Award-2019.	Dr Kamalesh Prasad
3.	Biotech product, process development and commercialization award by Department of Biotechnology, Govt. of India.	Dr. Soumya Haldar

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

SN	Name of the Staff	Name of the Society/ Body/ Committee
1.	Dr. Pradeep K. Agarwal	Plant Cell Tissue Culture Association of India, 2019
2.	Dr. Pradeep K. Agarwal	Biotechnology Research Society of India, 2018





3.	Dr. A. Bhattacharya	Life Member of Indian Society for Technical Education (2019)
4.	Dr. A. Bhattacharya	Registered in ASEAN-India Science, Technology and Innovation Co-operation portal.
5.	Dr. A. Bhattacharya	Technology Development Board, Department of Science and Technology (TDB- DST)
6.	Dr. Mangal S. Rathore	Member of International Society of Plant Biotechnology (IAPB)
7.	Dr. Mangal S. Rathore	Life member of Indian Date Palm Society
8.	Dr. Kamalesh Prasad	Royal Society of Chemistry, London, UK
9.	Dr. Kamalesh Prasad	Life membership of <i>Vijnanabharati</i> (Vibha).
10.	Dr. Kamalesh Prasad	Indian Institute of Material Management
11.	Dr. Kamalesh Prasad	Life membership of Administrative Staff College of India (ASCI), Hyderabad
12.	Dr. R B Thorat	Life time member of Indian Society for Technical Education,

## 10. विदेश में प्रतिनियुक्ति [Deputation Abroad]

SN	Name	Date (From)	Date (To)	Country Visited
<b>Staff Member:</b>				
1.	Dr. Arup Ghosh	26/03/2018	26/06/2018	Bielefeld, Germany
2.	Dr. S. Maiti	26/03/2018	30/03/2018	Switzerland
3.	Dr. Arvind Kumar	19/05/2018	30/05/2018	Zambia
4.	Mr. P.M. Parekh	19/05/2018	30/05/2018	Zambia
5.	Mr. S.C. Updhyay	19/05/2018	30/05/2018	Zambia
6.	Dr. Hiren Raval	15/05/2018	14/05/2019	USA
7.	Dr. Kamalesh Prasad	22/05/2018	29/05/2018	Germany
8.	Dr. Vaibhav Kulshrestha	24/06/2018	01/07/2018	Uni. Of Glasgow, UK
9.	Dr. V.K. Shahi	24/06/2018	01/07/2018	Uni. Of Glasgow, UK
10.	Dr. Kamalesh Prasad	16/03/2019	19/03/2019	Kobe, Japan
<b>Students:</b>				
11.	Ms. Kusum Khatri	01/05/2019	31/08/2019	Aberystwyth University, UK
12.	Mr. Veerababu Polisetti	24/05/2018	24/11/2018	USA



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

SN	Date and Occasion	Name & Designation	Affiliation	Topic of talk
1.	10.04.2018 <b>CSMCRI- Foundation Day</b>	Prof. Mangala Rai (Chief Guest)	Former DG, ICAR, Former Secretary, DARE, Former VC, Pant University	Salinity & sustainability imperatives-call for integration of efforts and consolidation of supports
2.	10.04.2018 <b>CSMCRI- Foundation Day</b>	Prof. Ashok Kumar Singhvi (Guest of Honor)	Honorary Scientist, PRL, Ahmedabad, President, GSA	Address
3.	14.04.2018	Dr. Anant B. Patel	Principal Scientist, CSIR-CCMB, Hyderabad	What have we learned about neurotransmitter energetics in neurodegenerative and psychiatric disorders
4.	08.05.2018	Dr. Kumar Vanka	Senior Scientist, CSIR-NCL, Pune	Computational Studies of Small Molecule Activation
5.	16.05.2018	Mr. Vinayak R. Marathe	Head, R&D, G&I, Reliance Ind. Ltd., Mumbai	Reliance overall growth and its R&D managing systems
6.	22.05.2018	Dr. Samir H. Chikkali	Senior Scientist, NCL, Pune	Challenges & Opportunities in Organometallic Transformations
7.	06.06.2018	Dr. Gustavo Fimbres	CONACYT Research Fellow, Instituto Tecnológico de Sonora, Mexico	Water Scarcity in Northwest Mexico & Research initiatives at ITSON
8.	18.07.2018	Prof. Sirshendu De 02 lectures	Head, Department of Chemical Engineering, IIT Kharagpur	'Innovations in arsenic & fluoride removal technologies: From lab to field' <b>AND</b>



				'Ultra low cost innovative spinning of polymeric hollow fibers and their various applications'
9.	09.08.2018	Dr. Bhaskar Datta	Associate Prof., Discipline of Chemistry and Biological Engineering, IIT-Gandhinagar	Selective Recognition of Quadruplex DNA
10.	10.08.2018	Dr. Jorge Beltramini	Senior Research Fellow, Australian Institute for Bioengineering and Nanotechnology (AIBN), The University of Queensland, Australia	Nano-composite Catalysts: Enabling Innovations for Sustainable Energy & Environmental Technologies
11.	27.09.2018 National Seminar on Organic Transformations & Catalysis	Dr. R. V. Jasra,	Reliance Industries Ltd.	Novel catalysts for naphtha reforming
12.	27.09.2018 National Seminar on Organic Transformations & Catalysis	Prof. Partha Sarathi Mukherjee	IISC, Bangalore	Chemistry in molecular flasks
13.	27.09.2018 National Seminar on Organic Transformations & Catalysis	Prof. Bhalchandra M. Bhanage	ICT, Mumbai	Novel and sustainable catalytic protocols for the activation of CO, CO <sub>2</sub> and C-H bonds in synthetic chemistry
14.	27.09.2018 National Seminar on Organic	Dr. Basker Sundararaju	IIT, Kanpur	High-valent cobalt(III)-catalyzed C(sp <sup>3</sup> )-H bond





	<b>Transformations &amp; Catalysis</b>			functionalizations
15.	27.09.2018 <b>National Seminar on Organic Transformations &amp; Catalysis</b>	Prof. Alakesh Bisai	IISER, Bhopal	Total syntheses of architecturally intriguing pyrroloindoline alkaloids
16.	27.09.2018 <b>National Seminar on Organic Transformations &amp; Catalysis</b>	Prof. Parameswar K. Iyer	IIT, Guwahati	New class of aggregation-induced emission materials for sensors, optoelectronic devices and mechanochromism
17.	27.09.2018 <b>National Seminar on Organic Transformations &amp; Catalysis</b>	Dr. Surendra Singh	University of Delhi	Development of chiral catalysts for asymmetric organic reactions
18.	27.09.2018 <b>National Seminar on Organic Transformations &amp; Catalysis</b>	Dr. R. I. Kureshy (Superannuation)	CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Chiral catalysis: An important tool for the synthesis of pharmaceutically active molecules
19.	19.11.2018	Dr. Acharan S. Narula	Narula Research 107 Boulder Bluff, Chapel Hill, NC 27516	Inflammation, Immunity and Cancer: When the "Standard of Care" has been exhausted, what is next? Leads for Drug Development from traditional medicine and Natural Products
20.	03.12.2018	Dr. Mark D. Symes	Royal Society University Research Fellow and Lecturer, School of Chemistry, University of Glasgow, UK.	Towards Renewables-Driven Hydrogen Production: Insight into Electrocatalysis and new Devices



21.	13.12.2018	Prof. Ranil Wickramasinghe	Department of Chemical Engineering, University of Arkansas, USA	The magnetically responsive membrane for advanced separations
22.	26.12.2018	Prof. Sourav Pal	Director, Indian Institute of Science Education and Research (IISER), Kolkata; Former Director, CSIR-NCL, Pune;	Institutional Building
23.	28.12.2018	Dr. K.C. Gupta	Emeritus Scientists, CSIR-IGIB, New Delhi & Former Director, CSIR-IITR, Lucknow	Modified Natural Polysaccharides as Carriers for Biomolecules
24.	11.02.2019	Dr Saumil Vadodaria	School of Chemical Engineering, University of Birmingham, UK.	Colloidal Self-assembly of Polyelectrolytes and Surfactants Using Valve-jet Based 3D Printing
25.	28.03.2019	Prof. Vijaymohanan Pillai	Former Director, CSIR-CECRI, Karaikudi, Tamil Nadu and RC Member, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Periodic Table and the design of new Materials

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

Category	Group	Person on Roll as on 01-04-2018	Person on Roll as on 31-03-2019
<b>Regular Manpower</b>			
<b>Scientists</b>	Group IV	77	81
	Group III	33	29
	Group II	49	45
	Group I	09	09
	<b>Total Technical</b>	<b>168</b>	<b>164</b>
<b>Non-Technical</b>			









	Group A	02	03
	Group B	16	16
	Group C	24	22
	Group D	00	00
	<b>Total Non-Technical</b>	<b>42</b>	<b>41</b>
	<b>Total Regular Manpower (A)</b>	<b>210</b>	<b>205</b>
<b>Fellows/ Ad-hoc/ Project Staffs</b>			
	Scientist Fellow (QHS)	01	00
	DST INSPIRE Faculty	03	02
	Project Advisor	00	00
	Emeritus Scientist	02	03
	Woman Scientist	02	02
	CSIR-TWAS Fellow	01	01
	Senior Research Associate (CSIR Pool)	01	01
	CSIR Nchru PDF	00	02
	DST Young Scientist	01	00
	Research Associate (CSIR)	01	03
	Research Associate (Project)	02	04
	Senior Research Fellow (CSIR/UGC NET)	38	53
	Senior Research Fellow (DST/DBT/ BANRF)	08	06
	Senior Research Fellow (Project)	02	04
	Junior Research Fellow (CSIR/UGC NET)	16	14
	Junior Research Fellow (DST/DBT/ BANRF)	08	08
	Junior Research Fellow (Project)	22	12
	Project Associate	00	01
	Technical Assistant (Project)	01	01
	Project Assistant III, II, I	46	61









	Assistant Engineer	00	00
	Project Technician	03	02
	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	25	34
<b>Total Temporary Manpower (B)</b>		<b>184</b>	<b>215</b>
<b>Total Manpower (A+B)</b>		<b>394</b>	<b>420</b>

### 13. नियुक्तियां [Appointments]






SN		Name	Designation	Date of Joining CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Remarks
1.		Dr. B. Nisar Ahamed	Scientist	16-04-2018	
2.		Mr. Pardeep Kumar	Principal Scientist	11.06.2018	Joined on Transfer from CSIR-HRDC, Ghaziabad
3.		Dr. Govind Sethia	Sr. Scientist	08-08-2018	
4.		Dr. (Mrs.) Shilpi Kushwaha	Scientist	20-08-2018	
5.		Mr. Dinesh Kumar	Finance & Accounts Officer	22-10-2018	Joined on Transfer from CSIR-NBRI, Lucknow
6.		Dr. Dineshkumar R	Sr. Scientist	18-01-2019	









7.		Smt. Bhavnaben T Kanada	Multi-Tasking Staff	23-01-2019	
8.		Dr. (Ms) Joyee Mitra	Sr. Scientist	23-01-2019	
9.		Dr. Sukalyan Bhadra	Sr. Scientist	18-02-2019	
10.		Dr. Gopala Ram Bhadu	Scientist	21.12.2018	Previously worked as Group III in CSIR-CSMCRI. Appointed as Scientist w.e.f. 21.12.2018

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

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

SN		Name	Designation	Date of Retirement/ Relief	Remarks
1.		Dr. C. R. K. Reddy	Chief Scientist	04-04-2018	Voluntary Retirement
2.		Dr. Hariom Gupta	Scientist	28-03-2018	Transferred to CSIR-CIMAP, Lucknow.
3.		Mr. Dhananjay Kumar	ASO (F&A)	25-06-2018	Technical Resignation
4.		Mr. M. T. Shah	PTO	05-07-2018	Voluntary Retirement
5.		Mr. J. M. Parmar	Sr. Tech. (2)	31-08-2018	Superannuation



6.		Dr.(Mrs.) R. I. Kureshy	Chief Scientist	30-09-2018	Superannuation
7.		Dr. J. G. Bhatt	Sr. Scientist	30-09-2018	Superannuation
8.		Mr. V. Harikrishanan	SO (F&A)	01-02-2019	Transferred to CSIR-NIIST, Thiruvananthapuram
9.		Mr. A. M. Makwana	Sr. Tech. (2)	31-12-2018	Superannuation
10.		Mr. P. K. Harsora	Sr. Tech. (2)	01-01-2019	Voluntary Retirement
11.		Mrs. Dina V. Bhatt	Hindi Officer	31-01-2019	Superannuation
12.		Mr. M. N. Makwana	Sr. Tech. (2)	31-03-2019	Superannuation

### 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.	Dr. P. S. Aanand	Sr. Principal Scientist	Mar, 1948 – Apr, 2018
2.	Mr. Y. J. Shah	Tech Gr I (4)	Nov, 1941 – Apr, 2018
3.	Mr. P. Krishnan	COA	May, 1941 – May, 2018
4.	Mr. S. J. Somani	Water & Ward Assistant	Dec, 1932 – Jul, 2018
5.	Dr. M. V. Mehta	Scientist A	Oct, 1928 – Aug, 2018
6.	Dr. P. C. Thomas	Scientist	Nov, 1935 – Sept, 2018
7.	Mr. R. P. Gohil	Head Arm Guard	Apr, 1935 – Sept, 2018
8.	Mr. N. K. Vaghani	Tech	Feb, 1948 – Oct, 2018
9.	Mr. V. J. Shah	GR(IV) Tech	Dec, 1943 – Dec, 2018
10.	Mr. Madhubha M. Waghela	Tech	Jul, 1936 – Dec, 2018
11.	Mr. D. P. Suru	TO	Sept, 1938 – Jan, 2019
12.	Dr. R. I. Kureshy	Chief Scientist	Oct, 1958 – Jan, 2019
13.	Dr. J. M. Joshi	Scientist	Feb, 1932 – Mar, 2019





## 16. अंतरसंस्था संबंध [Interagency Linkages]

SN	Project No.	Project Title	Funding Agency	Name of PI	Amount received in 2018-19 (₹)
<b>Grant-in-Aid Projects</b>					
1.	GAP-1068	Establishment of model salt farm (MSF) in Marakanam salt factory in Tamilnadu	The Asst. Salt Commissioner, Jaipur	Dr. Arvind Kumar	1,06,357/-
2.	GAP-2001	Study of NAC family of transcription factors from halophyte <i>Aeluropus logopoids</i> for multiple stress tolerance in plants.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr. Pradeep Agarwal	1,11,926/-
3.	GAP-2007	INSPIRE Faculty award	Department of Science & Technology, New Delhi	Dr. Joyee Mitra	21,56,127/-
4.	GAP-2012	Isolation, characterization and diversity of marine biofilm forming bacteria from Gujarat.	Ministry of Earth Sciences, New Delhi	Dr. D R Chaudhary	2,00,000/-
5.	GAP-2015	Macroalgal biorefinery for CO <sub>2</sub> sequestration and production of biofuel and value added compounds.	Department of Scientific & Industrial Research, New Delhi	Dr. M Ganesan, MARS-Mandapam	25,00,000/-
6.	GAP-2017	High temperature solar gasification of biomass for efficient energy recovery along with co-production of potassic fertilizer (SOLGAS-B2BF).	Indo-US Science and Technology, New Delhi	Dr. Subarna Maiti	3,50,000/-
7.	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.	Science & Engineering Research, New Delhi	Dr. Asish K Parida	49,067/-



8.	GAP-2019	In vivo functional characterization of WRKY transcription factor and its promoter from <i>Jatropha curcas</i> for enhanced biotic stress tolerance.	Department of Science & Technology, New Delhi	Dr. Parinita Agarwal	1,51,713/-
9.	GAP-2024	Copolymer-based novel hydrophobic/hydrophilic/amphiphilic membranes and their applications.	Science & Engineering Research, New Delhi	Dr. Suresh Kumar Jewrajka	1,00,000/-
10.	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].	Science & Engineering Research, New Delhi	Dr Shruti Chatterjee	6,50,000/-
11.	GAP-2027	POMACEA-Affordable technology for mitigation of membrane (bio) fouling through optimization of pre-treatment and cleaning methods.	Department of Biotechnology, New Delhi	Dr Paramita Ray	8,85,310/-
12.	GAP-2029	Amphiphilic copolymer-based membranes for pervaporation and electro dialysis Applications.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Uma Chatterjee	6,00,000/-
13.	GAP-2030	Supported cation exchange and anion exchange membrane by phase inversion process for electrodialysis applications.	Department of Science & Technology, New Delhi	Dr Uma Chatterjee	5,00,000/-
14.	GAP-2031	Seasonal dynamics of enter pathogenic bacteria in Gulf of Khambhat: its impact on health of coastal population.	Ministry of Earth Sciences, New Delhi	Dr S Haldar	3,50,000/-



15.	GAP-2032	Exploration of aqueous metal ammonium carbonate complex Solution as unique precursor for the synthesis of Nanostructured materials.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr. Asit Baran Panda	3,00,000/-
16.	GAP-2035	INSPIRE faculty award in favour to Dr. Sukalyan Bhadra.	Department of Science Technology (DST) New Delhi	Dr. Sukalyan Bhadra	15,29,040/-
17.	GAP-2036	Design and synthesis of functionalized metal-organic frameworks for selective gas adsorption and heterogeneous catalysis	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Subhadip Neogi	6,00,000/-
18.	GAP-2037	International Consortium for renewable and advanced fuel technologies (i-CRAFT-INDO-US Sciences and Technology Forum Fulbright House New Delhi).	CSIR- Indian Institute of Petroleum, Dehradun	Dr Mangal Singh Rathod	8,25,000/-
19.	GAP-2038	Value creation from solid waste: Discarded Reverse Osmosis membrane elements.	Department of Science & Technology, New Delhi	Dr. Hiren Raval	25,01,294/-
20.	GAP-2040	Nanocarriers for targeted drug delivery and controlled release under NPDP (EC Chemicals Sciences).	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Sumit K Pramanik / Dr Amitava Das	2,20,000/-
21.	GAP-2041	Development of electro-deionization unit for continuous production demineralized water (resistivity 1-10 Mohm/cm) with zero discharge without any resin regeneration.	Department of Science & Technology, New Delhi	Dr V K Shahi	10,83,488/-





22.	GAP-2043	DST-Ramanujan fellowship Award to Dr Santanu Karan.	Science & Engineering Research Board New Delhi	Dr. Santanu Karan	19,00,000/-
23.	GAP-2044	Copper-Catalysed denitrogenation of 1,2,3-triazoles and phridotriazoles for the synthesis of fused N-heterocycles.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Adimurthy S	12,00,000/-
24.	GAP-2046	Designed Synthesis of fluorogenic task-specific ionic liquids for transition and heavy metal ion sensing and removal/extraction.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Alok Ranjan Paital	8,00,000/-
25.	GAP-2047	New high temperature nanostructured ion conducting membranes (ICMs) for sustainable energy conversation and electro-membrane applications.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr. Vaibhav Kulshreshta	6,25,000/-
26.	GAP-2049	Genetic engineering of groundnut using a novel salt and drought responsive <sup>4</sup> gene for enhanced abiotic stress tolerance.	Science & Engineering Research, New Delhi	Dr Avinash Mishra	4,00,000/-
27.	GAP-2050	Antitubercular metabolites from endophytic microbes of <i>Salicrnia brachiata</i> .	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Pramod Shinde	10,00,000/-
28.	GAP-2051	Development of label-free optical biosensor based on nanostructured porous silicon for cancer detection.	Science & Engineering Research, New Delhi	Dr Maniya Nalil Hiraji (Fellow) / Dr Divesh N Srivastava (Mentor)	9,10,000/-
29.	GAP-2052	Molecular recognition: Receptors for biomarkers & probing bio-chemical.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Amitava Das	15,00,000/-
30.	GAP-2053	SERB-National Post-Doctoral Fellowship to Dr Jijo Johnson.	Science & Engineering	Dr Jijo Johnson (Fellow) / Dr	7,00,000/-



			Research Board, New Delhi	Joyce Mitra (Mentor)	
31.	GAP-2054	Directing-Group-Assisted C (sp <sup>3</sup> )-H Activation	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Shubhash Chandra Ghosh	6,00,000/-
32.	GAP-2055	SERB-National Post-Doctoral Fellowship to Dr Tufan Singh Mahapatra.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Tufan Singh Mahapatra (Fellow) / Dr Amitava Das	8,20,000/-
33.	GAP-2056	Development, testing & installation of innovative water desalination.	Ministry of Water Resources, New Delhi	Mr Sanjay Patil	19,05,300/-
34.	GAP-2057	Studies on macrolide antibiotics: Application of genetic approaches for drug discovery.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr. Pramod Shinde	6,00,000/-
35.	GAP-2058	In Silico studies on Peptide Nucleic acids towards their stabilities with metal ions, Nano clusters/modified backbones and exploiting the PNA for bio-sensing of DNA, RNA with metals/hydrocarbon surfaces.	Department of Biotechnology, New Delhi	Dr. Bishwajit Ganguly	2,41,000/-
36.	GAP-2059	Diversity, stress status & adaptive potential of Indian corals under climate change scenario.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Gaurav Gokul Shimpi (Fellow) / Dr S Haldar (Mentor)	9,10,000/-
37.	GAP-2063	Multifunctional catalysts based on silica and carbon for enhanced applications.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Ankush Biradar	8,00,000/-
38.	GAP-2065	Ionic liquids and deep eutectic solvents based colloidal formulations: Applications towards light harvesting and gas adsorption/storage materials.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Arvind Kumar	6,00,000/-



39.	GAP-2070	Farming of red seaweed <i>Gracilaria dura</i> on Gujarat coast for promoting inclusive economic growth in coastal rural settings.	National Fisheries Development Board (NFDB), Hyderabad	Dr Monica G Kavale	1,00,76,000/-
40.	GAP-2076	Pre-feasibility study to evaluate the suitability of West Godavari District coastal waters for farming of seaweeds.	The Joint Director of Fisheries, Andhra Pradesh	Dr.K. Eswaran, DB&P, MARS-Mandapam	4,63,750/-
41.	GAP-2077	Self-assembled actively targeting organic-inorganic protein-DNA hybrid nanocluster for theranostic applications.	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr Rina Kumari (Fellow) / Dr Amitava Das	7,80,000/-
42.	GAP-2080	Development of improved tissue culture protocol for elite genotype of Castor.	Gujarat State Biotechnology Mission (DST, Govt. of Gujarat) Gandhinagar)	Dr Mangal Singh Rathod	5,34,264/-
43.	GAP-2083	Studies on the current seaweed diversity and their ecology in islands of Gulf of Mannar Biosphere Reserve	Gulf of Mannar Biosphere Research Trust (GoMBRT) Ramanathapuram (Tamil Nadu)	Dr. V. Veeraguru-nathan	3,50,000/-
44.	GAP-2085	Mass cultivation of spores: An approach to vigorous seed development for commercial farming of <i>Gracillaria dura</i>	National Fisheries Development Board, Hyderabad	Dr. M.Ganesan	46,34,000/-
45.	GAP-2086	Small angle neutron scattering studies on micellization of surface active bio based ionic liquids and deep eutectic solvents.	UGC-DAE CSR, BARC, Mumbai	Dr. Kamlesh Prasad	45,000/-
46.	GAP-2087	Synthesis and characterization of nanostructured proton exchange membranes (PEMs) for fuel cell applications	UGC-DAE Consortium for Scientific Research University Campus	Dr. Vaibhav Kulshrestha	3,48,340/-





47.	GAP-2089	Development of low cost device for measurement of cysteine in human blood plasma.	TDP-DST, New Delhi	Dr. Shobhit S. Chauhan	29,70,000/-
48.	GAP-2090	Impart training on seaweed cultivation and dissemination of farming along the Tamil Nadu coast, India	National Fisheries Development Board Dept. of Animal Husbandry	Dr. K. Eswaran	15,50,000/-
49.	GAP-2091	Molecular and functional characterization of AIRab7 and its interacting target protein from a salt secreting halophyte <i>Aeluropus lagopoides</i> for modulating stress signalling (WOS-A Project)	DST, New Delhi	Dr Parinita Agarwal	11,10,000/-
50.	GAP-2092	To examine the folding and unfolding of rib switch with the binding of ligands by the aptamer domain for the discovery of antibacterial drug candidates: In silico and experimental	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr. B. Ganguly	20,29,620/-
51.	GAP-2093	New Ion-conducting hybrid membranes for electro membrane processes and energy applications [Indo-Russian joint project]	DST, New Delhi	Dr. Vaibhav Kulshrestha	14,75,000/-
52.	GAP-2095	Identification of elite germ plasma and development of molecular markers in <i>Gracilaria dura</i>	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr. Santlal Jaiswar	17,45,000/-
53.	GAP-2096	Discovery of bioactive therapeutics from microorganisms associated with untapped marine bio-resources	Science & Engineering Research Board, New Delhi	Dr. Yedukondalu Nalli	9,60,000/-



<b>Consultancy Projects</b>					
1.	CNP-1109	EIA studies and selection of marine outfall for treated disposal for the proposed CETP at Bhimavaram, WG District, AP.	CSIR-NEERI Zonal Laboratory, IICT Campus	Dr. S. Haldar	8,60,000/-
2.	CNP-1110	Environment monitoring at Alang & Sosia ship recycling yard, Alang	The Gujarat Maritime Board, Gandhinagar	Dr. S. Haldar	19,08,000/-
3.	CNP-1423	Marine environment evaluation of Chhara port Diu Gujarat for ecological studies at the proposed LPG and POL import-export plant for West Coast Terminal Pvt. Ltd.	M/s Kadam Enviromental Consultants, Vadodara	Dr. S. Haldar	5,31,000/-
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.	M/s Tata Chemical Ltd Mithapur, Dwarka	Dr. S. Haldar	2,97,000/-
<b>Sponsored Projects</b>					
1.	SSP-1437	Pre – feasibility study to evaluate the suitability of Veppalodai coast (Tuticorin) for farming of seaweeds.	Sahayamatha Saltern (p) Ltd., Tuticorin	Dr K Eswaran	2,49,893/-
2.	SSP-1438	Pilot scale proof-of-concept demonstration to separate sodium chloride and sodium sulfate from solid waste generated through evaporation of RO reject of tanneries' effluent, meeting the purity requirements of the users industries	AISHTMA "Leather Centre", Tamil Nadu	Dr Arvind Kumar	8,10,000/-



3.	SSP-1439	Exploratory work for recovery of value added chemicals from bittern.	Shree Chamunda Chemicals, Bhavnagar	Dr Arvind Kumar	50,220/-
4.	SSP-1440	Farming of Seaweeds in Andhra Pradesh: Pre-feasibility studies and hands on seaweed cultivation	Andhra Pradesh State Skill Development Corporation (APSSDC)	Dr. V. Veeraguru-nathan	1,39,027/-
5.	SSP-1441	Laboratory scale study on preparation of activated carbon from H-acid waste, with focus on process optimisation & economic analysis.	M/s. Ambuja Intermediates Private Limited.	Dr. Subarna Maiti	8,00,000/-
<b>Collaborative Projects</b>					
1.	CLP 1206	Hydroformylation of olefins	BPCL Noida	Dr. Ankush V. Biradar	35,54,545/-

## 17. बजट सारांश [Budget Summary]

	(₹ in Lakhs)
<b>CSIR Allocation</b>	
<b>A. Revenue (National Labs.)</b>	
Total Salaries	2508.915
Budget (Including P04/P05/P06/P-70-Staff Qtr.)	508.730
P-07 Chemicals/Consumable & Other Research	447.000
<b>(A) Total Revenue Budget</b>	<b>3464.645</b>
<b>B. Capital (National Labs.)</b>	
Budget (Including W & S/ Staff Qtrs. Capital)	120.000
P-50 Land Cost	0
P-50 (App. & Equipment/Computer Equipment/Office Equipment)	173.500
P-50 (Furniture & Fittings/ Workshop Machinery)	25.000
P-50 (Library Books/Library Journals)	188.039
P-50 Vehicles	4.750
P-26 (ICT) (Infrastructure/ Facilities)	0.000
<b>(B) Total Capital</b>	<b>511.289</b>
<b>Total Rev. + Cap. (A+B)</b>	<b>3975.934</b>
<b>C. Total Networking &amp; RSP Projects</b>	<b>329.028</b>
<b>Total National Lab. (A+B+C)</b>	<b>4304.962</b>
P-61 NMITLI	6.000
<b>Revenue other than CSIR Allocation</b>	
Sponsored R &D	19.115





Collaborative/Cooperative R &D	22.000
Grant-in-Aid R &D	611.178
R &D Consultancy	18.550
SMM/TSP	75.606
<b>SUB TOTAL (ECF)</b>	<b>746.449</b>
Analytical/Tech Services	43.930
Knowhow Transfer/ Royalty	36.460
Sale of Lab Products	9.001
Conference/Seminar/Workshop	42.829
<b>SUB TOTAL (Credited to CSIR/ Lab Reserve)</b>	<b>132.220</b>
Amount collected as service tax (Repaid to Government)	39.562
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>918.231</b>
<b>Laboratory Reserve</b>	
Opening Cash Balance	535.370
Receipt during the year	262.273
Investment encashment on maturity	475.000
<b>Total Receipt (A)</b>	<b>1272.643</b>
Expenditure during the year	34.675
Reinvestment	500.000
<b>Total Expenditure (B)</b>	<b>534.675</b>
<b>*Closing Cash Balance (A-B)</b>	<b>737.968</b>

## 18. अनुसंधान परिषद [Research Council]

SN	Name and Affiliation	
1.	Prof. Jayesh Bellare, IIT, Mumbai	Chairperson
2.	Dr. R. V. Jasra, Reliance Industries Ltd., Vadodara	Member
3.	Dr. Parthasarathi Dastidar, IACS, Kolkata	Member
4.	Mr. P. N. Rao, GHCL Ltd., Ahmedabad	Member
5.	Dr. Anil Kumar Kruthiventi, TCIC, Pune	Member
6.	Dr. Anil Kumar, CSIR-NCL, Pune	Member
7.	Dr. Rajeev Kandpal, Salt Commissioner, Jaipur	Member
8.	Dr. Vipin C Kalia, CSIR-IGIB, Delhi	Member
9.	Prof. Alok Bhattacharya, JNU, Delhi	Member
10.	Dr. B. Chandrasekaran, CSIR-CLRI, Chennai	Member
11.	Dr. Anjan Ray, CSIR-IIP, Dehradun	Member, DG Nominee
12.	Dr. Vijaymohanan K Pillai, CSIR-CECRI, Karaikudi	Member
13.	Dr Amitava Das, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Member
14.	Dr (Mrs.) Paramita Ray, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Secretary, RC
15.	Dr Kannan Srinivasan, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Secretary, RC



## 19. प्रबंधन परिषद [Management Council]

SN	Name and Affiliation		Remark
1.	Director, CSIR- CSMCRI, Bhavnagar.	Chairperson	
2.	Dr.NH Khan, Senior Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	
3.	Dr. Arvind Kumar, Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	
4.	Dr. Soumya Halder, Senior Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	
5.	Mr. Shibaji Ghosh, Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	
6.	Mr. A. A. Patel, Principal Technical Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	
7.	Dr. Rakesh Kumar, Director, CSIR- NEERI, Nagpur .	Member	
8.	Dr. Paramita Ray, Senior Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	Up to 05-06-2018
	Dr. Kannan Srinivasan, Senior Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.		From 05-06-2018
9.	Controller of Finance & Accounts/ Finance & Accounts Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	
10.	Controller of Administration/ Administrative Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member	

## 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. Tadvi, Sr. Technician (1)	Member
6.	Mrs. Sarla M Solanki, Technician (1)	Member
7.	COA/AO	Member-Secretary



From 26-09-2018		
1.	Liaison Officer for SCs/STs	Ex officio Chairperson
2.	Dr. R. B. Thorat, Principal Scientist	Member
3.	Dr. V. P. Boricha, Senior Technical Officer (2)	Member
4.	Mr. B. A. Sharma, Senior Technician (2)	Member
5.	Mrs. Sarla M. Solanki, Technician (2)	Member
6.	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
From 11-06-2018		
1.	Dr. (Mrs.) Paramita Ray, Senior Principal Scientist	Chairperson
2.	Dr. D. N. Srivastava, Principal Scientist	Member
3.	Mr. R. J. Sanghavi, Senior Technical Officer (2)	Member
4.	Mr. Bharat B. Parmar, Senior Technician (2)	Member
5.	Mr. T. Rambabu, Section Officer (G)	Member
6.	Dr. (Mrs.) Beena Tyagi, Principal Scientist	Member
7.	Dr. R. J. Tayade, Senior Technical Officer (2)	Member
8.	Mr. Brindesh B. Modi, Technician (2)	Member
9.	Mr. K. N. Rana, Junior Security Guard	Member
10.	Mr. Satish Chandra, Stores & Purchase Officer	Member
11.	Administrative Officer	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	Up to 05-11-2018
	Mrs. Umaben Trivedi, Secretary, RD Gardi Stree Kelavani Mandal & Trustee, Bhavnagar Grahak Suraksha Mandal		From 05-11-2018
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	Up to 10-10-2018
	Dr. (Mrs.) Saroj Sharma, Scientist		From 10-10-2018
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, Senior Principal Scientist	Member
4.	Dr. Divesh N. Srivastava, Principal Scientist	Member
5.	Dr. Ankkur Goel, Principal Scientist	Member
6.	Mr. Rajesh Patidar, Scientist	Member
7.	Mr. Sandip Vaniya, Scientist	Member
8.	Administrative Officer	Member
9.	Store and Purchase Officer	Member
10.	Finance and Accounts Officer	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 2018				
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)	47	5 (10.63%)	5 (10.63%)	9 (19.14%)
Technical Gr III (Pay band 2, 3 & 4)	33	8 (24.24%)	3 (9.09%)	6 (18.18%)
Technical Gr II (Pay band 1 & 2)	49	6 (12.24%)	5 (10.20%)	7 (14.28%)
Technical Gr I (Pay band 1)	09	3 (33.33%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
<b>Administration</b>				
Group-A (Pay band 3 & 4)	3	0 (0.0%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)
Group-B (Pay band 2)	18	0 (0.0%)	3 (16.66%)	3 (16.66%)
Group-C (Pay band 1)	21	2 (9.52%)	1 (4.76%)	4 (19.04%)
Safaiwala (Pay band 1)	3	3 (100%)	0 (0.0%)	0 (0.0%)

As on 01 January 2019				
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)	56	07 (12.50%)	05 (8.92%)	12 (21.42%)
Technical Gr III (Pay band 2, 3 & 4)	28	07 (25.00%)	03 (10.71%)	05 (17.85%)
Technical Gr II (Pay band 1 & 2)	44	07 (15.90%)	05 (11.36%)	07 (15.90%)
Technical Gr I (Pay band 1)	09	03 (33.33%)	00 (0.0%)	00 (0.0%)
<b>Administration</b>				
Group-A	03	00	00	00



(Pay band 3 & 4)		(0.0%)	(0.0%)	(0.0%)
Group-B (Pay band 2)	16	01 (6.25%)	04 (25.00%)	04 (25.00%)
Group-C (Pay band 1)	19	02 (10.52%)	01 (5.26%)	03 (15.78%)
Safaiwala (Pay band 1)	03	03 (100%)	00 (0.0%)	00 (0.0%)

## 22. आरटीआई अनुपालन [RTI Compliance]

Period	Opening Balance	Receipts Under 6(3)	Received in the quarter	Disposal	Closing Balance
Apr – Jun	2	14	8	19	5
Jul – Sept	5	19	17	32	9
Oct – Dec	9	13	11	22	11
Jan – Mar	11	16	22	27	22

## 23. ज्ञान संसाधन [Knowledge Resources]

SN	Particulars	Available as on 01 April 2018	Addition	Total Collection as on 31 March 2019
<b>संग्रह/ Collections</b>				
1.	Books (English)	12317	31	12348
	Books (Hindi)	637	55	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>	48433	86	48519
<b>पत्रिकाओं / डेटाबेस / ई-पत्रिकाओं की सदस्यता Journals/ Database/ E-Journals Subscriptions</b>				
SN.		<b>2018-19</b>		
1.	International Journals	57		
2.	National Journals	12		





3.	Bibliographic Databases	<p style="text-align: right;">04</p> <p>I. Sci-Finder, II. A.S.T.M.D.L., II. Derwent Innovation, V. Web of Science</p>
----	-------------------------	--

## 24. राजभाषा प्रसार [Official Language Dissemination]

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 2018-2019 के दौरान हिन्दी विभाग द्वारा निम्नलिखित कार्य संपन्न किए गए।

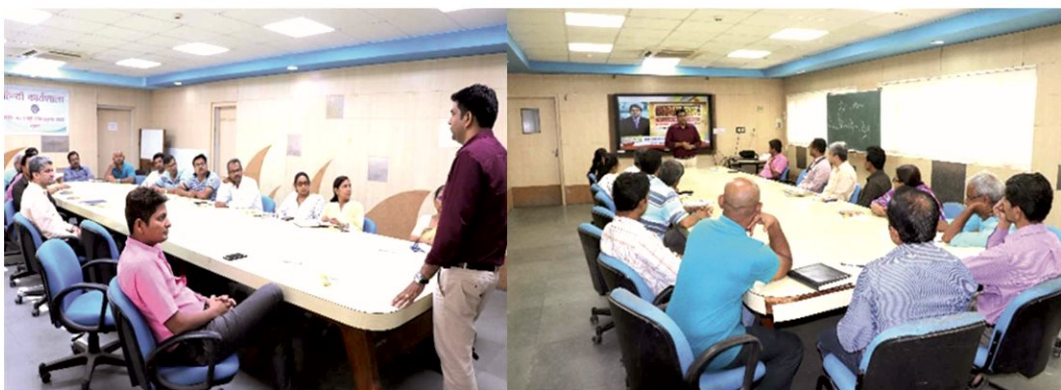
### राजभाषा प्रचार-प्रसार

- हिन्दी कार्यान्वयन के बारे में गृहमंत्रालय राजभाषा विभाग द्वारा वर्ष 2018-2019 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 दिनांक 10/09/2018 से 17/09/2018 के दौरान हिन्दी सप्ताह सउल्लास मनाया गया। हिन्दी सप्ताह के दौरान विभिन्न प्रतियोगिताओं जैसे यादगार प्रसंग कथन, कविता पाठ तस्वीर क्या बोलती है?, शब्दावली तथा सामूहिक प्रश्नोत्तरी का आयोजन किया गया। प्रतिदिन इंटरनेट द्वारा ऑनलाइन प्रश्नोत्तरी का भी आयोजन किया गया, जिसमें कर्मचारियों ने उत्साहपूर्वक भाग लिया।
- 17 सितंबर, हिन्दी सप्ताह समापन समारोह में विशिष्ट अतिथि के रूप में प्रो. (डॉ.) हेमंत मेहता, डीन, राजकीय मेडिकल कॉलेज, भावनगर और मुख्य अतिथि के तौर पर श्रीमती रूपा श्रीनिवासन, मण्डल रेल प्रबन्धक, भावनगर को आमंत्रित किया गया था। इस समारोह में हिन्दी सप्ताह के दौरान आयोजित प्रतियोगिताओं के विजेताओं को पुरस्कृत किया गया।
- प्रतिदिन संस्थान के सभी कर्मचारियों को इंटरनेट द्वारा द्विभाषी (हिन्दी-अंग्रेजी) 'आज का सुविचार एवं शब्द' भेजा गया।

### हिन्दी प्रशिक्षण

- 31 मार्च, 2019 तक का कर्मचारियों की हिन्दी ज्ञान संबंधी रोस्टर अद्यतन किया गया।
- गृहमंत्रालय के आदेशानुसार प्रवीणता प्राप्त कर्मचारियों/अधिकारियों को हिन्दी में कार्य करने हेतु वैयक्तिक आदेश जारी किये गये।

- केन्द्रीय हिन्दी प्रशिक्षण संस्थान, गृहमंत्रालय, भारत सरकार से प्राप्त हिन्दी शब्द संसाधन(हिन्दी टाइपिंग) पत्राचार द्वारा प्रशिक्षण कार्यक्रम (56 वां सत्र -1 अगस्त 2018 से जनवरी 2019) संबंधित जानकारी संस्थान के सभी कर्मचारियों को ऑनलाइन ई-मेल द्वारा दिनांक 25/05/2018 को प्रेषित की गई।
- संस्थान में राजभाषा हिन्दी के कार्यान्वयन को बढ़ावा देने तथा हिन्दी विभाग द्वारा पिछली तिमाही में वैज्ञानिकों/तकनीकी अधिकारियों को कम्प्यूटर पर हिन्दी में कार्य करने हेतु प्रेरित करने तथा मार्गदर्शन देने के लिए वर्गीकृत बैच में प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन दिनांक 28/05/2018 से 01/06/2018 के दौरान किया गया। इसमें किसी कारणवश अनुपस्थित वैज्ञानिकों तथा तकनीकी अधिकारियों के लिए दिनांक 03/07/2018 को पुनः एक प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन किया गया।



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

### हिन्दी कार्यशालायें

- 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 10/09/2018 से 14/09/2018 तक हिन्दी सप्ताह संबन्धित विविध प्रतियोगिताओं के आयोजन से पूर्व हिन्दी भाषा में वर्तनी, लिंग निर्धारण, उच्चारण तथा वाक्य प्रयोग पर मार्गदर्शन दिया गया। वर्तमान परिपेक्ष्य में प्रशासनिक कार्यों में इसकी आवश्यकता, भाषा महत्व, देवनागरी लिपि, ध्वन्यामकता, वैज्ञानिकता, हिन्दी में टिप्पणी की विशेषता, हिन्दी के बारे में भ्रमक मान्यताओं तथा उनका खंडन आदि के बारे में विस्तृत जानकारी दी गई।
- दिनांक 11/12/2018 को नमक व समुद्री रसायन विभाग के कर्मचारियों के लिए “राजभाषा नीति का सफल कार्यान्वयन” विषय पर एक टेबल वर्कशॉप का आयोजन किया गया।
- दिनांक 25/01/2019 को राजभाषा कार्यान्वयन के सुचारु, सहज रूप से निर्वाह के प्रयास के अंतर्गत, राजभाषा की तिमाही प्रगति रिपोर्ट भरने के बारे में संस्थान के विभिन्न विभागों के विभागाध्यक्षों को विस्तृत मार्गदर्शन देने के लिए एक कार्यशाला का आयोजन किया गया।



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

### तकनीकी एवं प्रशासनिक अनुवाद

- 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।
- निदेशक सचिवालय के पत्रव्यवहार संबंधी पते की सूची को हिन्दी में तैयार किया गया तथा विभिन्न कार्यक्रमों में आमंत्रण पत्र हिन्दी में भेजने के लिये “बीडीआईएम” विभाग से प्राप्त पते हिन्दी में तैयार किये गये।
- दिनांक 25 सितंबर, 2018 को विज्ञान गुर्जरी (गुजरात प्रांत) के सहयोग से संस्थान में आयोजित भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव 2018 हेतु प्रस्तावना कार्यक्रम में हिन्दी प्रेस नोट, आमंत्रण कार्ड तथा बैनरों का द्विभाषीकरण का कार्य किया गया।
- संस्थान में आयोजित अन्य वैज्ञानिक राष्ट्रीय सेमिनारों/संगोष्ठियों में बैनर, आमंत्रण पत्र, प्रेस नोट, आदि हिन्दी में तैयार किये गये। दिनांक 26 सितंबर, 2018 को वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद (सीएसआईआर) के 76वें स्थापना दिवस समारोह के आयोजन हेतु हिन्दी प्रेस नोट, आमंत्रण कार्ड तथा बैनरों का द्विभाषीकरण का कार्य किया गया।
- जैवप्रौद्योगिकी और शैवाल विज्ञान विभाग का ग्रेसीलेरिया डयूरा की कृषि संबंधित पंपलेट हिन्दी अनुवाद एवं टंकण किया गया।

### 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 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 की अध्यक्षता में संपन्न की गईं तथा दो बार नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर द्वारा आयोजित अर्धवार्षिक बैठकों में संस्थान का प्रतिनिधित्व किया गया।

### निरीक्षण

- वर्ष 2018-2019 के दौरान संस्थान की राजभाषा कार्यान्वयन समिति द्वारा प्रतिमास संस्थान के 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।
- 2018-2019 में हिन्दी कार्यान्वयन में वृद्धि हेतु विशेष प्रयास करने के लिए डॉ. (श्रीमती) परमिता रे, विभागाध्यक्ष - मेम्ब्रेन विज्ञान एवं पृथक्करण, डॉ. प्रदीप के. अग्रवाल- विभागाध्यक्ष - जैवप्रौद्योगिकी और शैवाल विज्ञान विभाग, डॉ. कमलेश प्रसाद- विभागाध्यक्ष - प्राकृतिक उत्पाद एवं हरित रसायन विभाग, श्री एम. पी. मकवाना- विभागाध्यक्ष - सिविल इंजीनियरिंग अनुभाग, श्री के. जगन्नाथ राव- पहरा व निगरानी तथा सुरक्षा विभाग, डॉ. वैभव मंत्री- जैवप्रौद्योगिकी और शैवाल विज्ञान विभाग को सम्मानित किया गया।

### हिन्दी में विज्ञान का प्रचार-प्रसार

- संस्थान द्वारा नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, संयोजक: मंडल रेल प्रबंधक, प.रे., भावनगर परा द्वारा वार्षिक राजभाषा पत्रिका 'नगरज्योति' के प्रकाशन हेतु हिन्दी में मौलिक लेख, कहानी आदि भेजे गए।
- 'पेयजल के लिए बैकटीरिया प्रदूषण किट' वैज्ञानिक लेख नेशनल रिसर्च डेवेलपमेंट कारपोरेशन, नई दिल्ली की विज्ञान पत्रिका 'अविष्कार', दिसंबर, 2018 के अंक में प्रकाशित।
- सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई भावनगर में राजभाषा कार्यान्वयन' नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर की वार्षिक पत्रिका-नगरज्योति में मार्च 2018 में प्रकाशित।



- सीएसएमसीआरआई, भावनगर को राष्ट्रीय अवार्ड-24 मई, 2018, हिन्दी दैनिक गुजरात वैभव को प्रेषित।
- सीएसएमसीआरआई, भावनगर में हिन्दी कार्यशाला का आयोजन हिन्दी दैनिक गुजरात वैभव में 7 जून 2018 को प्रकाशित।
- सीएसएमसीआरआई, भावनगर को राजभाषा शील्ड हिन्दी दैनिक गुजरात वैभव में 28 जून, 2018 को प्रकाशित।
- 'सीएसएमसीआरआई में एक सप्ताह तक चलेंगे विविध हिन्दी कार्यक्रम' हिन्दी दैनिक गुजरात वैभव में 12 सितंबर, 2018 को प्रकाशित।
- 'समुद्रतटीय ग्रामीण क्षेत्रों के आर्थिक विकास के लिए सैलिकोर्निया की खेती' वैज्ञानिक लेख राष्ट्रीय पत्रिका 'विज्ञान' में प्रकाशन हेतु 26 मार्च, 2019 को प्रेषित।
- 'टाइप (2) मधुमेह संसूचन के लिए नया बायोसेंसर' वैज्ञानिक लेख नेशनल रिसर्च डेवलपमेंट कारपोरेशन, नई दिल्ली की विज्ञान पत्रिका 'अविष्कार' में प्रकाशन हेतु 29 मार्च, 2019 को प्रेषित।

#### राजभाषा विभाग को सम्मान:

नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर की दिनांक 20/06/2018 को सम्पन्न बैठक में सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई को राजभाषा के उत्कृष्ट कार्यान्वयन हेतु प्रथम राजभाषा शील्ड, मंडल रेल प्रबंधक व अध्यक्ष, नराकास, भावनगर द्वारा प्रदान किया गया।



**25. सम्मेलन/ कार्यशालाएं/ कार्यक्रम/ बैठकों का आयोजन**  
**[Seminars/ Workshops/ Events/ Meetings Organized]**

सीएसएमसीआरआई स्थापना दिवस/ CSMCRI Foundation Day

10 अप्रैल/ April 2018



औद्योगिक अपशिष्ट पर राष्ट्रीय सम्मेलन: प्रौद्योगिकी और नीति संचालक  
National conference on Industrial Waste: Technology & Policy Drivers

26-27 अप्रैल/ April 2018







## अन्तराष्ट्रीय योग दिवस/ International Yoga Day

21 जून/ June 2018



## स्वाधीनता दिवस/ Independence Day

15 अगस्त/ August 2018





स्वतंत्रता दिवस पर बच्चों के लिए खेल आयोजन/  
Sports Events for children on Independence Day

15 अगस्त/ August 2018



हिन्दी दिवस/ Hindi Day

14 सितम्बर/ September 2018







भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव / India International Science Festival  
25 सितम्बर/ September 2018



सीएसआईआर स्थापना दिवस/ CSIR Foundation Day  
26 सितम्बर/ September 2018







कार्बनिक रूपांतरण और कैटलिसिस पर राष्ट्रीय संगोष्ठी  
National Seminar on Organic Transformation and Catalysis  
27 सितम्बर/ September 2018



सामग्री और उपकरणों में विद्युतरसायन पर राष्ट्रीय संगोष्ठी  
National Symposium on Electrochemistry in Materials and Devices  
28-29 सितम्बर/ September 2018





सतर्कता जागरूकता सप्ताह के दौरान सत्यनिष्ठा की प्रतिज्ञा/  
Integrity Pledge during Vigilance Awareness Week  
29 अक्तूबर/ October-03 नवम्बर/ November 2018



इंडिया इंटरनेशनल सीवीड एक्सपो और समिट-2019/  
India International Seaweed Expo and Summit-2019  
22-24 जनवरी/ January 2019





## गणतंत्र दिवस/ Republic Day

26 जनवरी/ January 2019



## मेम्ब्रेन एंव उर्जा पर इंडो - जर्मन कार्यशाला

Indo – German Workshop on Membrane & Energy

18-20 फरवरी/ February 2019













**ISSN 0577-0912/2018-19**

सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान  
भावनगर  
CSIR-Central Salt & Marine Chemicals Research Institute  
Bhavnagar