



वार्षिक प्रतिवेदन 2019-20



ANNUAL REPORT 2019-20

# वार्षिक प्रतिवेदन ANNUAL REPORT 2019-20

सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान  
भावनगर - 364 002, गुजरात, भारत  
CSIR-Central Salt & Marine Chemicals Research Institute  
Bhavnagar - 364 002, Gujarat, India









वार्षिक प्रतिवेदन



2019-20

ANNUAL REPORT

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







## ગાંધીજીની ૧૫૦મી જન્મજયંતિ અંતર્ગત મહાપાલિકાના સ્વચ્છતા સર્વેક્ષણમાં નીલમબાગ SBI પ્રથમ, નીલમબાગ LIC દ્વિતીય, CSMCRI ત્રીજા સ્થાને

શાળાઓમાં પ્રથમ ક્રમે જલારામ શાળા, કાર્થસ્ટ સ્કૂલ, દ્વિતીય ક્રમે વીરાણી સ્કૂલ

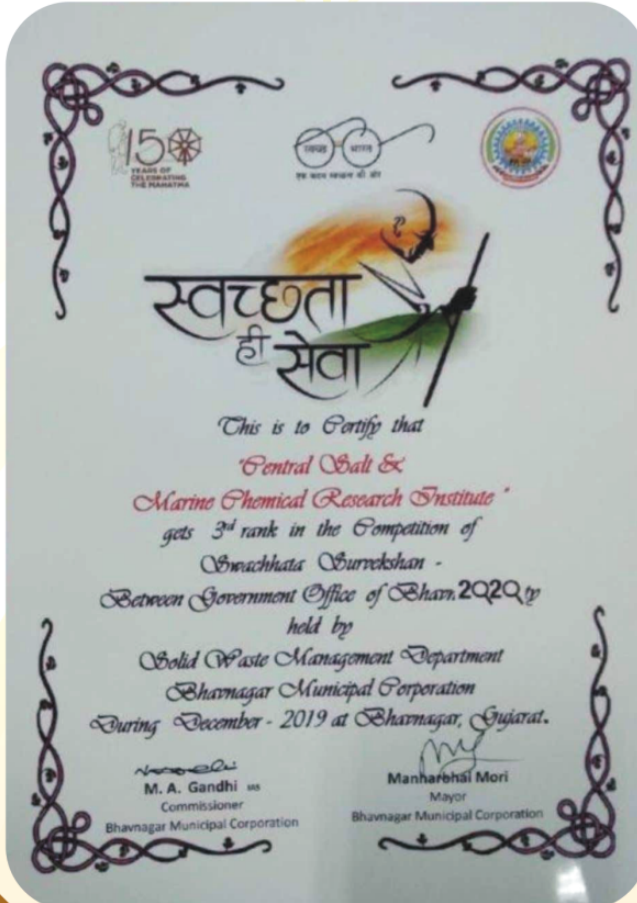
। ભાવનગર (સંદેશ પ્રતિનિધિ) ।

ભાવનગર મહાપાલિકા દ્વારા ભારત સરકારના સ્વચ્છ સર્વેક્ષણ ૨૦૨૦ અંતર્ગત તથા મહાત્મા ગાંધીજીની ૧૫૦મી જન્મ જયંતિ ઉજવણીના ભાગરૂપે હોસ્પિટલ/શાળા/સોસાયટી/રેસ્ટોરન્ટ (નોન રેસીડન્ટ હોટેલ)/સરકારી કચેરી/વાણિજ્ય એસોસીએશન એકમો વચ્ચે સ્વચ્છતા હરિકાર્થ યોજવામાં આવેલ હતી. જેનું પરિણામ આજે તા.૨૦-૧૨-૨૦૧૯નાં રોજ સાંજે ૦૫-૦૦ કલાકે શ્રી સ્વચ્છતા મેંઘાણી મીની અડીટોરીયમ સરદારનગર ભાવનગર ખાતે જાહેર કરવામાં આવેલ. હરિકાર્થમાં ભાગ લેનાર વિવિધ એકમોના પ્રતિનિધીઓ આ કાર્યક્રમમાં ઉપસ્થિત રહેલ.

આ હરિકાર્થમાં કુલ ૧૫ સરકારી

કચેરીઓમાંથી પ્રથમ ક્રમે સ્ટેટ બેંક ઓફ ઈન્ડિયા એકમીન ઓફિસ નિલમબાગ, બીજા ક્રમે એલ.આઈ.સી. ઓફ ઈન્ડિયા નિલમબાગ, ત્રીજા ક્રમે સેન્ટલ સોલ્ટ એન્ડ મરીન કેમીકલ રીસર્ચ ઈન્સ્ટીટ્યુટ. કુલ ૩૨ શાળાઓમાંથી પ્રથમ ક્રમે જલારામ પ્રા. શાળા અનં.૧૪, જલારામ પ્રા. શાળા અનં.૧૫ કન્યાશાળા, કાર્થસ્ટ સ્કૂલ, બીજા ક્રમે બી.એન.વિરાણી સ્કૂલ, ત્રીજા ક્રમે શ્રી સરદાર પટેલ પ્રા.શાળા નં.૫૯, શ્રી આર્યકુળ કન્યા વિદ્યાલય, ઝાંસીની રાણી શ્રી લક્ષ્મીબાઈ પ્રા.શા.નં.૪૯, પ્રણામી પ્રા.શાળા, મહેંદી સ્કૂલ એન્ડ કોલેજ, પ્રણવબાપી શિશુવિદ્યાર વિજય મંદિર, સહજનંદ હાઈસ્કૂલ. કુલ ૩૦ સોસાયટીઓમાંથી પ્રથમ ક્રમે સરદારબાગ સોસાયટી, બીજા ક્રમે

ઓમ પાર્ક, સેતુબંધ ટેનામેન્ટ, હરિકિર્ષ્ના સોસાયટી, ત્રીજા ક્રમે બજરંગ સોસાયટી, માનસ શાંતી, વિજયબાગ સોસાયટી, ગીતાનગર. કુલ ૧૯ હોટલોમાંથી પ્રથમ ક્રમે ઈસ્કોન હોટેલ પ્રા.લી., બીજા ક્રમે નાગરીકા બીજ હોટેલ ભાવનગર પ્રા.લી. (જનરેશન એક્સ), ત્રીજા ક્રમે વગાં સુમેરુ, કુલ ૧૧ હોસ્પિટલમાંથી પ્રથમ ક્રમે સદવિચાર જનરલ હોસ્પિટલ એન્ડ નર્સીંગ હોમ, બીજા ક્રમે સ્પર્શ મેટરનીટી હોમ એન્ડ સોનોગ્રાફી ક્લીનીક, બીચ્સ હોસ્પિટલ, ત્રીજા ક્રમે લાખાણી હોસ્પિટલ. કુલ ૧૫ વાણિજ્ય એકમોમાંથી પ્રથમ ક્રમે અર્થ એરોન કોમ્પ્લેક્સ, બીજા ક્રમે શોપર્સ પ્લાઝા, એમ.માર્ટ તેમજ ત્રીજા ક્રમે ઈમ્પેરીયલ આર્ક. જાહેર થયેલ છે.





सत्यमेव जयते

प्रधान मंत्री  
Prime Minister

MESSAGE

It is heartening to learn that an innovative zero-waste potash technology has been developed by Council of Scientific & Industrial Research (CSIR) and Central Salt and Marine Chemicals Research Institute (CSMCRI), Bhavnagar. The technological breakthrough will help in producing potash from spent wash, converting waste into an environmentally sustainable product.

The development of such zero-waste technology will help in making the distillery sector environmentally sustainable. The upscaling and validation of technology will help the distilleries to produce value-added products from spent wash that will be economically and ecologically viable. The technology will help prevent the contamination of groundwater and other water bodies and also contribute towards restoring degraded land.

Effective waste management continues to be one of our Government's key priorities. The technological breakthrough reinforces our Government's initiatives like 'Swachh Bharat', 'Make in India' and conversion of 'Waste to Wealth'. These attempts can succeed only through community participation and increased synergy between the public and the private sector.

The indefatigable efforts of scientists and technical experts are admirable and worth emulating.

I congratulate the scientists at CSIR, as well as CSMCRI and hope that they will continue to work with increased passion and dedication in the service of the nation.

(Narendra Modi)

New Delhi

कार्तिक 17, शक संवत् 1941

8<sup>th</sup> November, 2019

**Dr. Harsh Vardhan**

Union Minister of Science & Technology,  
Earth Sciences and Health & Family Welfare  
209, Anusandhan Bhawan  
2, Rafi Marg  
New Delhi – 110001













## निदेशक की कलम से

यह मेरा सौभाग्य है कि मैं आपके सामने सीएसआईआर-केंद्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान (CSIR-CSMCRI), भावनगर की वार्षिक रिपोर्ट 2019-2020 प्रस्तुत कर रहा हूँ, जो वैज्ञानिक और औद्योगिक अनुसंधान परिषद (CSIR) की एक प्रमुख प्रयोगशालाओं में से एक है। इस वर्ष को उल्लेखनीय उपलब्धियों और हमारे मिशन में महत्वपूर्ण प्रगति के रूप में चिह्नित किया गया है, जिसका उद्देश्य राष्ट्र की सेवा करने और वैश्विक चुनौतियों का समाधान करने के लिए नवीन, सस्ती तकनीकों और उत्पादों का विकास करना है।

हमारा दृष्टिकोण है कि समुद्री संसाधनों का अन्वेषण, दोहन और रूपांतरण भारत के लोगों के लाभ के लिए किया जाए, और इसके लिए रचनात्मक, परिणामोन्मुख, जिम्मेदार और आत्मनिर्भर बनने का प्रयास किया जाए। इस दृष्टिकोण के अनुरूप, हमारा मिशन है कि समुद्री जल, तटीय परती भूमि, समुद्री शैवाल, सौर ऊर्जा, और सिलिकेट्स के कुशल उपयोग के लिए ज्ञान और नवाचार उत्पन्न करने के लिए साझेदारों के साथ मिलकर काम किया जाए। हम प्रौद्योगिकी विकास और बुनियादी अनुसंधान में योगदान देने का प्रयास करते हैं, जो उद्योग, वैज्ञानिक समुदाय, और व्यापक समाज की आवश्यकताओं को पूरा करता है।

हमारे अनुसंधान और विकास प्रयासों में नमक और समुद्री रसायन, झिल्ली-आधारित पृथक्करण प्रक्रियाएं (जिसमें जल विलवणीकरण और शुद्धिकरण शामिल हैं), और विशेष अकार्बनिक रसायन शामिल हैं। इसके अतिरिक्त, हमने उत्प्रेरण और कार्बन कैप्चर, उपयोग और भंडारण (CCUS) के माध्यम से सूक्ष्म और विशेष रसायनों के क्षेत्र में महत्वपूर्ण प्रगति की है। समुद्री शैवाल और सूक्ष्म शैवाल की खेती और प्रसंस्करण में हमारे अग्रणी कार्य ने मूल्यवर्धित सामग्रियों के क्षेत्र में नए मानदंड स्थापित किए हैं। इसके अलावा, जैविक और जैव प्रौद्योगिकी हस्तक्षेपों के माध्यम से खारे भूमि के पुनः प्राप्ति में हमारे प्रयास, जिसमें हलोटॉलरेंट पौधों की खेती शामिल है, महत्वपूर्ण कृषि चुनौतियों का समाधान कर रहे हैं। हम स्वास्थ्य देखभाल के लिए सेंसिंग और डायग्नोस्टिक जांच रसायनों के विकास पर भी काम कर रहे हैं, जो सार्वजनिक स्वास्थ्य परिणामों में सुधार करने के लिए हैं। ये सभी प्रयास समाज और उद्योग दोनों के लिए लाभकारी हैं। इन विविध क्षेत्रों में लगे वैज्ञानिक और इंजीनियर, प्रक्रियाओं/प्रौद्योगिकियों के विकास, पेटेंट्स और उच्च प्रभाव वाले शोध प्रकाशनों के माध्यम से इन विधाओं की प्रगति में अत्यंत समृद्ध ज्ञान का योगदान कर रहे हैं।

वर्ष 2019-2020 में, हमारे संस्थान ने 16 पेटेंट्स (10 भारतीय और 6 विदेशी 2 आविष्कारों से) दाखिल किए और 28 पेटेंट्स (12 भारतीय और 16 विदेशी 10 आविष्कारों से) प्राप्त किए। हमारे वैज्ञानिकों ने उच्च प्रभाव वाले पत्रिकाओं में 182 शोध पत्र प्रकाशित किए, जो वैज्ञानिक ज्ञान और नवाचार को बढ़ावा देने के प्रति हमारी अविचल प्रतिबद्धता को दर्शाता है। हमने 22 पीएचडी स्नातकों का सफलतापूर्वक उत्पादन किया है, जो विज्ञान और प्रौद्योगिकी के क्षेत्र में भविष्य के नेता बनने के लिए तैयार हैं। इस संदर्भ में, हम वैज्ञानिक और नवाचारी अनुसंधान अकादमी (AcSIR) के साथ अपनी साझेदारी की सराहना करते हैं, जिसने हमारे छात्रों को पीएचडी की डिग्री प्रदान की है और हमारे स्टाफ के व्यावसायिक विकास में योगदान दिया है।

संस्थान ने मानव संसाधन विकास में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। इस वर्ष, हमने विभिन्न संस्थानों के 108 छात्रों को अल्पकालिक कार्यक्रमों के माध्यम से प्रशिक्षित किया, जिससे उन्हें अमूल्य हस्तगत अनुभव और कौशल विकास प्राप्त हुआ। ये

कार्यक्रम अगली पीढ़ी के वैज्ञानिकों और इंजीनियरों को पोषित करने में सहायक हैं, जो उन्हें समकालीन अनुसंधान एवं विकास की चुनौतियों का सामना करने के लिए आवश्यक ज्ञान और कौशल से लैस करते हैं।

हमारे कौशल विकास पहलों में विविधता और प्रभावशीलता दोनों रही है। हमने समुद्री शैवाल की खेती और प्रसंस्करण प्रौद्योगिकी पर 19 कार्यक्रम, सूक्ष्मशैवाल विविधता और उनकी जैव प्रौद्योगिकी संभावनाओं पर 1 कार्यक्रम, और रासायनिक प्रक्रिया संयंत्रों पर 1 कार्यक्रम आयोजित किया। इसके अतिरिक्त, हमने सौर नमक उत्पादन प्रक्रिया और गुणवत्ता नियंत्रण पहलुओं पर 2 कार्यक्रम, मिट्टी और पानी की जाँच पर 1 कार्यक्रम, और घरेलू सौर थर्मल गैजेट्स पर 3 कार्यक्रम आयोजित किए। इन पहलों ने इन विशिष्ट क्षेत्रों में क्षमता निर्माण में महत्वपूर्ण योगदान दिया है, नवाचार को बढ़ावा दिया है, और सतत प्रथाओं को प्रोत्साहित किया है। कोई आश्चर्य नहीं कि जब SCIMAGO ने हाल ही में (2019) अपनी रैंकिंग की घोषणा की, तो संस्थान ने भारत में मूल्यांकन किए गए 326 संस्थानों में 8वां स्थान प्राप्त किया (<https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=&country=IND>)।

हमारे संस्थान को लगभग 475 व्यक्तियों की एक मजबूत टीम का समर्थन प्राप्त है, जिसमें वैज्ञानिक, तकनीकी कर्मचारी, सहायक कर्मचारी, और छात्र/ अनुसंधान विद्वान शामिल हैं। यह समर्पित कार्यबल, विश्वस्तरीय केंद्रीकृत उपकरण सुविधा, अत्याधुनिक सूचना सेवाओं तथा एक रचनात्मक कार्यशाला सहित सुसज्जित उन्नत अभियान्त्रिक सेवाओं के साथ, हमारे अनुसंधान एवं विकास प्रयासों को निरंतर सहयोग प्रदान कर रहा है। इस वर्ष हमारी पुस्तकालय संसाधनों में महत्वपूर्ण वृद्धि हुई है, जिसमें कई अंग्रेजी और हिंदी पुस्तकों के अलावा ऑनलाइन शोध प्रकाशन/ डेटाबेस संसाधन जोड़े गए हैं। इन सभी संसाधनों/ इन्फ्रास्ट्रक्चर का विस्तार हमारे वैज्ञानिकों और छात्रों की विविध अनुसंधान और सीखने की आवश्यकताओं को समर्थन देने और एक समृद्ध शैक्षणिक वातावरण को बढ़ावा देने के उद्देश्य से किया गया है। वित्तीय रूप से भी हमने महत्वपूर्ण प्रगति की है, जिसमें ₹1,000 लाख की बाहरी नकद प्रवाह (ECF) और लगभग ₹1,800 लाख की समाप्ति प्रयोगशाला रिजर्व शामिल है, जो निरंतर वृद्धि और नवाचार को सुनिश्चित करता है।

इस वर्ष हमारी उपलब्धियाँ हमारे स्टाफ सदस्यों की समर्पण और कड़ी मेहनत के बिना संभव नहीं हो सकती थीं। मैं सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के अनुसंधान एवं प्रबंधन परिषदों के अध्यक्ष और सदस्यों का उनके अमूल्य मार्गदर्शन और समर्थन के लिए हार्दिक धन्यवाद व्यक्त करता हूँ। मैं डीजी-सीएसआईआर और सीएसआईआर मुख्यालय के स्टाफ के अडिग समर्थन को भी स्वीकार करता हूँ, जो हमारी सफलता के लिए महत्वपूर्ण रहा है। मैं इस प्रतिवेदन अवधि के दौरान पूर्व निदेशक डॉ. अमिताभ दास (31 दिसंबर 2020 तक) एवं कार्यवाहक निदेशक डॉ. एस. चंद्रशेखर (01 जनवरी-13 फरवरी 2020) के नेतृत्व हेतु हार्दिक आभार व्यक्त करता हूँ।

आगे, हमारे स्टाफ की निरंतर प्रतिबद्धता और जुनून, और हमारे परामर्शदाताओं के समर्थन और मार्गदर्शन के साथ, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई आने वाले वर्षों में और भी अधिक ऊँचाइयों को छूने के लिए तैयार है। मुझे विश्वास है कि यह वार्षिक रिपोर्ट वैज्ञानिक जिज्ञासा को प्रेरित करेगी, सहयोग को बढ़ावा देगी, और नवाचार को प्रोत्साहित करेगी, जिससे हमारे संस्थान की एक अग्रणी अनुसंधान संस्थान के रूप में स्थिति को और मजबूती मिलेगी।

मैं इस व्यापक और जानकारीपूर्ण रिपोर्ट को तैयार करने में शामिल सभी लोगों को बधाई और प्रशंसा व्यक्त करता हूँ। हम आपके विचारों, सुझावों, और सहभागिता का स्वागत करते हैं, क्योंकि हम वैज्ञानिक और तकनीकी प्रयासों के माध्यम से राष्ट्र निर्माण की अपनी यात्रा जारी रखते हैं।



डॉ. कन्नन श्रीनिवासन

निदेशक, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई





## From the Director's Desk:

It is my great privilege to present the Annual Report 2019-2020 of CSIR-Central Salt & Marine Chemicals Research Institute (CSIR-CSMCRI), Bhavnagar, one of the constituent laboratories of the Council of Scientific and Industrial Research (CSIR). This year has been marked by remarkable achievements and significant progress in our mission to develop innovative affordable technologies and products that serve the nation and address global challenges.

Our vision is to explore, harness, and transform marine resources for the benefit of India's people, aiming to be creative, result-oriented, responsible, and self-sustaining. In alignment with this vision, our mission is to work with partners to generate knowledge and innovations for the efficient use of seawater, coastal wasteland, marine algae, solar power, and silicates. We strive to contribute to technology development and basic research, addressing the needs of industry, the scientific community, and society at large.

Our research and development efforts encompass salt and marine chemicals, membrane-based separation processes, including water desalination and purification, and specialty inorganic chemicals. Additionally, we have made significant strides in the field of fine and specialty chemicals through catalysis and carbon capture, utilization, and storage (CCUS). Our pioneering work in cultivating and processing seaweeds and microalgae into value-added materials continues to set new benchmarks. Furthermore, our initiatives in saline land reclamation through biological and biotechnological interventions, including the cultivation of halotolerant plants, are addressing critical agricultural challenges. We are also developing sensing and diagnostic probe chemicals for healthcare to enhance public health outcomes. These endeavours collectively aim to benefit both society and industry. Scientists and engineers engaged in these versatile spectra contribute very rich knowledge in the advancement of these disciplines through the development of processes/technologies, patents, and high-impact research publications.

In 2019-2020, our institute filed 16 patents (10 Indian and 6 foreign from 2 inventions) and has been granted 28 patents (12 Indian and 16 foreign from 10 inventions). Our scientists published an impressive 182 research papers in high-impact journals, reflecting our unwavering commitment to advancing scientific knowledge and innovation. We have successfully produced 22 Ph.D. graduates who are poised to become future leaders in science and technology. In this context, we appreciate our partnership with the Academy of Scientific and Innovative Research (AcSIR), which has been awarding Ph.D. degrees to our students and contributing to the professional development of our staff.



The institute has also played a pivotal role in human resource development. This year, we trained 108 students from various institutes through short-term programs, providing invaluable hands-on experience and skill development. These programs are instrumental in nurturing the next generation of scientists and engineers, equipping them with the knowledge and skills required to tackle contemporary R&D challenges.

Our skill development initiatives have been diverse and impactful. We conducted 19 programs on Seaweed Cultivation and Processing Technology, 1 program on Microalgal Diversity and their Biotechnological Potentials, and 1 program on Chemical Process Plants. Additionally, we organized 2 programs on Solar Salt Production Process and Quality Control Aspects, 1 on Soil and Water Testing, and 3 on Household Solar Thermal Gadgets. These initiatives have significantly contributed to building capacities in these specialized areas, fostering innovation, and promoting sustainable practices. No wonder when SCIMAGO announced its ranking recently (2019), the institute stood at 8<sup>th</sup> position (<https://www.scimagoir.com/rankings.php?sector=&country=IND>) in India among the 326 institutions it assessed.

Our institute is supported by a robust team of around 475 individuals, including scientists, technical staff, supporting staff, and students/ research scholars. This dedicated workforce, along with a world-class centralized instrumentation facility, state-of-the-art information services, and augmented engineering services with a creative workshop, has been supporting the R&D endeavors. The institute also saw a significant enhancement in our library resources with the addition of several English & Hindi books this year, besides online research publications/ database resources. The expansion of all these resources/ infrastructures is aimed at supporting the diverse research and learning needs of our scientists and students, fostering a rich academic environment. Financially, we have also made significant progress, with an External Cash Flow (ECF) of ₹1,000 Lakhs and a closing lab reserve of approximately ₹1,800 Lakhs, ensuring sustained growth and innovation.

Our achievements this year would not have been possible without our staff members' dedication and hard work. I extend my heartfelt gratitude to the Chairman and Members of the Research & Management Councils of CSIR-CSMCRI for their invaluable guidance and support. I also wish to acknowledge the unwavering support of DG-CSIR and the staff of CSIR headquarters, which has been crucial to our success. I gratefully acknowledge the contributions of preceding Director Dr. Amitava Das (Till 31 Dec 2020) and officiating Director Dr. S. Chandrasekhar (01 Jan–13 Feb 2020) for their leadership during this reporting period.

Looking ahead, with our staff's continued commitment and passion, and the support and guidance of our mentors, CSIR-CSMCRI is poised to reach even greater heights in the years to come. I am confident that this annual report will inspire scientific curiosity, foster collaboration, and drive innovation, reinforcing our position as a leading research institute.

I congratulate and appreciate all those involved in bringing out this comprehensive and insightful report. We welcome your views, suggestions, and participation as we continue our journey of nation-building through scientific and technological pursuits.

Dr. Kannan Srinivasan  
Director, CSIR-CSMCRI



प्रकाशन / Published by

डॉ. कन्नन श्रीनिवासन / Dr. Kannan Srinivasan

निदेशक / Director, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई / CSIR-CSMCRI



संकल्पना, रूप-रेखा एवं संपादन / Concept, Design and Editing

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

अध्यक्ष, प्रकाशक दल / Chairperson, Publishing Team

## प्रकाशन दल

डॉ. कांति भूषण पाण्डेय

श्री प्रदीप कुमार

डॉ. अविनाश मिश्रा

डॉ. रामावतार मीणा

डॉ. वैभव कुलश्रेष्ठ

डॉ. डी. आर. चौधरी

डॉ. मंगल सिंह राठौर

डॉ. अंकुश वी. बिरादर

डॉ. मौतुसी मन्ना

डॉ. बाबूलाल रेबारी

डॉ. सरोज शर्मा

श्री भूपेंद्र कुमार मरकम

डॉ. शिल्पी कुशवाहा

डॉ. गोपाल राम भादु

डॉ. पारुल साहू

श्री प्रमोद एन. मकवाना

श्री संदीपकुमार एम. वानिया

प्रशासनिक अधिकारी (या नामित)

वित्त एवं लेखा अधिकारी (या नामित)

भंडार एवं क्रय अधिकारी (या नामित)

सह-अध्यक्ष

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

सदस्य

## PUBLISHING TEAM

Dr. Kanti Bhooshan Pandey

Mr. Pardeep Kumar

Dr. Avinash Mishra

Dr. Ramavatar Meena

Dr. Vaibhav Kulshrestha

Dr. D. R. Chaudhary

Dr. Mangal Singh Rathore

Dr. Ankush V. Biradar

Dr. Moutusi Manna

Dr. Babulal Rebary

Dr. Saroj Sharma

Mr. Bhupendra Kumar Markam

Dr. Shilpi Kushwaha

Dr. Gopala Ram Bhadu

Dr. Parul Sahu

Mr. Pramod N. Makwana

Mr. Sandipkumar M. Vaniya

Administrative officer (or Nominee)

Finance & Account Officer (or Nominee)

Store & Purchase Officer (or Nominee)

Co-Chairperson

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

Member

# Index सूची

001	उपयोगी रसायन COMMODITY CHEMICALS
009	उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण FINE CHEMICALS AND CATALYSIS
021	पदार्थ विज्ञान MATERIALS
033	स्वास्थ्य संरक्षण HEALTHCARE
041	ऊर्जा ENERGY
047	जल WATER
055	शैवाल प्रौद्योगिकियां ALGAL TECHNOLOGIES
065	कृषि AGRICULTURE
081	पर्यावरण ENVIRONMENT
097	सामाजिक सेवा SOCIAL SERVICE
111	अनुलग्नक Annexure









## विषयवस्तु: उपयोगी रसायन

### THEME : COMMODITY CHEMICALS

#### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सी.एस.आई.आर.-केंद्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान (CSIR-CSMCRI) नमक और समुद्री रासायनिक/जैव रासायनिक उत्पादों से संबंधित अनुसंधान और विकास में एक विश्व स्तर पर मान्यता प्राप्त अग्रणी संस्थान है। संस्थान की गतिविधियाँ नए और किफायती प्रक्रियाओं के विकास पर केंद्रित हैं, जिनका उद्देश्य सौर नमक की गुणवत्ता और उत्पादन को बेहतर बनाना है, साथ ही पोटाश और मैग्नीशियम जैसे मूल्यवान समुद्री रसायनों की पुनः प्राप्ति करना है। सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई बिटर्न और लवणीय अपशिष्ट प्रबंधन, ताजे पानी की प्राप्ति, नमक उद्यानों के हरितीकरण और सौर ऊर्जा के अधिकतम उपयोग के माध्यम से सौर नमक उद्यानों में मूल्यवृद्धि करने के लिए प्रतिबद्ध है। संस्थान ने खारे भूखंडों के सर्वेक्षण और समुद्री, उप-मृदा और झील के ब्राइन सहित विभिन्न प्रकार के ब्राइन के लिए उपयुक्त सौर नमक उद्यानों के डिजाइन और लेआउट में महत्वपूर्ण विशेषज्ञता भी प्रदर्शित की है। संस्थान ने देश भर में मॉडल नमक उद्यान स्थापित किए हैं ताकि नमक निर्माण में सर्वोत्तम प्रथाओं को प्रदर्शित किया जा सके, जिसमें उच्च-शुद्धता सौर नमक प्रौद्योगिकियों पर ध्यान केंद्रित किया गया है। सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई ने विशेष अनुप्रयोगों के लिए गोलाकार नमक विकसित किया है और आयोडाइड-मुक्त नमक और क्लोरोकल्काली उद्योगों के लिए उपयुक्त कैल्शियम-से-मैग्नीशियम अनुपात वाले नमक के उत्पादन के लिए नवाचार प्रक्रियाएं तैयार की हैं। इसके अतिरिक्त, संस्थान सामान्य नमक को आवश्यक पोषक तत्वों जैसे आयोडीन, जिंक और आयरन से सुदृढ़ करने और विशेष अनुप्रयोगों के लिए नमक विकसित करने में अग्रणी है। इसके कार्य का एक महत्वपूर्ण पहलू बिटर्न से मूल्यवर्धित उत्पादों की पुनः प्राप्ति शामिल है, जिसमें कम सोडियम नमक, पोटाशिक उर्वरक (MOP और SOP) और उच्च गुणवत्ता वाले मैग्नीशियम रसायन शामिल हैं, जो सभी नमक उत्पादन के साथ एकीकृत हैं। नमक उद्योग का समर्थन करने और इस क्षेत्र में निरंतर प्रगति सुनिश्चित करने के लिए, सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई विभिन्न प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित करता है जिनका उद्देश्य कुशल जनशक्ति तैयार करना है। ये कार्यक्रम विभिन्न स्तरों पर कर्मियों को नमक उद्योग में सफलता पाने के लिए आवश्यक ज्ञान और कौशल से लैस करने के लिए डिज़ाइन किए गए हैं। अनुसंधान, नवाचार और क्षमता निर्माण के क्षेत्र में व्यापक प्रयासों के माध्यम से, सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई नमक और समुद्री रासायनिक उत्पादन में स्थायी विकास और उद्योग सहयोग को बढ़ावा देते हुए, उपयोगी रसायनों के क्षेत्र में महत्वपूर्ण योगदान देना जारी रखे हुए है। इस मजबूत नींव के साथ, हम गर्व से वर्ष 2019-20 के दौरान हमारी गतिविधियों की एक झलक प्रस्तुत कर रहे हैं।

#### Thematic core competences

CSIR-Central Salt & Marine Chemicals Research Institute (CSIR-CSMCRI) is a globally recognized leader in research and development related to salt and marine chemical/biochemical products. The institute's activities are centered around developing novel, cost-effective processes aimed at improving the quality and yield of solar salt, as well as





recovering valuable marine chemicals such as potash and magnesium chemicals. CSIR-CSMCRI is committed to creating value in solar saltworks by leveraging bittern and saline waste management, freshwater recovery, greening of salt works, and maximizing solar energy usage. The institute has also demonstrated significant expertise in surveying saline lands and designing and laying out solar salt works that suit various brine types, including sea, sub-soil, and lake brines. The institute has established Model Salt Works across the country to showcase best practices in salt manufacture, with a focus on high-purity solar salt technologies. CSIR-CSMCRI has developed spherical salt for specialty applications and has innovated processes for producing iodide-free salt and salt with an optimal calcium-to-magnesium ratio suitable for the chloroalkali industries. Additionally, the institute is a leader in fortifying common salt with essential nutrients such as iodine, zinc, and iron, and is developing salt for specialized applications. A key aspect of its work involves recovering value-added products from bittern, including low sodium salt, potassic fertilizers (MOP and SOP), and high-quality magnesium chemicals, all integrated with salt production. To support the salt industry and ensure the continued advancement of the sector, CSIR-CSMCRI conducts various training programs aimed at generating skilled manpower. These programs are designed to equip personnel at various levels with the knowledge and skills necessary to thrive in the salt industry. Through its comprehensive efforts in research, innovation, and capacity building, CSIR-CSMCRI continues to make significant contributions to the field of commodity chemicals, driving sustainable development and industry collaboration in salt and marine chemical production. With this strong foundation, we are proud to present a glimpse of our activities for the year 2019-20.

## छोटे पैमाने के नमक निर्माताओं के लिए वैज्ञानिक हस्तक्षेप के माध्यम से सौर नमक की गुणवत्ता और उत्पादन में सुधार

### Improving quality and yield of solar salt through scientific intervention for small scale salt manufacturers

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने सौर नमक की गुणवत्ता में सुधार और उच्च गुणवत्ता वाले नमक के उत्पादन के लिए निर्माताओं को प्रशिक्षित करने के उद्देश्य से राजस्थान के नावां और डीडवाना, और गुजरात के राजुला, सन्थलपुर और अडेसर में सौर नमक उद्यानों की पहचान की। संस्थान द्वारा विकसित सौर नमक की गुणवत्ता में सुधार के लिए नवीन प्रक्रियाएँ क्रियान्वित की गईं। अंतिम उत्पाद विश्लेषण में अशुद्धियों में कमी दिखी, और नमक की गुणवत्ता बीआईएस ग्रेड II (>98.5 वजन प्रतिशत) तक सुधारी गई। नमक की सफेदी भी 85% से अधिक हो गई है।

CSIR-CSMCRI identified solar salt works at Nawa and Didwana (Rajasthan), and Rajula, Santhampur, and Adesar (Gujarat) for improving the quality of solar salt and training salt manufacturers in the production of high-quality salt. Novel processes for improving solar salt quality, developed by the institute, were applied. Final product analysis shows a reduction in impurities, with the quality of the salt improved to BIS Grade II (>98.5 wt%). The whiteness of the salt has also been enhanced to over 85%.





**चित्र:** वैज्ञानिक हस्तक्षेप के माध्यम से नमक की गुणवत्ता और उत्पादन बढ़ाने के लिए की गई गतिविधियों को दर्शाती तस्वीरें

**Figure:** Images showcasing activities to enhance the quality and yield of salt through scientific intervention.

### कम आयोडाइड स्तर वाला औद्योगिक ग्रेड नमक

#### Industrial grade salt with reduced level of Iodide

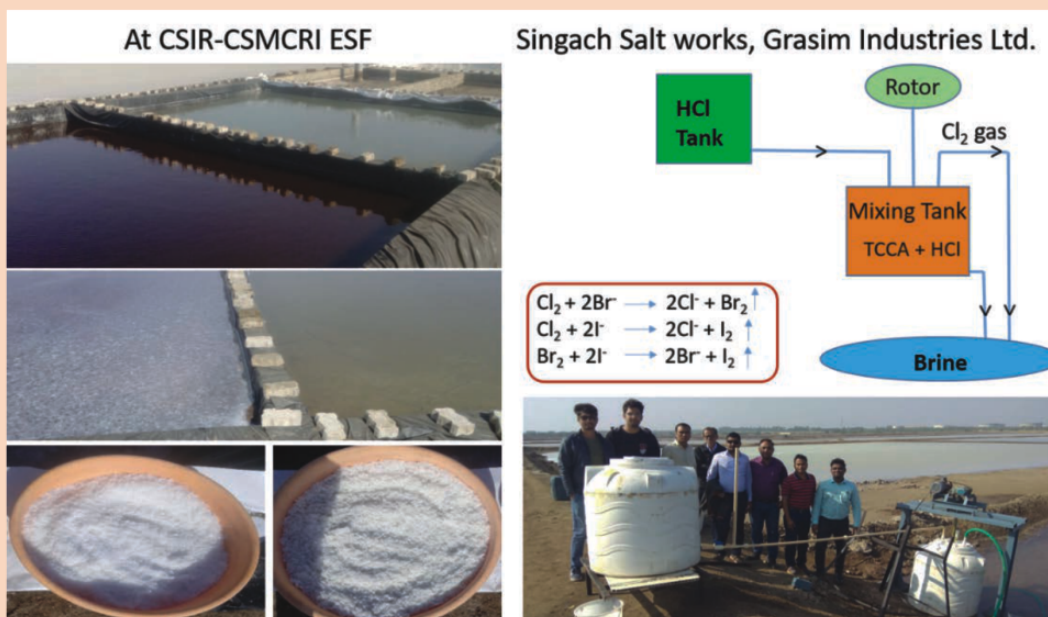
क्लोर-एल्कली उद्योग औद्योगिक ग्रेड नमक के मुख्य उपभोक्ता होते हैं, जो औद्योगिक ग्रेड्स में सबसे उच्च गुणवत्ता वाला होता है। चूंकि इस उद्योग को लगभग 100% NaCl की आवश्यकता होती है, जो सामान्य नमक उत्पादन प्रक्रिया के द्वारा सीधे संभव नहीं है, इन औद्योगिक ग्रेड नमकों को क्लोर-एल्कली प्रक्रिया से पहले और अधिक शुद्धिकरण (प्राथमिक और द्वितीयक) से गुजरना पड़ता है। आयन-एक्सचेंज मेम्ब्रेन के माध्यम से, द्वितीयक बाइन शुद्धिकरण के दौरान आयोडीन मेम्ब्रेन में अवक्षिप्त हो जाता है, जिसे हटाना कठिन होता है और इस प्रकार मेम्ब्रेन की प्रभावशीलता को कम कर देता है और कुल लागत को बढ़ा देता है। क्लोर-एल्कली उद्योग को औद्योगिक ग्रेड नमक में 500 ppb से कम आयोडाइड की आवश्यकता होती है। हालांकि, अधिकांश भारतीय औद्योगिक

Chlor-alkali industries are the main consumers of industrial-grade salt, which is the highest quality among industrial grades. Since the industry requires approximately 100% NaCl, which is not directly achievable through the conventional salt production process, these industrial-grade salts undergo further purification (both primary and secondary) before the chlor-alkali process. During the secondary brine purification through ion-exchange membranes, iodine precipitates in the membrane, making it difficult to remove and thus decreasing the membrane's efficacy and increasing the overall cost. The chlor-alkali industry requires less than 500 ppb of iodide in industrial-grade salt. However, most Indian



नमक में आयोडीन की उच्च सांद्रता होती है, जो 2000 से 5000 ppb तक होती है, और ब्रोमाइड्स ppm स्तर पर होते हैं। इस प्रक्रिया में, ट्राइक्लोरोआइसोसायन्यूरिक एसिड (TCCA) को एक ऑक्सीकरण एजेंट के रूप में उपयोग किया गया और यह HCl के साथ मिलकर क्लोरीन गैस को तेजी से उत्सर्जन के लिए भी उपयोग किया जा सकता है। प्रयोगों को प्रयोगशाला स्तर पर सत्यापित किया गया और सी.एस.एम.सी.आर.आई के प्रयोगात्मक नमक उद्यान और सिंगाच साल्ट वर्क्स, ग्रासिम इंडस्ट्रीज लिमिटेड (अदित्य बिड़ला समूह), जामनगर, गुजरात में क्रियान्वित किया गया। परिणाम दिखाते हैं कि नमक में आयोडाइड सांद्रता 100 ppb से नीचे (मूलतः 530 ppb) और ब्रोमाइड सांद्रता 200 ppm से नीचे (300 ppm से) तक कम हो गई, जिसमें आयोडाइड सांद्रता के सापेक्ष 4 TCCA उपचार की स्टॉइकियोमेट्रिक मात्रा शामिल थी।

industrial salts contain higher concentrations of iodine, ranging from 2000 to 5000 ppb, and bromides at ppm levels. In this process, trichloroisocyanuric acid (TCCA) was used as an oxidizing agent and can also be combined with HCl for the faster release of chlorine. The experiments were verified on a lab scale and implemented at the experimental salt farm of CSMCRI and at Singach Salt Works, Grasim Industries Ltd. (Aditya Birla Group), Jamnagar, Gujarat. The results show that the iodide concentration in the salt was reduced to below 100 ppb (originally 530 ppb) and the bromide concentration was reduced to below 200 ppm (from 300 ppm) with a stoichiometric equivalent of 4 TCCA treatments relative to the iodide concentration.



**चित्र:** इसीएफ और सिंगाच साल्ट वर्क्स, ग्रासिम इंडस्ट्रीज लिमिटेड में प्रक्रिया के कार्यान्वयन को दर्शाते हुए तस्वीरें।

**Figure:** Photographs depicting the implementation of the process at ESF and Singach Salt Works, Grasim Industries Ltd.

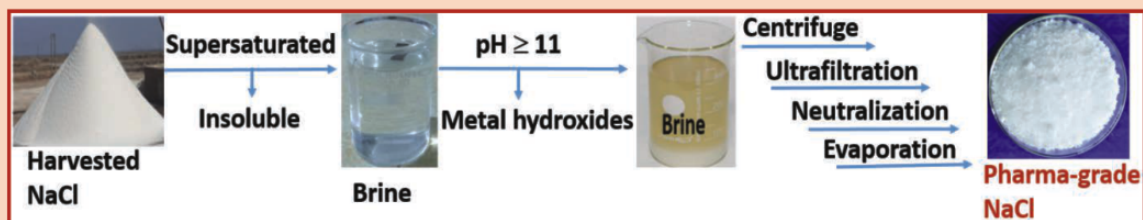


## संग्रहित सौर नमक से औषधीय ग्रेड सामान्य नमक तैयार करने की प्रक्रिया

### Process for preparing pharmaceutical grade common salt from harvested solar salt

औषधीय ग्रेड सोडियम क्लोराइड का उपयोग इंजेक्शनों, हीमोडायलिसिस, मौखिक पुनर्जलीकरण नमक (ORS), चैनलिंग एजेंट्स/ओस्मोटिक एजेंट्स, और खाद्य सूत्रों में किया जाता है। इसलिए, सौर नमक और चट्टान नमक सीधे औषधीय नमक के रूप में उपयोग नहीं किया जा सकता है क्योंकि उनकी शुद्धता कम होती है और सूक्ष्मजीवी सामग्री अधिक होती है। हालांकि, सौर नमक, जो उत्पादन के बाद वर्षा जल प्रक्षालन, ढेरी प्रक्षालन और यांत्रिक प्रक्षालन जैसी शुद्धिकरण प्रक्रियाओं से गुजरता है, ये विधियाँ केवल सतही अशुद्धियों को हटा सकती हैं। इसके परिणामस्वरूप, उत्पादित नमक को धूल और सूक्ष्मजीव मुक्त वातावरण में और शुद्धिकरण की आवश्यकता होती है ताकि औषधीय मानकों को पूरा करने के लिए अतिशुद्ध नमक उत्पादित किया जा सके। पुनःक्रिस्टलीकरण प्रक्रिया का पालन अक्सर न्यूनतम लागत के कारण किया जाता है, लेकिन यह समय-साध्य होता है और वांछित गुणवत्ता प्राप्त करने के लिए कई चक्रों की आवश्यकता होती है। इसलिए, एक प्रक्रिया विकसित की गई जो उत्पादित सामान्य नमक का उपयोग रासायनिक और भौतिक विधियों के संयोजन के माध्यम से करती है ताकि अशुद्धियों को हटा कर अतिशुद्ध नमक उत्पादित किया जा सके, जिसमें सभी हानिकारक अशुद्धियाँ औषधीय अनुप्रयोगों के लिए निर्धारित सीमा के भीतर हों।

Pharmaceutical grade sodium chloride has many applications, including injections, hemodialysis, oral rehydration salts (ORS), channeling agents/osmotic agents, and dietary formulations. Therefore, solar salts and rock salts cannot be used directly as pharmaceutical salts due to their lower purity and increased microbial content. Although solar salts, after harvesting, undergo purifications such as rainwater washing, heap washing, and mechanical washing, these methods only remove superficial impurities to a certain extent. Consequently, the harvested salts require further purification in a dust- and microbe-free environment to produce ultrapure salts meeting pharmaceutical specifications. Recrystallization process is often practiced due to its minimal associated cost, though it is time-consuming and requires several cycles to achieve the desired quality. Accordingly, a process combining chemical and physical methods was developed to purify harvested common salt, effectively removing impurities and yielding ultrapure salt with all harmful contaminants reduced to levels well within the prescribed limits for pharmaceutical applications.



**चित्र:** संग्रहित सौर नमक से औषधीय ग्रेड सामान्य नमक तैयार करने की प्रक्रिया का आरेख।

**Figure:** Schematic diagram illustrating the process of converting harvested solar salt into pharmaceutical grade common salt.

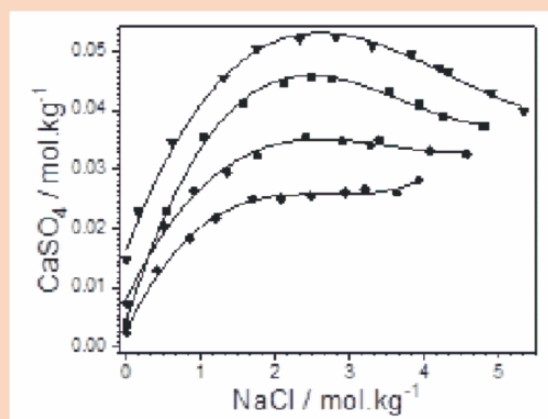
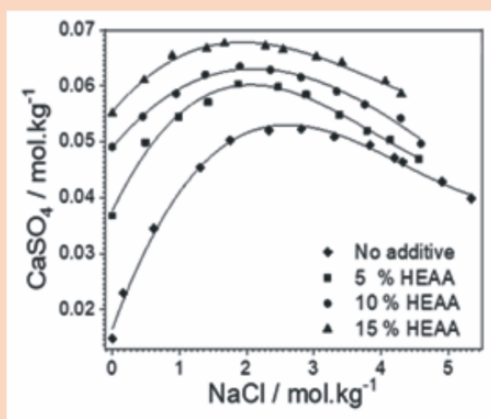
## मिश्रकों की उपस्थिति में जिप्सम की घुलनशीलता व्यवहार पर अध्ययन Studies on the solubility behavior of gypsum in the presence of additives

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (जिप्सम) की घुलनशीलता व्यवहार को मिथेनॉल, एथेनॉल, और आइसोप्रोपिल अल्कोहल की उपस्थिति में ब्राइन में निर्धारित किया गया। पाया गया कि सभी अल्कोहल एंटी-सॉल्वेंट क्रिस्टलीकरण को प्रेरित करते हैं और  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  की घुलनशीलता को काफी हद तक कम कर देते हैं।  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  की क्रिस्टल वृद्धि व्यवहार भी सभी जांचे गए अल्कोहल के लिए लगभग समान है।

कैल्शियम सल्फेट डाईहाइड्रेट (जिप्सम,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) की घुलनशीलता को NaCl के जलीय विलयनों में हाइड्रॉक्सीएल्किल एमोनियम एसीटेट आधारित आयनिक लिक्विड्स (ILs)—हाइड्रॉक्सीएथाइलएमोनियम एसीटेट (HEAA), डिहाइड्रॉक्सीएथाइलएमोनियम एसीटेट (DHEAA), या ट्राइहाइड्रॉक्सीएथाइलएमोनियम एसीटेट (THEAA)—की उपस्थिति में  $35^\circ\text{C}$  पर जांचा गया। ILs के सम्मिलन ने घुलनशीलता को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ा दिया, जिसका क्रम निम्नलिखित था: HEAA > DHEAA > THEAA। IL के जलीय विलयन में जिप्सम की घुलनशीलता गतिकी का अध्ययन किया गया, और विभिन्न स्थितियों से प्राप्त जिप्सम क्रिस्टल की आकारिकी को SEM चित्रों के माध्यम से जांचा गया। IL की प्रकृति के आधार पर जिप्सम के दोनों पारंपरिक एवं अपारंपरिक क्रिस्टलीकरण व्यवहार

The solubility behavior of  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (gypsum) in brines has been determined in the presence of methanol, ethanol, and isopropyl alcohol. It has been found that all the alcohols lead to anti-solvent crystallization and significantly reduce the solubility of  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ . The crystal growth behavior of  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  is also nearly similar for all the investigated alcohols.

The solubility behavior of calcium sulfate dihydrate (gypsum,  $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) in aqueous NaCl solutions in the presence of hydroxyalkyl ammonium acetate-based ionic liquids (ILs)—hydroxyethylammonium acetate (HEAA), dihydroxyethylammonium acetate (DHEAA), or trihydroxyethylammonium acetate (THEAA)—at  $35^\circ\text{C}$  has been investigated. The addition of ILs significantly increased solubility, following the order: HEAA > DHEAA > THEAA. Dissolution kinetics of gypsum in aqueous IL solutions have been investigated, and the morphology of gypsum crystals obtained under various conditions has been examined by recording SEM images. Both classical and non-classical crystallization behaviors of gypsum, depending



**चित्र:** (बाईं ओर) हाइड्रॉक्सीएथाइलएमोनियम एसीटेट की उपस्थिति में जिप्सम का घुलनशीलता व्यवहार; (दाईं ओर) मिथेनॉल की उपस्थिति में जिप्सम का घुलनशीलता व्यवहार।

**Figure:** (Left) Solubility behaviour of gypsum in presence of hydroxyethylammonium acetate; (Right) Solubility behaviour of gypsum in presence of methanol.





देखे गए।

प्राप्त विलयन-गुणधर्म डेटा का उपयोग औद्योगिक अनुप्रयोगों में प्रभावी रूप से किया जा सकता है जहां सम्मिलक का उपयोग जिप्सम की ब्राइन से अवक्षेपण के लिए एंटी-सॉल्वेंट के रूप में किया जाता है।

on the nature of the IL, have been observed.

The solution property data generated can be effectively used in industrial applications where additives are used as anti-solvents for gypsum precipitation from brines.

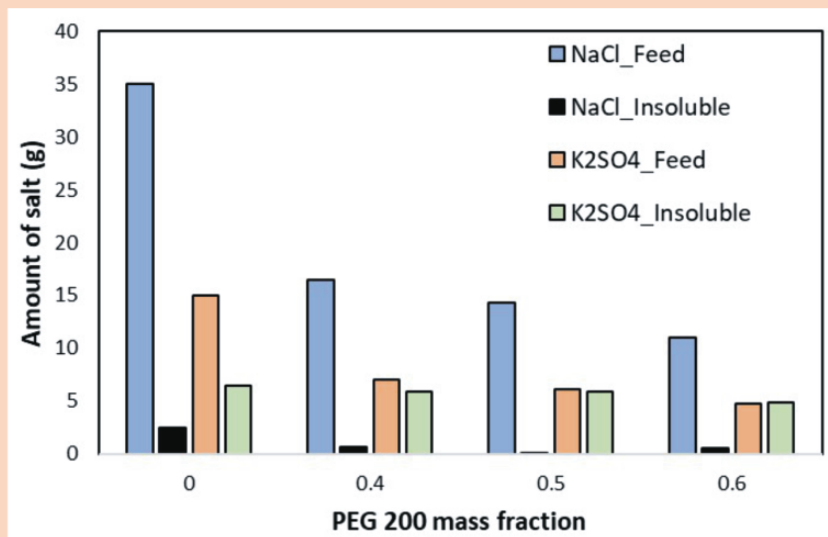
**J. Chem. Eng. Data 64 (2019) 536–544**

**J. Chem. Eng. Data 64 (2019) 5132–5141**

### चयनात्मक नमक पुनर्प्राप्ति के लिए विलायक-सहाय्य निष्कर्षण क्रिस्टलीकरण Solvent-assisted extractive crystallization for selective salt recovery

कार्बनिक विलायकों की विशेषता होती है कि वे कुछ अकार्बनिक नमकों की घुलनशीलता को काफी हद तक कम कर सकते हैं, जबकि दूसरों की घुलनशीलता पर बहुत कम प्रभाव डालते हैं। इस विशेषता के कारण, इन विलायकों का उपयोग मिश्रण से घटकों के चयनात्मक क्रिस्टलीकरण और पृथक्करण के लिए किया जा सकता है। इस संदर्भ में, सोडियम क्लोराइड (NaCl) और पोटेशियम सल्फेट ( $K_2SO_4$ ) के जलीय विलयन से पोटेशियम सल्फेट के चयनात्मक क्रिस्टलीकरण के लिए पॉलीएथिलीन ग्लाइकोल (PEG) 200 की प्रयोज्यता का प्रदर्शन किया गया। विलायक

Organic solvents have the property of markedly depressing the solubility of certain inorganic salts while having little effect on the solubility of others in aqueous solution systems. Due to this property, such solvents can be used for the crystallization and separation of selective components from a mixture. In this context, the applicability of polyethylene glycol (PEG) 200 for the selective crystallization of potassium sulfate from an aqueous solution of sodium chloride (NaCl) and potassium sulfate ( $K_2SO_4$ ) is demonstrated. The



**चित्र:** आपूर्ति विलयन और पुनर्प्राप्त नमक में NaCl और  $K_2SO_4$  की मात्रा को दर्शाता एक स्तंभ चार्ट।

**Figure:** A bar chart depicting the amounts of NaCl and  $K_2SO_4$  in the feed solution and the recovered salt.



सम्मिलन से उत्पन्न उच्च अतिसंतृप्तता प्राथमिक नाभिकण और बारीक क्रिस्टल बनाने का कारण बनती है। PEG-सहायता प्राप्त नमक निष्कर्षण के बाद, उपयोग किए गए विलायक को पुनः उपयोग किया जाता है ताकि प्रक्रिया सतत बनी रहे।

high supersaturation created by solvent addition leads to primary nucleation and the formation of fine crystals. After PEG-assisted salt extraction, the solvent used is recycled to make the process continuous.





## विषयवस्तु: उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण

### THEME : FINE CHEMICALS AND CATALYSIS

#### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई ने 2019-20 के दौरान "उत्कृष्ट रसायन और उत्प्रेरण" के क्षेत्र में अपनी उत्कृष्टता की प्रतिष्ठा को बनाए रखा है। पिछले तीन दशकों से अधिक समय से, यह संस्थान अनुप्रयुक्त अनुसंधान के अग्रणी मोर्चे पर रहा है, जिसमें कई वैज्ञानिकों ने उत्कृष्ट रसायन, औषधीय रसायन, कृषि रसायन और सुगंध रसायन उद्योगों में व्यावहारिक अनुप्रयोगों वाले उत्प्रेरक रूपांतरणों की समझ और विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। औद्योगिक रूप से व्यवहार्य उत्प्रेरक रूपांतरणों के लिए समांग और विसमांग उत्प्रेरकों के विकास में व्यापक कार्य किया गया है।  $\text{CO}_2$  का उपयोग करके मूल्य-वर्धित रसायनों, विशेष रसायनों, हाइड्रोफॉर्मिलीकरण, असममित रूपांतरण, चयनात्मक ऑक्सीकरण, आइसोमेरीकरण, बायोमास को ईंधन और रसायनों में परिवर्तित करने, और प्रकाश-अपघटन पर विशेष जोर दिया गया है।  $\text{CO}_2$  रूपांतरण के क्षेत्र में, संस्थान ने फॉर्मिक अम्ल, साइक्लिक कार्बोनेट्स और अन्य महत्वपूर्ण निर्माण खंडों जैसे विविध मूल्य-वर्धित उत्पादों का उत्पादन करके उल्लेखनीय योगदान दिया है। कार्बनिक रसायनज्ञों ने विभिन्न APIs और KSMs के संश्लेषण के लिए कुशल प्रक्रियाओं का भी विकास किया है, जिनमें से कैमोस्टेट मेसिलेट और OTBN जैसे रसायन औषधीय अनुप्रयोगों में उपयोग किए जाते हैं। असममित उत्प्रेरण के क्षेत्र में किया गया कार्य, जिसमें विभिन्न काइरल उत्प्रेरकों का उपयोग किया गया है, अंतरराष्ट्रीय पहचान प्राप्त कर रहा है। इसके अलावा, इस संस्थान ने सुगंध रसायनों, जैसे मेफ्रोसोल, रास्पबेरी कीटोन, कैमफोलेनिक एलिडहाइड, आदि के उत्पादन के लिए आर्थिक रूप से व्यवहार्य और पर्यावरणीय रूप से अनुकूल प्रक्रियाएं विकसित की हैं, जिनमें से कई प्रक्रियाओं को उद्योगों को लाइसेंस दिया गया है। इसके अलावा, "अपशिष्ट से संपदा" दृष्टिकोण के तहत, वैज्ञानिकों ने परित्यक्त बैटरियों और निष्क्रिय उत्प्रेरकों से लिथियम और अन्य कीमती धातुओं को सफलतापूर्वक निकाला है। उत्कृष्ट रसायन और उत्प्रेरण पर संस्थान की उपलब्धियां अच्छी तरह से संतुलित हैं, जिसमें प्रौद्योगिकी/ प्रक्रिया/ उत्पाद विकास, अंतरराष्ट्रीय स्तर पर मान्यता प्राप्त पत्रिकाओं में गुणवत्ता प्रकाशन, और विभिन्न सामाजिक गतिविधियों में सक्रिय भागीदारी शामिल है। विकसित की गई कई प्रक्रियाएं, जैसे ज़ेओलाइट ए और एक्स, अवक्षेपित सिलिका, कैल्शियम कार्बोनेट, आदि, बौद्धिक संपदा अधिकारों द्वारा सुरक्षित हैं और सफलतापूर्वक विभिन्न उद्योगों में हस्तांतरित की गई हैं। महत्वपूर्ण रूप से, इनमें से कुछ उत्प्रेरक और उत्प्रेरण प्रक्रियाएं वर्तमान में व्यावसायिक रूप से प्रयोग की जा रही हैं। इस व्यापक अवलोकन के साथ, हमें सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई द्वारा 2019-20 के दौरान उत्कृष्ट रसायन एवं उत्प्रेरण पर किए गए कुछ उल्लेखनीय कार्यों की प्रस्तुती पर गर्व है।

#### Thematic core competences

CSIR-CSMCRI has maintained its reputation for excellence in the field of "Fine Chemicals and Catalysis" during the 2019-20 period. For over three decades, the institute has been



at the forefront of applied research, with numerous scientists contributing significantly to the understanding and development of catalytic transformations that have practical applications in fine chemicals, pharmaceuticals, agrochemicals, and the perfumery industry. Extensive work has been done in developing homogeneous and heterogeneous catalysts for industrially viable catalytic transformations. Special emphasis has been placed on CO<sub>2</sub> utilization for producing value-added chemicals, specialty chemicals, hydroformylation, asymmetric transformations, selective oxidation, isomerization, biomass conversion to fuels and chemicals, and photodegradation. In the area of CO<sub>2</sub> conversion, the institute has made notable contributions, generating diverse value-added products such as formic acid, cyclic carbonates, and other essential building blocks. The organic chemists have also developed efficient processes for synthesizing various APIs and KSMs, including camostat mesylate and OTBN, which are used in medicinal applications. The work in asymmetric catalysis, employing various chiral catalysts, continues to garner international recognition. Furthermore, the institute has developed economically viable and environmentally friendly processes for producing perfumery chemicals, such as Mefrosol, Raspberry ketone, Campholenic aldehyde, and others, with several of these processes licensed to industries. Additionally, under the “waste to wealth” approach, scientists have successfully extracted lithium and other precious metals from discarded batteries and spent catalysts. The institute’s achievements on fine chemicals and catalysis are well-rounded, encompassing technology/ process/ product developments, quality publications in internationally reputed journals, and active participation in societal activities. Several developed processes, such as those for Zeolite A & X, precipitated silica, calcium carbonate, and others, are protected by intellectual property rights and have been successfully transferred to various industries. Importantly, some of these catalysts and catalytic processes are currently being commercially exploited. With this comprehensive overview, we are proud to present some of the noteworthy work carried out on fine chemicals and catalysis by CSIR-CSMCRI during 2019-20.

### चयनात्मक अपचयन ऐमीनीकरण और हाइड्रोजनीकरण के लिए गन्ना-खोई व्युत्पन्न धातु कार्बन उत्प्रेरक का संश्लेषण

#### Preparation of sugarcane bagasse derived metal carbon catalyst for selective reductive amination and hydrogenation

गन्ने की खोई पृथ्वी पर एक अत्यधिक प्रचुर मात्रा में उपलब्ध बायोमास है, जो इसे उत्प्रेरक अनुप्रयोगों के लिए एक मूल्यवान संसाधन बनाता है। इसलिए, इस अपशिष्ट का उत्प्रेरक स्रोत के रूप में उपयोग औचित्यपूर्ण है। हरित दृष्टिकोण को ध्यान में रखते हुए, जैव-व्युत्पन्न सामग्री पर्यावरण के अनुकूल और विभिन्न रासायनिक अभिक्रियाओं

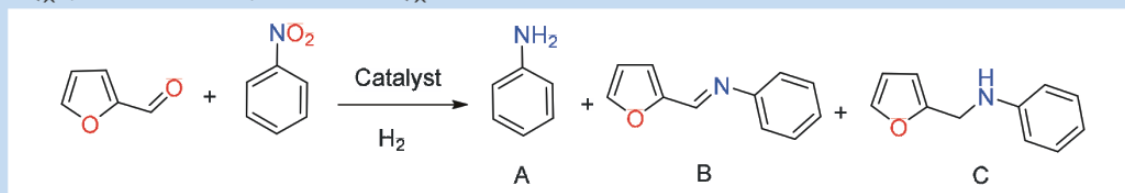
Sugarcane bagasse is a highly abundant biomass available on Earth, making it a valuable resource for catalytic applications. The utilization of this waste into a catalytic source is therefore warranted. Considering greener aspects, bio-derived materials are environmentally benign and sustainable for





के लिए सतत होती है। इस अध्ययन में, गन्ने के खोई को पहले आसूत जल से धोया गया, रात भर सुखाया गया, और फिर उसे बारीक पाउडर में पीसा गया। खोई, यूरिया और  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  को 170 मि.ली. टेफ्लॉन-लाइन वाले पात्र में निर्आयनीकृत जल के साथ मिलाकर अच्छी तरह से फेटा गया। इसके बाद इस पात्र को हाइड्रोथर्मल ऑटोक्लेव में स्थानांतरित किया गया, सील किया गया, और  $210^\circ\text{C}$  पर 12 घंटों तक गर्म किया गया, इसके बाद कमरे के तापमान तक ठंडा किया गया। अभिक्रिया द्रव्यमान को फिल्टर किया गया और पर्याप्त मात्रा में निर्आयनीकृत जल से धोया गया। प्राप्त भूरे रंग के कार्बन युक्त द्रव्यमान ( $\text{Ni@NC-HT}$ ) को  $80^\circ\text{C}$  पर सुखाया गया। फिर इसे  $600^\circ\text{C}$  तक  $5^\circ\text{C}/\text{min}$  की दर से,  $10\% \text{H}_2/\text{N}_2$  वातावरण में नियंत्रित प्रवाह के साथ, गर्म करने के लिए 3 घंटों तक ट्यूबलर भट्टी में गर्म कर के अपचयित किया गया। प्राप्त अंतिम काले पदार्थ को  $\text{Ni@NC-DC}$  कहा गया। संस्लेषित उत्प्रेरक की उत्प्रेरक गतिविधि को 50 मि.ली. पार रिएक्टर में अपचयन एमिनेशन के लिए परखा गया, जिसमें चुंबकीय रूप से संचालित मथनी, हीटर, दबाव मापने का यंत्र, ट्रांसड्यूसर, थर्मोवेल, गैस इनलेट, आउटलेट और एक नमूना-संग्रह वाल्व लगा हुआ था। एक सामान्य प्रयोग में, उत्प्रेरक, नाइट्रोबेंजीन और एलिडहाइड को  $\text{THF}:\text{H}_2\text{O}$  (1:1) मिश्रण में घोला गया। हवा को हटाने के लिए रिएक्टर को तीन बार नाइट्रोजन से साफ किया गया, जिसके बाद इच्छित हाइड्रोजन दबाव स्थापित किया गया, और रिएक्टर को आवश्यक तापमान तक गर्म किया गया। प्रतिक्रिया पूरी होने के बाद, रिएक्टर को ठंडा किया गया और उत्प्रेरक को 7000 आरपीएम पर सेंट्रीफ्यूजेशन द्वारा अलग किया गया। ध्यान देने योग्य है कि वर्तमान दृष्टिकोण नाइट्रोएरीन्स के अपचयन एमिनेशन और हाइड्रोजनीकरण के

various chemical reactions. In this study, sugarcane bagasse was first washed with distilled water, dried overnight, and milled into fine powder. The bagasse, urea, and  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  were added to deionized water in a 170 mL Teflon-lined vessel and mixed thoroughly. This vessel was then transferred to a hydrothermal autoclave, sealed, and heated to  $210^\circ\text{C}$  for 12 hours, followed by cooling to room temperature. The reaction mass was filtered and washed with plenty of deionized water. The resulting brown carbonaceous mass ( $\text{Ni@NC-HT}$ ) was dried at  $80^\circ\text{C}$ . It was then reduced by heating to  $600^\circ\text{C}$  at a rate of  $5^\circ\text{C}/\text{min}$  in a  $10\% \text{H}_2/\text{N}_2$  atmosphere with controlled flow, held for 3 hours in a tubular furnace. The final black material obtained was termed  $\text{Ni@NC-DC}$ . The catalytic activity of the synthesized catalyst was tested for reductive amination in a 50 mL Parr reactor, equipped with a magnetically driven stirrer, heater, pressure gauge, transducer, thermowell, gas inlet, outlet, and a sampling valve. In a typical experiment, the catalyst, nitrobenzene, and aldehyde were dissolved in a  $\text{THF}:\text{H}_2\text{O}$  (1:1) mixture. The reactor was purged three times with nitrogen to remove air, after which the desired hydrogen pressure was introduced, and the reactor was heated to the required temperature. After the reaction was complete, the reactor was cooled, and the catalyst was separated by centrifugation at 7000 rpm. Notably, the present approach demonstrates an efficient and sustainable catalytic system for



चित्र: फुरफुरल और नाइट्रोबेंजीन के अपचयन ऐमीनीकरण की सामान्य योजना।

**Figure:** General scheme for the reductive amination of furfural and nitrobenzene.



लिए एक कुशल और सतत उत्प्रेरक प्रणाली को प्रदर्शित करता है।

the reductive amination and hydrogenation of nitroarenes.

ACS Sustainable Chemistry & Engineering 7 (2019) 3018-3026

Dalton Transactions 49 (2020) 10431-10440

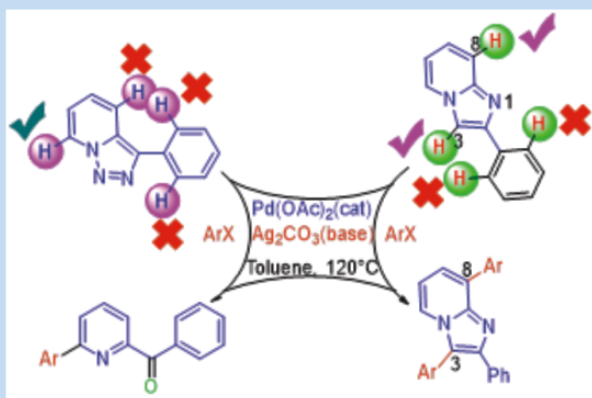
Applied Surface Science 487 (2019) 1307-1315

## Pd-उत्प्रेरित 2,6-द्वि-प्रतिस्थापित पाइरीडीन का रीजियोसेलेक्टिव संश्लेषण और इमिडाज़ो [1,2-a] पाइरीडीन का डाई-एराइलीकरण

### Pd-catalyzed regioselective synthesis of 2,6-disubstituted pyridines and diarylation of imidazo[1,2-a]pyridines

पैलाडियम उत्प्रेरित 2,6-प्रतिस्थापित पाइरीडीन और इमिडाज़ोपाइरीडीन का डाई-एराइलीकरण संश्लेषण के लिए एक प्रक्रिया विकसित की गयी। यह विधि, विभिन्न स्थानों पर, इलेक्ट्रॉन-प्रदान (–Me, OMe, tBu) और इलेक्ट्रॉन-अवशेषण (–NO<sub>2</sub>, Br, F, CF<sub>3</sub>, CN, और CO<sub>2</sub>Me) दोनों प्रकार के समूहों वाले एरील हैलाइड्स के साथ अच्छी तरह से काम करती है, जिसमें डाई-हैलाइड्स भी शामिल हैं। नियंत्रित प्रयोगों से संकेत मिलता है कि विभिन्न आयोडोएरीन्स की अनुक्रमिक जोड़ द्वारा दो विभिन्न एरीन्स को स्थापित करना संभव है। यह रूपांतरण इमिडाज़ो[1,2-a]पाइरीडीन के एरीलेटेड संरचनात्मक समावयवों के चयनात्मक संश्लेषण के लिए अत्यंत वांछनीय है। 2,6-प्रतिस्थापित पाइरीडीन और पॉली-एराइलेटेड इमिडाज़ो[1,2-a]पाइरीडीन दोनों की मध्यम से अच्छी उत्पादकता प्राप्त की गई। प्रक्रिया की संभाव्यता को मान्यता देने के लिए, चार उत्पादों को ग्राम स्केल पर इष्टतम परिस्थितियों में संश्लेषित किया गया।

A process for the synthesis of 2,6-substituted pyridines and di-arylation of imidazopyridines through palladium catalysis has been developed. The methodology works well with aryl halides containing both electron-donating groups (–Me, OMe, tBu) and electron-withdrawing groups (–NO<sub>2</sub>, Br, F, CF<sub>3</sub>, CN, and CO<sub>2</sub>Me) at various positions, including di-halides. Control experiments suggest that it is possible to install two different arenes through the sequential addition of different iodoarenes. This transformation is highly desirable for the selective synthesis of arylated structural isomers of imidazo[1,2-a]pyridines. Moderate to good yields of both 2,6-substituted pyridines and poly-arylated imidazo[1,2-a]pyridines were obtained. To validate the feasibility of the process, four products were synthesized on a gram scale under optimized conditions.



चित्र: Pd-उत्प्रेरित रीजियोसेलेक्टिव संश्लेषण का आरेखीय चित्र।

Figure: Schematic diagram of Pd-catalyzed regioselective synthesis.

Chem. Commun., 55 (2019) 10888–10891

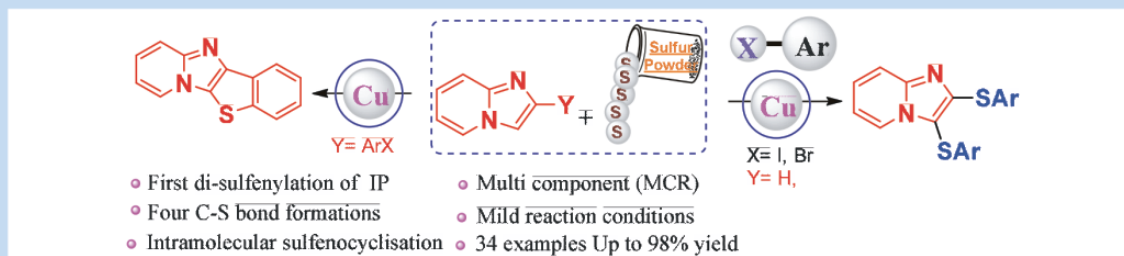


## तत्वीय सल्फर का उपयोग करके इमिडाज़ो[1,2-a]पाइरीडीन के डाइ-सल्फेनाइलीकरण के लिए ताम्र-उत्प्रेरित बहु घटक अभिक्रियाएँ

### Copper-catalysed multi-component reactions for disulfenylation of imidazo[1,2-a]pyridines using elemental sulfur

हमने ताम्र-उत्प्रेरित बहु-घटक अभिक्रियाओं के माध्यम से तत्वीय सल्फर और हैलोएरीन्स का उपयोग करके डाइ-सल्फेनाइलेटेड इमिडाज़ो[1,2-a]पाइरीडीन और इंडोल्स के द्वि C-S-C बंध के निर्माण के द्वारा चयनात्मक संश्लेषण के लिए एक विधि विकसित की है। इस विधि का व्यापक सबस्ट्रेट दायरा है, जिसमें विभिन्न प्रकार के प्रतिस्थापित हैलोएरीन्स शामिल हैं। हमारे ज्ञान के अनुसार, यह इमिडाज़ो[1,2-a]पाइरीडीन के डाइ-सल्फेनाइलेटेड करने के लिए एक-पॉट बहु-घटक अभिक्रिया प्रणाली की पहली रिपोर्ट है। वर्तमान रणनीति को अन्य महत्वपूर्ण हेटरोसाइक्लिक यौगिकों, जैसे कि इंडोल्स पर विस्तारित किया गया, और इष्टतम परिस्थितियों में, संबंधित डाइ-सल्फेनाइलेटेड उत्पाद मध्यम उत्पादकता के साथ प्राप्त किए गए।

We have developed a copper-catalyzed multi-component reaction for the selective synthesis of disulfenylated imidazo[1,2-a]pyridines and indoles using elemental sulfur and haloarenes through double C-S-C bond formations. This method has a broad substrate scope, accommodating a variety of substituted haloarenes. To the best of our knowledge, this is the first report of disulfenylation of imidazo[1,2-a]pyridine using a one-pot multi-component reaction system. The present strategy was extended to other important heterocyclic compounds, such as indoles, and under optimized conditions, the corresponding disulfenylated products were obtained in moderate yields.



**चित्र:** ताम्र-उत्प्रेरित बहु-घटक अभिक्रियाओं को दर्शाते हुए आरेखीय चित्र।

**Figure:** Schematic diagram illustrating the Copper-catalysed multi-component reactions.

J. Org. Chem., 84 (2019) 14151-14160

## पाइरिडोट्रायज़ोल्स का Pd-उत्प्रेरित ऑर्थो-चयनात्मक C-H ऐसाइलऑक्सीलन और हाइड्रॉक्सीलन

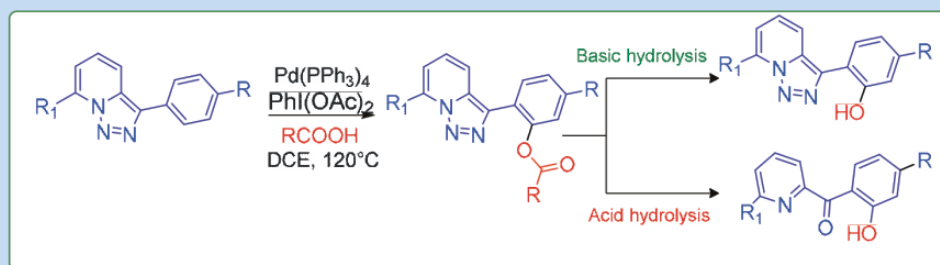
### Pd-catalyzed ortho selective C-H acyloxylation and hydroxylation of pyridotriazoles

3-फिनाइल-पाइरिडोट्रायज़ोल्स के सीधे ऑर्थो C-H ऐसाइलऑक्सीलन के लिए विभिन्न कार्बोक्सिलिक अम्ल को ऐसाइलऑक्सीलन अभिकर्मक के रूप में उपयोग करते हुए पैलाडियम-उत्प्रेरित एक कुशल प्रोटोकॉल विकसित किया

An efficient protocol for the palladium-catalyzed direct ortho C-H acyloxylation of 3-phenyl-pyridotriazoles with various carboxylic acids as acyloxylation reagents has been

गया। यह अभिक्रिया पाइरिडोट्रायज़ोल्स के मोनो-ऐसाइलऑक्सीलन के लिए अत्यधिक चयनात्मक है, जिसमें  $\text{PhI}(\text{OAc})_2$  (PIDA) को एक ऑक्सीडेंट और एलिफैटिक कार्बोक्सिलिक अम्ल के रूप में उपयोग किया गया है। जब ऐसिटिक ऐनहाइड्राइड को ऐसाइलिकरण अभिकर्मक के रूप में उपयोग किया गया, तो पाइरिडोट्रायज़ोल्स के रिंग ओपनिंग के माध्यम से 2-ऑक्सो-1-फेनाइल-1-(पाइरिडिन-2-यल)प्रोपाइल एसीटेट्स जैसे रोचक उत्पाद प्राप्त किए गए। हमने एक-पॉट संश्लेषण के माध्यम से (2-हाइड्रॉक्सिफेनाइल)(पाइरिडिन-2-यल)मेथोनोन का प्रत्यक्ष संश्लेषण भी वर्णित किया, जिसमें ऐसाइलऑक्सीलन के बाद बुनियादी हाइड्रोलिसिस की जाती है। यह ध्यान देने योग्य है कि जब 2-([1,2,3]ट्रायज़ोलो[1,5-a]पाइरिडिन-3-यल)फेनाइल एसीटेट पर अम्लीय हाइड्रोलिसिस की गयी, तो 2-([1,2,3]ट्रायज़ोलो[1,5-a]पाइरिडिन-3-यल)फेनोल प्राप्त हुआ। व्यावसायिक संश्लेषण के लिए प्रक्रिया की संभाव्यता को मान्यता देने के लिए, दो उत्पादों को ग्राम स्केल (5.0 मिलीमोल) पर इष्टतम परिस्थितियों में संश्लेषित किया गया।

developed. The reaction is highly selective for the mono-acyloxylation of pyridotriazoles using  $\text{PhI}(\text{OAc})_2$  (PIDA) as an oxidant and aliphatic carboxylic acids. When acetic anhydride was employed as the acylation reagent, an interesting product, 2-oxo-1-phenyl-1-(pyridin-2-yl)propyl acetates, was obtained through the ring opening of pyridotriazoles. We also describe the direct one-pot synthesis of (2-hydroxyphenyl)(pyridin-2-yl)methanones via acyloxylation followed by basic hydrolysis. Notably, when 2-([1,2,3]triazolo[1,5-a]pyridin-3-yl)phenyl acetate was subjected to acid hydrolysis, 2-([1,2,3]triazolo[1,5-a]pyridin-3-yl)phenol was obtained. To validate the feasibility of the process for commercial synthesis, two products were synthesized on a gram scale (5.0 mmol) under optimized conditions.



**चित्र:** Pd-उत्प्रेरित ऑर्थो-चयनात्मक C-H ऐसाइलऑक्सीलन और हाइड्रॉक्सीलन को दर्शाते हुए आरेखीय चित्र।

**Figure:** Schematic diagram illustrating the Pd-catalyzed ortho selective C-H acyloxylation and hydroxylation.

Eur. J. Org. Chem. (2019) 7874-7879

## एरीन्स/ हेटरोएरीन्स का कक्ष ताप पर एज़ो-ऐराइलीकरण

### Azo-arylation of arenes/ heteroarenes at room temperature

कमरे के तापमान पर संक्रमण धातु-मुक्त और क्षार-मुक्त परिस्थितियों में एज़ा-हेटरोसाइकिल्स के ऐराइलीकरण के लिए एक विधि विकसित की गई है। सभी प्रारंभिक सबस्ट्रेट्स को व्यावसायिक रूप से उपलब्ध अपरिष्कृत सामग्री का उपयोग करके संश्लेषित किया गया। संश्लेषित एज़ो रंजकों का प्राकृतिक और कृत्रिम दोनों प्रकार के वस्त्रों को रंगने के लिए

A method was developed for the azo-arylation of azaheterocycles under transition metal-free and base-free conditions at room temperature. All the starting substrates were synthesized using commercially available raw materials. The synthesized azo dyes were tested for dyeing both natural and synthetic fabrics. For dyeing,



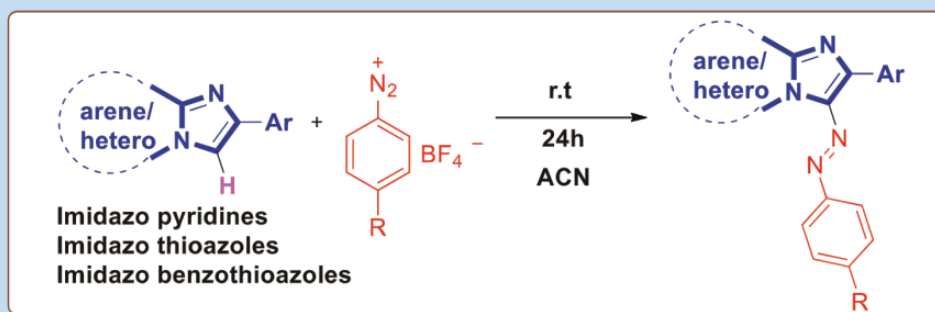


परीक्षण किया गया। रंगाई के लिए, संश्लेषित उत्पाद को एक कार्बनिक विलायक में घोलकर, प्राकृतिक और कृत्रिम दोनों प्रकार के कपड़ों को उस घोल में डुबोया गया और कमरे के तापमान पर या धूप में सुखाया गया। रंगे हुए कपड़ों को पूर्व-उपचार की आवश्यकता नहीं थी, और लंबे समय तक धूप में रहने के बाद भी रंग का कोई क्षरण नहीं देखा गया। इस नई प्रक्रिया के माध्यम से बेस अणु में वांछित कार्यात्मक समूहों को स्थापित किया जा सकता है, जिससे लाल, नारंगी, पीला के विभिन्न शेड के रंजक उत्पाद प्राप्त होते हैं। दो प्रतिनिधि उत्पादों के ग्राम-स्तरीय संश्लेषण ने स्केल-अप प्रतिक्रियाओं के लिए वर्तमान प्रोटोकॉल की व्यावहारिकता को दर्शाया।

(1) यह प्रक्रिया सरल और पर्यावरण के अनुकूल है; (2) यह धातुओं और क्षारों के उपयोग से बचती है; (3) प्रक्रिया अपशिष्ट पदार्थों के उत्पादन को कम करती है; (4) प्रतिक्रियाएँ कमरे के तापमान और वायुमंडलीय दबाव पर की जाती हैं; (5) यह विधि फ्यूज्ड हेटरोसाइकिल्स पर इलेक्ट्रॉन-प्रदाता और/ या इलेक्ट्रॉन-अवशोषक दोनों समूहों वाले सबस्ट्रेट्स के लिए उपयुक्त है; (6) उत्पाद 60-90% की उच्च शुद्धता के साथ प्राप्त किया जा सकता है; (7) रंगाई की प्रक्रिया को साधारणतया कमरे के तापमान पर उपयुक्त विलायक में रंजकों को घोलकर और प्राकृतिक या कृत्रिम कपड़े को उस घोल में डुबोकर किया जा सकता है।

the synthesized product was dissolved in an organic solvent, and both natural and synthetic fabrics were dipped in the solution and dried at room temperature or under sunlight. The dyed fabrics did not require pre-treatment, and no leaching of color was observed even after prolonged exposure to sunlight. This new procedure allows for the installation of desired functional groups in the base molecule to produce dyes in varying shades of red, orange, and yellow. Gram-scale syntheses of two representative products demonstrate the practical applicability of the current protocol for scale-up reactions.

(1) This process is easy and eco-friendly; (2) It avoids the use of metals and bases; (3) The process minimizes the generation of waste effluents; (4) The reactions are performed at room temperature and atmospheric pressure; (5) The method is applicable to substrates with both electron-donating and/ or electron-withdrawing groups on fused heterocycles; (6) The product can be obtained in 60-90% yield with high purity; (7) The dyeing process can be carried out by simply dissolving the dye in a suitable solvent at room temperature and dipping the natural or synthetic fabric in the solution.



चित्र: ऐरीन्स/हेटरोऐरीन्स के एज़ो-ऐराइलीकरण को दर्शाने वाला योजनाबद्ध चित्र।

**Figure:** Schematic diagram illustrating Azo-arylation of Arenes/Heteroarenes.

ChemistrySelect, 4 (2019) 5740-5744

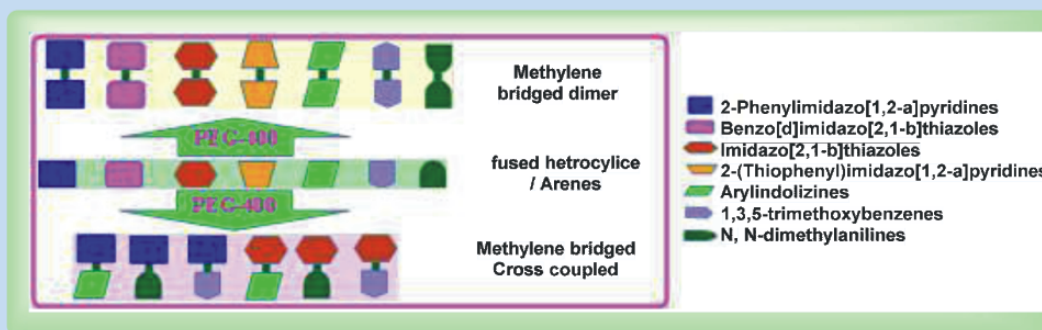


## पॉलीइथिलीन ग्लाइकॉल (PEG-400): कार्बनिक संश्लेषण में मिथिलीन स्पेसर एवं हरित विलायक के रूप में

### Polyethylene glycol (PEG-400): as methylene spacer and green solvent in organic synthesis

पॉलीइथिलीन ग्लाइकॉल 400 (PEG 400) का उपयोग एक हरे, जैव-अवक्रमणीय विलायक के रूप में और साथ ही एक मिथिलीन स्पेसर के रूप में, धातु मुक्त परिस्थितियों में हेटरो डाई-एराइलमीथेन के वन-पॉट संश्लेषण के लिए किया गया। PEG 400 का उपयोग मिथिलीन स्पेसर के रूप में सममित और असममित दोनों प्रकार के फ्यूज्ड हेटरोसाइकिल्स और ऐरिन्स के डाइमराइजेशन के लिए किया जाता है। इस प्रतिक्रिया को (डायाएसिटॉक्सीआइडो)बेंजीन (PIDA) एक ऑक्सिडेंट के रूप में सुगम बनाया गया है। यह प्रतिक्रिया संक्रमण धातु-मुक्त, क्षार-मुक्त, लिगेंड-मुक्त, और संमिश्रक-मुक्त परिस्थितियों में होती है, जिसमें  $sp^3$ - और  $sp^2$ -संकरित कार्बनों का संयोग शामिल होता है। यह विधि विभिन्न हेटरोसाइकिल्स, जैसे इमिडाजोपाइरिडिन्स, इमिडाजोथायोफोल्स, इमिडाजोबेंजोथायोफोल्स, इंडोलिजिन्स, इंडोल, 1-मेथिल-1H-इंडोल, N,N-डाइमेथिलएनिलीन और ट्राइमेथॉक्सीबेंजीन के लिए लागू है। यह प्रक्रिया अच्छे से उत्कृष्ट परिणाम देती है और ग्राम-स्तरीय संश्लेषण के लिए उपयुक्त है, जिससे इसके वाणिज्यिक और औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए इसकी संभाव्यता प्रदर्शित होती है। यह विधि हेटरोसाइकिल्स की विस्तृत श्रृंखला के होमो- और हेटेरो- डाइमराइजेशन दोनों के लिए उपयुक्त है। नियंत्रित

Polyethylene glycol 400 (PEG 400) has been employed as a green, biodegradable solvent as well as a methylene spacer for the one-pot synthesis of hetero diarylmethanes under metal-free conditions. PEG 400 is used for the dimerization of both symmetrical and unsymmetrical fused heterocycles and arenes as a methylene spacer. The reaction is facilitated by (diacetoxyiodo)benzene (PIDA) as an oxidant. This reaction proceeds under transition metal-free, base-free, ligand-free, and additive-free conditions, involving the coupling of  $sp^3$ - and  $sp^2$ -hybridized carbons. The method is applicable to a variety of heterocycles, such as imidazopyridines, imidazothiazoles, imidazobenzothiazoles, indolizines, indole, 1-methyl-1H-indole, N,N-dimethylaniline, and trimethoxybenzene. The process yields good to excellent results and is scalable to gram-scale synthesis, demonstrating its potential for commercial and industrial applications. The method is applicable to both homo- and hetero-dimerization of a wide variety of heterocycles.



**चित्र:** PEG-400 को कार्बनिक संश्लेषण में मिथिलीन स्पेसर एवं हरित विलायक के रूप में दर्शाने वाला योजनाबद्ध चित्र।

**Figure:** Schematic diagram illustrating PEG-400 as methylene spacer and green solvent in organic synthesis.



प्रयोगों से संकेत मिलता है कि यह प्रतिक्रिया एक आयनिक तंत्र के माध्यम से होती है। पॉलीइथिलीन ग्लाइकोल (PEG 400) एक हरे विलायक और मिथिलीन स्रोत दोनों के रूप में दोहरी भूमिका निभाता है। यह सस्ता और व्यावसायिक रूप से उपलब्ध है।

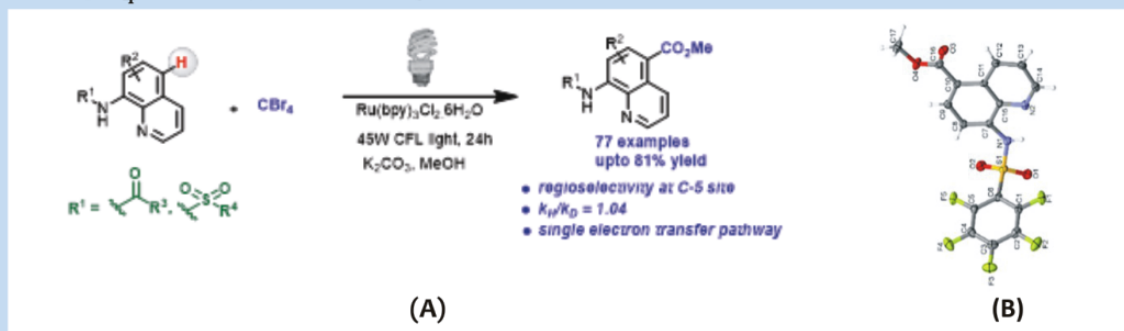
Control experiments suggest that the reaction proceeds through an ionic mechanism. Polyethylene glycol (PEG 400) plays a dual role as a green solvent and a methylene source. It is inexpensive and commercially available.

Eur. J. Org. Chem. (2020) 3499–3507

## ऐरीन्स और हेटरोऐरीन्स का दृश्य प्रकाश द्वारा प्रेरित प्रकाश-उत्प्रेरित कार्बोक्सिलीकरण Visible light promoted photocatalytic carboxylation of arenes and hetero-arenes

क्विनोलीन और इसके व्युत्पन्न प्राकृतिक उत्पादों, औषधियों, और कार्यात्मक पदार्थों की विविध शृंखला में एक महत्वपूर्ण संरचनात्मक तत्व के रूप में व्यापक रूप से मान्यता प्राप्त हैं। कई मलेरिया विरोधी दवाएं, जैसे प्राइमाक्वीन, पामाक्वीन, बुलाक्वीन, और तफेनोक्वीन, में 8-एमिनो क्विनोलीन स्काफोल्ड होता है। वाणिज्यिक दवाएं, जैसे इमिकीमोड (एक प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया संशोधक), कैसररोधी कारक, क्लोरोक्वीन (एक मलेरिया विरोधी दवा), और लेवोफ्लोक्सासिन (एक प्रतिजैविक), क्विनोलीन अंश में अमीनो और कार्बोक्सिलिक समूह शामिल होते हैं। हमने यहां 8-एमिनो क्विनोलीन एमाइड्स या सल्फोनामाइड्स के रिमोट C-5 कार्बोक्सिलीकरण के लिए एक दृश्य प्रकाश द्वारा प्रेरित विधि विकसित की है, जिसमें सीधे C-H फंक्शनलीकरण का उपयोग  $\text{CBr}_4$  और मेथनॉल या अन्य अल्कोहल्स के साथ

Quinoline and its derivatives are widely recognized as a pivotal structural motif in a diverse array of natural products, pharmaceuticals, and functional materials. Several antimalarial drugs, such as primaquine, pamaquine, bulaquine, and tafenoquine, feature an 8-aminoquinoline scaffold. Commercial drugs, including imiquimod (an immune response modifier), anticancer agents, chloroquine (an antimalarial drug), and levofloxacin (an antibiotic), contain amino and carboxylic groups within the quinoline moiety. In this work, we have developed a visible light-promoted remote C-5 carboxylation of 8-aminoquinoline amides or sulfonamides via direct C-H functionalization using  $\text{CBr}_4$  and methanol or other alcohols. This carboxylation



**चित्र: (A)** 8-एमिनो क्विनोलीन एमाइड्स और सल्फोनामाइड्स की प्रकाश उत्प्रेरित C-5 कार्बोक्सिलीकरण और **(B)** प्रतिनिधि उत्पाद की क्रिस्टल संरचना।

**Figure: (A)** Photocatalytic C-5 carboxylation of 8-aminoquinoline amides and sulfonamides and **(B)** crystal structure of representative product.



किया गया है। यह कार्बोक्सिलीकरण विधि सौम्य परिस्थितियों (कमरे के तापमान, 45W व्हाइट LED) में चलती है, जिसमें विस्तृत सबस्ट्रेट दायरा और अच्छी कार्यात्मक समूह सहिष्णुता होती है। इस विधि की प्रयोज्यता को TSQ, जो जिंक (II) के लिए सबसे कुशल झिल्ली-पारगम्य फ्लोरोसेंट प्रॉब्स में से एक है, की फंक्शनलीकरण और 8-एमिनो क्विनोलिन-5-कार्बोक्सिलेट के संश्लेषण के लिए एमाइड समूह की चयनात्मक डिप्रोटेक्शन द्वारा प्रदर्शित किया गया है।

method operates under mild conditions (room temperature, 45W white LED) with a wide substrate scope and good functional group tolerance. The applicability of the method is further demonstrated by the functionalization of TSQ, one of the most efficient membrane-permeable fluorescent probes for zinc (II), and the selective deprotection of the amide group to synthesize 8-aminoquinoline-5-carboxylate.

J. Org. Chem. 84 (2019) 9869–9896

### नेफ़थलीन का ताम्र-उत्प्रेरित कार्बोक्सिलीकरण Copper-catalyzed carboxylation of naphthalene

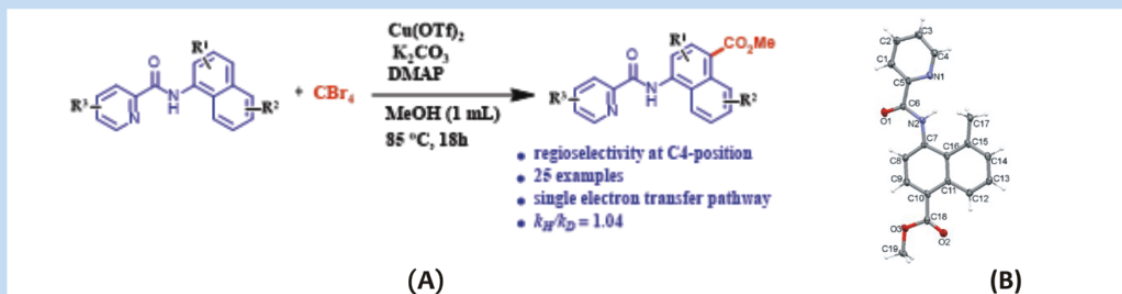
संक्रमण धातु-उत्प्रेरित C-H फंक्शनलीकरण रणनीतियाँ मूल्यवान कार्बनिक अणुओं के संश्लेषण के लिए तेजी से प्रगति कर रही हैं। इस सक्रिय शोध क्षेत्र में, ऐरिन्स और हेटेरोऐरिन्स की रेजियोसिलेक्टिव कार्बोक्सिलीकरण ऐरोमैटिक अंश में एक C1 यूनिट जोड़ने के लिए एक महत्वपूर्ण कार्बनिक रूपांतरण है। नाफ्थालेन्स विशेष ऐरोमैटिक यौगिक हैं जो विभिन्न औषधीय रसायन, कृषि रसायन, और कार्यात्मक सामग्री जैसे कार्बनिक अर्धचालक और इलेक्ट्रोक्रोमिक सामग्री में व्यापक रूप से उपस्थित होते हैं। इस संदर्भ में, हमने 1-नाफ्थलामाइन और अन्य ऐरोमैटिक और हेटेरोऐरोमैटिक सबस्ट्रेट्स की सरल कॉपर-उत्प्रेरित रेजियोसिलेक्टिव C4 कार्बोक्सिलीकरण विधि विकसित की है, जिसमें  $\text{CBr}_4$  और अल्कोहल का उपयोग किया गया है और पिकोलीनामाइड और समकक्ष एमाइड्स को डायरेक्टिंग ग्रुप के रूप में प्रयोग किया गया है। इस कार्बोक्सिलीकरण विधि में विस्तृत सबस्ट्रेट स्कोप, अच्छी कार्यात्मक समूह सहिष्णुता और स्केल-अप की सुविधा है। डायरेक्टिंग ग्रुप का डिप्रोटेक्शन और 1-नाफ्थाइलएमाइड अंश की अनुक्रमिक C-H फंक्शनलीकरण से पॉलीसब्सटि्यूटेड नाफ्थालेन का निर्माण हमारी विकसित विधि की प्रासंगिकता को दर्शाता है। नियंत्रित प्रयोगों, जिसमें रैडिकल मध्यवर्तियों को थामना शामिल है, ने खुलासा किया

Transition metal-catalyzed direct C-H functionalization strategies are rapidly advancing for the synthesis of valuable organic molecules. In this active research area, the regioselective carboxylation of arenes and heteroarenes is a significant organic transformation for installing a C1 unit in the aromatic moiety. Naphthalenes are privileged aromatic compounds that are widely present in numerous pharmaceuticals, agrochemicals, and functional materials such as organic semiconductors and electroluminescent materials. In this context, we have developed a simple copper-catalyzed regioselective C4 carboxylation of 1-naphthylamine and other aromatic and heteroaromatic substrates using  $\text{CBr}_4$  and alcohol, with picolinamide and analogous amides as directing groups. The carboxylation method demonstrates a wide substrate scope, good functional group tolerance, and ease of scale-up. The deprotection of the directing group and the sequential C-H functionalization of the 1-naphthyl amide moiety to polysubstituted naphthalene highlight the applicability of our developed methodology. Control experiments, including the trapping of radical intermediates,



कि यह प्रतिक्रिया एक सिंगल-इलेक्ट्रॉन ट्रांसफर (SET) पथ के माध्यम से होती है। यह कार्बोक्सिलीकरण विधि औषधीय रसायनों के रूप से महत्वपूर्ण अणुओं और कार्बनिक कार्यात्मक सामग्री के उत्तर-कालीन संशोधन के लिए उपयोगी होगी।

revealed that the reaction proceeds through a single-electron transfer (SET) pathway. This carboxylation methodology will be useful for the late-stage modification of pharmaceutically important molecules and organic functional materials.



चित्र: (A) नेफथलीन के कार्बोक्सिलीकरण की विधि और (B) प्रतिनिधि उत्पाद की क्रिस्टल संरचना।

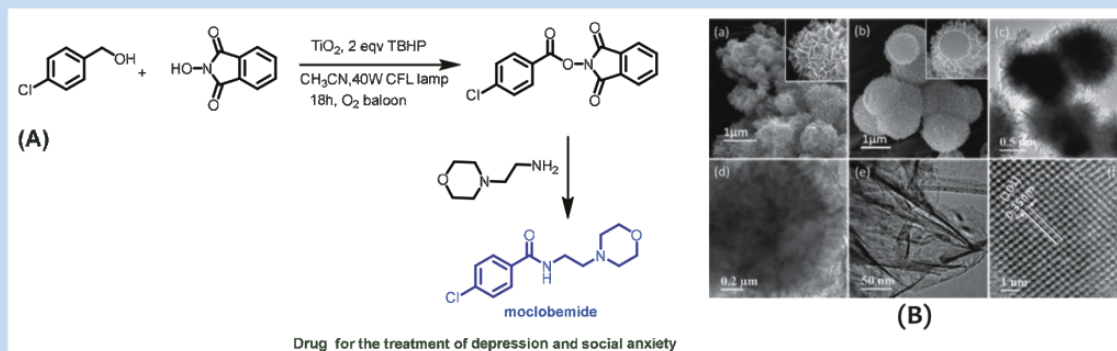
Figure: (A) Method for carboxylation of naphthalene and (B) crystal structure of representative product.

Adv. Synth. Catal. 361 (2019) 3950– 3957

## दृश्य प्रकाश सक्रिय उत्प्रेरक का संश्लेषण और कार्बनिक संश्लेषण में अनुप्रयोग Synthesis of visible light active catalyst and application in organic synthesis

यहाँ, हम N-डोप्ड पीला  $\text{TiO}_2$  (N- $\text{TiO}_2$ ) होलो स्फीयर के लिए एक सरल संश्लेषण प्रोटोकॉल को रिपोर्ट करते हैं, जो एक प्रभावी दृश्य प्रकाश-सक्रिय प्रकाश उत्प्रेरक है। संश्लेषित उत्प्रेरक N-हाइड्रॉक्सीएमाइड और अल्कोहल के सक्रिय एस्टर का उत्पादन करने में सक्षम है, जो अल्कोहल को एलिडहाइड में चुनिंदा ऑक्सीकरण के साथ-साथ क्रॉस-

Herein, we report a simple synthetic protocol for N-doped yellow  $\text{TiO}_2$  (N- $\text{TiO}_2$ ) hollow spheres as an efficient visible light-active photocatalyst. The synthesized catalyst is capable of producing active esters of N-hydroxyimide and alcohol through the simultaneous selective oxidation of alcohol to



चित्र: (A) मोक्लोबेमाइड ड्रग का संश्लेषण (B) संश्लेषित उत्प्रेरक की एसईएम और टीईएम छवियाँ।

Figure: (A) Synthesis of moclobemide drug (B) SEM and TEM images of synthesized catalyst.



डीहाइड्रोजेनेटिव कपलिंग (CDC) के माध्यम से होता है, जो दृश्य प्रकाश के विकिरण के तहत आम परिस्थितियों में होता है। विकसित की गई रणनीति का महत्व यह है कि यह एक-पॉट प्रतिक्रिया में विभिन्न प्रकार के एमाइड्स और एस्टर्स को उत्कृष्ट उत्पादकता के साथ संश्लेषित करने में सक्षम है। इस विधि की प्रयोज्यता को मोक्लोबेमाइड, एक दवा जिसका मुख्य रूप से अवसाद और सामाजिक उद्वेग के उपचार के लिए उपयोग होता है, के ग्राम-स्तरीय संश्लेषण द्वारा और प्रदर्शित किया गया है।

aldehyde, followed by cross-dehydrogenative coupling (CDC) under ambient conditions upon visible light irradiation. The significance of the developed strategy lies in its ability to synthesize a wide variety of amides and esters in a one-pot reaction with excellent yields. The applicability of the method is further demonstrated by the gram-scale synthesis of moclobemide, a drug primarily used for the treatment of depression and social anxiety.

**Chem. Asian J. 14 (2019) 3205 – 3212**





## विषयवस्तु: पदार्थ विज्ञान

## THEME : MATERIALS

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

विगत वर्षों में, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने खुद को पदार्थ विज्ञान के क्षेत्र में एक अग्रणी के रूप में स्थापित किया है, अपनी शोध क्षमताओं और विशेषज्ञता को इस केंद्रीय विषय में लगातार विस्तारित किया है। संस्थान ने विभिन्न प्रकार के पदार्थों के संश्लेषण और अनुप्रयोग में उल्लेखनीय प्रगति की है, जिनमें क्ले, जियोलाइट्स, धातु ऑक्साइड्स, हाइड्रोटेल्साइट्स, कार्बन, धातु-कार्बनिक संरचनाएं (एमओएफ्स), कार्यात्मक अकार्बनिक धातु कॉम्प्लेक्स और नैनोकण शामिल हैं। इन सामग्रियों को विभिन्न उद्योगों जैसे कि उत्कृष्ट रसायन, औषधीय रसायन और कृषि रसायन में उनके व्यावहारिक और स्थायी अनुप्रयोगों के लिए अन्वेषण किया जा रहा है। वर्ष 2019-20 के दौरान, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने अपने शोध प्रयासों को और बढ़ाया, जो स्थायी विकास में योगदान देने वाली नवीन सामग्रियों के विकास पर केंद्रित थे। संस्थान के विभिन्न विभागों के वैज्ञानिकों और शोध समूहों ने न केवल आंतरिक रूप से, बल्कि अन्य राष्ट्रीय प्रयोगशालाओं, शैक्षणिक संस्थानों और उद्योगों के साथ भी व्यापक रूप से सहयोग किया, जिससे पदार्थ अनुसंधान की सीमाओं को बढ़ाया जा सके। संस्थान का कार्य प्रौद्योगिकी, प्रक्रिया अनुकूलन और उत्पाद विकास में महत्वपूर्ण प्रगति का कारण बना है, जो 400 से अधिक प्रतिष्ठित राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय पत्रिकाओं में प्रकाशित गुणवत्तापूर्ण शोधपत्रों में अच्छी तरह से प्रलेखित है। संस्थान की उपलब्धियाँ समाजिक पहलों में सक्रिय भागीदारी और बौद्धिक संपदा अधिकारों की सुरक्षा में भी परिलक्षित होती हैं, जिसमें कई प्रक्रियाओं का पेटेंट करवाया गया है और उन्हें उद्योगों में व्यावसायिक उपयोग के लिए स्थानांतरित किया गया है। इन पदार्थों का विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों में सफलतापूर्वक अनुप्रयोग सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के शोध प्रयासों के व्यावहारिक प्रभाव को रेखांकित करता है। प्रस्तुत खंड में, वर्ष 2019-20 के दौरान विषयवस्तु 'पदार्थ' पर संस्थान द्वारा किये गये कार्यों के मुख्य अंश प्रस्तुत किए गए हैं, जो संस्थान द्वारा किए गए नवाचारी अनुसंधान और विकास गतिविधियों को प्रदर्शित करते हैं।

### Thematic core competences

Over the years, CSIR-CSMCRI has established itself as a leader in the field of materials science, steadily expanding its research capabilities and expertise in this central theme. The institute has made remarkable strides in the synthesis and application of a wide variety of materials, including clays, zeolites, metal oxides, hydrotalcites, carbons, metal-organic frameworks (MOFs), functionalized inorganic metal complexes, and nanoparticles. These materials are being explored for their practical and sustainable applications across various industries, including fine chemicals, pharmaceuticals, and agrochemicals. During the year 2019-20, CSIR-CSMCRI continued to enhance its research efforts, focusing on the development of innovative materials that contribute to



sustainable development. Scientists and research groups from diverse disciplines within the institute have collaborated extensively, both internally and with other national laboratories, academic institutions, and industries, to push the boundaries of materials research. The institute's work has led to significant advancements in technology, process optimization, and product development, all of which are well-documented in over 400 quality publications in reputed national and international journals. The institute's achievements are also reflected in its active participation in societal initiatives and the protection of intellectual property rights, with several processes being patented and transferred to industries for commercial exploitation. The successful application of these materials in various industrial sectors underscores the practical impact of CSIR-CSMCRI's research efforts. In the following section, key highlights of the institute's work on the theme "Materials" during the year 2019-20 are presented, showcasing the innovative research and development activities undertaken by the institute.

## उच्च लिथियम लोडिंग के लिए मैक्रोसाइक्लिक आयोनोफोर का विकास

### Development of macrocyclic ionophore for high lithium loading

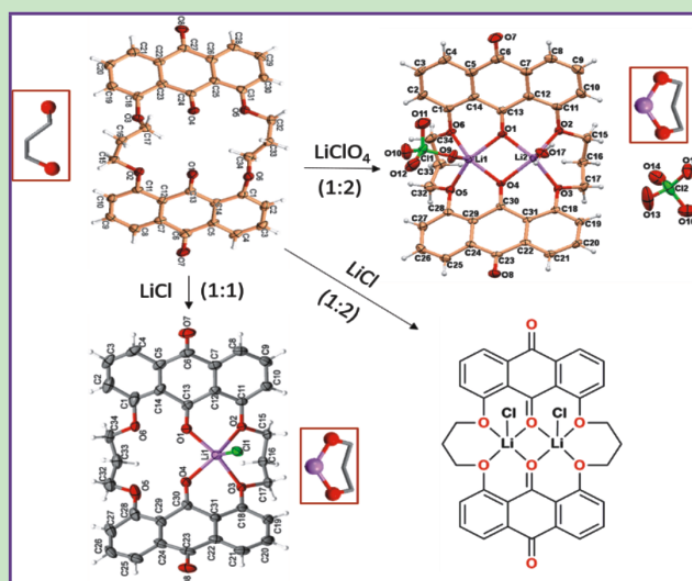
साधारण नमक और अन्य रसायनों के अलावा, समुद्री जल स्ट्रोंशियम (8 पीपीएम) और लिथियम (0.2 पीपीएम) जैसे मूल्यवान खनिजों का समृद्ध स्रोत है, जो चार प्रमुख धातु आयनों ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  और  $\text{K}^+$ ) के बाद वाणिज्यिक रूप से निकाले जाते हैं। हालांकि, ये तत्व समुद्री जल में अल्प मात्रा में मौजूद होते हैं, लेकिन समुद्री जल से क्रमिक वाष्पीकरण के माध्यम से साधारण नमक के उत्पादन के दौरान मात्रा में लगभग 98% की कमी होती है, जिससे बितर्न में इन तत्वों की सांद्रता बढ़ जाती है। हालांकि, जलीय प्रणालियों से इन क्षार या क्षारीय-मृदा धातु आयनों का चयनात्मक निष्कर्षण एक स्थापित चुनौती है क्योंकि इनमें बहुत उच्च जलयोजन ऊर्जा होती है और समान धातु आयनों का सह-अस्तित्व भी होती है। चुनौतियों के बावजूद आर्थिक लाभ के कारण यह प्रयास आकर्षक हो जाता है। समुद्री स्रोतों से इन अल्प मात्रा में मौजूद धातु आयनों की पहचान, निष्कर्षण और पूर्व-संवर्धन के लिए आयोनोफोर का विकास संभावनापूर्ण हो सकता है, क्योंकि वे हस्तक्षेपकारी धातु आयनों को हटाए बिना तनु अवस्था में कार्य कर सकते हैं। इस उद्देश्य के लिए, एक एंथ्राक्विनोन व्युत्पन्न आयोनोफोर तैयार किया गया, जिसने  $\text{LiCl}$  के साथ आयन-युग्मन बंधन का

Apart from common salt and other chemicals, seawater is a rich source of valuable minerals like strontium (8 ppm) and lithium (0.2 ppm), in addition to the four major metal ions ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ , and  $\text{K}^+$ ), which are commercially extracted. Although these elements are present in trace amounts in seawater, during the production of common salt through sequential evaporation, a significant volume reduction of about 98% occurs, leading to an increased concentration of these trace elements in bittern. However, the selective extraction of these alkali or alkaline-earth metal ions from aqueous systems remains a recognized challenge due to their very high hydration energy and the coexistence of similar metal ions. Despite this challenge, the economic benefits make it an appealing endeavor. The development of ionophores for the detection, extraction, and pre-concentration of these trace metal ions from oceanic sources holds promise, as they can function under dilute conditions without necessitating the removal of interfering metal ions. To address this, an anthraquinone-derived ionophore was prepared, demonstrating ion-



प्रदर्शन किया। ठोस-तरल निष्कर्षण स्थितियों के तहत, यह आयनोफोर  $\text{LiClO}_4$  के साथ 135% और  $\text{LiCl}$  नमक के साथ 69.16% की उच्च लिथियम लोडिंग क्षमता दर्शाता है, जो विशिष्ट चयनात्मकता प्रदर्शित करता है। इसके अलावा, तरल-तरल निष्कर्षण स्थितियों के तहत, मैक्रोसाइक्लिक आयनोफोर 1 M  $\text{LiCl}$  स्रोत चरण सांद्रता के साथ 27% और 1 M  $\text{LiClO}_4$  के साथ 48.57% लोडिंग क्षमता प्रदर्शित करता है।

pair binding with  $\text{LiCl}$ . Under solid-liquid extraction conditions, this ionophore exhibits a high lithium loading capacity of 135% with  $\text{LiClO}_4$  and 69.16% with  $\text{LiCl}$  salt, showing exclusive selectivity. Furthermore, under liquid-liquid extraction conditions, the macrocyclic ionophore exhibits a loading capacity of 27% with a 1 M  $\text{LiCl}$  source phase concentration and 48.57% with 1 M  $\text{LiClO}_4$ .



**चित्र:** लिथियम आयन बंधन के लिए मैक्रोसाइक्लिक आयनोफोर।

**Figure:** Macrocyclic ionophore for lithium ion binding.

Inorg. Chem. 58 (2019) 7209-7219

## कक्ष – ताप आयनिक-द्रवों का अध्ययन

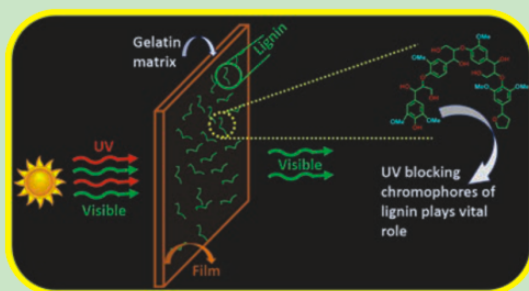
### Investigations into room temperature ionic liquids

हमने सामान्य परिस्थितियों में जिलेटिन-आधारित आयोनोजेल फिल्में बनाई हैं, जिनमें एंटीऑक्सीडेंट और रोगाणुरोधी गुण प्रदान करने के लिए कोलीन सैलिसिलेट, एक जैविक आयनिक तरल (आईएल), का उपयोग किया गया। इन फिल्मों में जिलेटिन मैट्रिक्स के सापेक्ष 100 वजन प्रतिशत तक आईएल लोडिंग प्राप्त की गई है, जिससे इन्हें उत्कृष्ट एंटीऑक्सीडेंट, रोगाणुरोधी, और पराबैंगनी संरक्षण गुण प्राप्त हुए हैं, साथ ही इनकी यांत्रिक दृढ़ता भी अद्वितीय है। इन

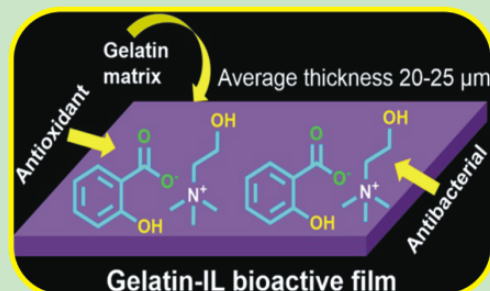
We have constructed gelatin-based ionogel films under ambient conditions, utilizing choline salicylate, a biobased ionic liquid (IL), to impart antioxidant and antimicrobial properties. The films achieved IL loading of up to 100 wt% relative to the gelatin matrix, demonstrating excellent antioxidant, antimicrobial, and UV shielding properties, along with exceptional mechanical strength. These films were tested for their food

फिल्मों का परीक्षण मेलस पुमिला का उपयोग करके खाद्य पैकेजिंग क्षमताओं के लिए किया गया, जहाँ वे वायु ऑक्सीकरण को प्रभावी ढंग से रोक सके। इसके अतिरिक्त, हमने कोलीन साइट्रेट, एक और जैव-आधारित आयनिक द्रव, से स्थिरित समरूपी जिलेटिन-लिग्निन पराबैंगनी (UV) संरक्षण फिल्में विकसित कीं, जिनमें भी उत्कृष्ट रोगाणुरोधी तथा यांत्रिक गुण प्रदर्शित हुए। तैयार जैवफिल्म्स ने ~45.0 तक का सौर सुरक्षा गुणांक (SPF), ~200% का अत्यधिक प्रसार, और ~70 MPa की तन्यता सामर्थ्य दिखाई, जो कार्बनिक बहुलक फिल्मों के बराबर हैं, जिससे ये पराबैंगनी प्रकाश अवरोधन के लिए एक संभावित नवीकरणीय संसाधन-आधारित सामग्री के रूप में उभरती हैं।

packaging capabilities using *Malus pumila*, where they were able to effectively prevented air oxidation. Additionally, we developed homogeneous gelatin–lignin UV shielding films stabilized with choline citrate, another biobased IL, which also exhibited excellent antimicrobial and mechanical properties. The resulting biofilms showed a sun protection factor (SPF) of up to ~45.0, large elongation (~200%), and tensile strength (~70 MPa), comparable to those of organic polymeric films, indicating their promise as renewable resource-based materials for UV light blocking.



(A)



(B)

**चित्र:** जिलेटिन-लिग्निन फिल्मों और जिलेटिन-आयोनिक लिक्विड फिल्मों की योजनाबद्ध प्रस्तुति।

**Figure:** Schematic representation of Gelatin-lignin films and Gelatin-Ionic Liquid films.

ACS Sustainable Chem. Eng. 2019, 7, 8631–8636  
Chem. Eur. J. 2019, 25, 1269 – 1274

## जैव-आधारित आयनिक तरल में धातु लवण के आकारिक रूपांतरण और डीएनए विन्यास का अध्ययन

### Studies on morphological transformation of metal salt and conformations of DNA in a bio-based ionic liquid

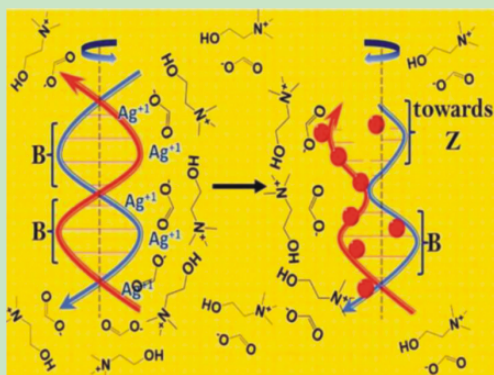
यहाँ, कोलीन-आधारित आयनिक द्रव — विशेष रूप से कोलीन फॉर्मेट — में विलयित डीएनए को चाँदी (Ag(I)) लवण का अपचय कर 10–20 नैनोमीटर आकार के सिल्वर नैनोपार्टिकल्स (AgNPs) बनाने में सक्षम पाया गया। इस प्रक्रिया के दौरान, आयनिक तरल के साथ डीएनए की अंतःक्रिया डीएनए की द्वितीयक संरचना में परिवर्तन उत्पन्न करती है, विशेष रूप से B-Z संक्रमण। कोलीन फॉर्मेट अपने

Herein, DNA solubilized in a choline-based ionic liquid, specifically choline formate, was found to reduce Ag(I) salt into silver nanoparticles (AgNPs) with a size distribution of 10–20 nm. During this process, the interaction of DNA with the ionic liquid induces alterations in the secondary structure of DNA, specifically a B-Z transition. Choline formate was found to present different binding sites for its cation





धनायन और ऋणायन के लिए विभिन्न बंधन-स्थल प्रदान करता है, जो डीएनए संरचना में विकृति को प्रोत्साहित करते हैं, जिससे डीएनए की त्रि-आयामी संरचना में संभावित परिवर्तन हो सकते हैं (B-Z संक्रमण)। ऐसा Z-DNA विशिष्ट लक्षणों के कारण संरचनात्मक-जीवविज्ञानियों का ध्यान आकर्षित करता है, क्योंकि इसमें जीन अभिव्यक्ति के नियमन और आनुवंशिक अस्थिरता में संभावित भूमिका होती है।



and anion, which promote torsions in the DNA structure, potentially leading to changes in the three-dimensional structure of DNA (B-Z transition). Such Z-DNA has attracted the attention of structural biologists due to its characteristic features, including its possible role in the regulation of gene expression and genetic instability.

चित्र: आयनिक तरल में डीएनए का बी-जेड परिवर्तन।

Figure: B-Z transition of DNA in ionic liquid.

Int. J. Bio. Macromol., 135 (2019) 926-930

## जैवबहुलक के विघटन और प्रसंस्करण के लिए हरित विलायक Green solvents for biopolymer degradation and processing

जैवबहुलकों का विघटन और प्रसंस्करण शायद दुनिया के सबसे पुराने रासायनिक प्रक्रियाओं में से एक है, और इस क्षेत्र में कई क्रांतिकारी आविष्कार हुए हैं। हालांकि, तकनीकी हस्तक्षेपों के आगमन के साथ, विकसित प्रक्रियाओं की दक्षता और प्रौद्योगिकी-अर्थशास्त्र को संबोधित करने के लिए जैवबहुलक प्रसंस्करण तकनीकों में कई सुधार किए गए हैं। कई ऐसे मामलों में वैकल्पिक विलायक-तंत्रों का उपयोग एक लोकप्रिय रणनीति है। जैवबहुलक को घुलाने और प्रसंस्कृत करने के लिए वैकल्पिक विलायक-तंत्रों की खोज हमेशा स्थिरता के दृष्टिकोण से चुनौतीपूर्ण रही है। जैवबहुलक को पारंपरिक रूप से जलीय प्रणालियों में घुलाया जाता है और कई चरणों वाली, जटिल प्रक्रियाओं का उपयोग करके प्रसंस्कृत किया जाता है। आयनिक तरल पदार्थ, गहरे यूटेक्टिक विलायक, और जैव-व्युत्पन्न विलायक संसाधनों से प्राकृतिक बहुलकों के निष्कर्षण और जैव-द्रव्य प्रसंस्करण के लिए उभरते हुए वैकल्पिक विलायक हैं। निकट भविष्य में

The dissolution and processing of biopolymers is perhaps one of the oldest chemical processes in the world, and several breakthrough inventions have taken place in this area. However, with the advent of technological interventions, numerous improvements have been made in biopolymer processing technologies to enhance the efficiency and technoeconomics of the developed processes. The application of alternative solvent systems is a popular strategy in many such cases. The search for alternative solvent systems to solubilize and process biopolymers is always challenging from a sustainability point of view. Biopolymers are conventionally solubilized in aqueous systems and processed using multistep, tedious protocols. Ionic liquids, deep eutectic solvents, and bio-derived solvents are emerging as

विभिन्न औद्योगिक प्रक्रियाओं में जैव-व्युत्पन्न और हरित विलायकों के उपयोग की संभावना है। इसलिए, ऐसे विलायकों पर अध्ययन किया जाना चाहिए ताकि उनके औद्योगिक अनुप्रयोगों की संभावनाओं का समालोचनात्मक मूल्यांकन किया जा सके। इन बिंदुओं को ध्यान में रखते हुए, वर्तमान समीक्षा लेख हाल के साहित्य और प्रतिवेदनों को संकलित करता है जो व्यावहारिक अनुप्रयोगों के लिए हरित विलायकों का उपयोग करते हुए प्राकृतिक बहुलकों के स्थायी प्रसंस्करण से संबंधित हैं।

alternative solvents for biomass pretreatment and the extraction of natural polymers from resources. The application of bio-derived and green solvents in various industrial processes can be envisaged in the near future. Therefore, studies on such solvents to critically assess their potential for industrial applications should be performed. Considering these points, the present review article compiles recent literature and reports related to the sustainable processing of natural polymers using green solvents for practical applications.



**चित्र:** कुछ जैवबहुलक आधारित आयन जैल (a)  $\kappa$ -कैरेजेन (b) सेलूलोज (c) ग्वार गम (d) काइटिन (e) इमली

**Figure:** Few representative biopolymer based ion gels (a)  $\kappa$ -carrageenan (b) Cellulose (c) Guar gum (d) Chitin (e) Tamarind.

Curr. Opin. Green Sustain. Chem. 18(2019) 72-78

## अपशिष्ट मानव बालों का उच्च मूल्य उत्पादों के लिए प्रसंस्करण Processing of waste human hair for high value products

केराटिन युक्त संसाधनों में, मानव बाल सबसे प्रचुर मात्रा में केराटिन समृद्ध प्राकृतिक तंतुओं में से एक हैं और मनुष्यों द्वारा उत्पन्न सबसे अधिक कचरे में से एक हैं। अनुमान है कि विश्व स्तर पर प्रति वर्ष लगभग 300,000 टन बाल फेंके जाते हैं। अपशिष्ट मानव बालों से केराटिन को लागत प्रभावी तरीके से निकाला जा सकता है और जैव पदार्थ की तैयारी में उपयोग किया जा सकता है। टेट्राब्यूटाइलअमोनियम हाइड्रॉक्साइड (TBAH, 40% जलीय घोल) को 25% w/w अपशिष्ट मानव बालों को पूरी तरह घुलनशील करने में सक्षम पाया गया। इस घोल से मेलानिन और केराटिन को क्रमशः 20-22% और 36-38% की उत्पादकता के साथ अलग किया गया। इसके अलावा, अपशिष्ट विलायक में उच्च नाइट्रोजन मात्रा (6.99%) के कारण इसे नाइट्रोजन की कमी वाले जैविक उर्वरकों को समृद्ध करने के लिए उपयोग किया

Among keratin-containing resources, human hair is one of the most abundant keratin-rich natural fibers and is one of the most plentiful waste materials produced by humans. It is estimated that around 300,000 tons of hair are discarded annually worldwide. Keratin can be extracted from waste human hair in a cost-effective manner and utilized in the preparation of biomaterials. Tetrabutylammonium hydroxide (TBAH, 40% aqueous solution) has been found to completely solubilize 25% w/w of waste human hair. Melanin and keratin, with yields of 20–22% and 36–38%, respectively, were isolated from the solution. Additionally, due to the high nitrogen content (6.99%) in the waste solvent, it can be used to fortify nitrogen-deficient



जा सकता है।

organic fertilizers.



**चित्र:** उच्च मूल्य वाले केराटिन और मेलानिन के लिए अपशिष्ट मानव बालों के प्रसंस्करण का चित्रात्मक प्रदर्शन।

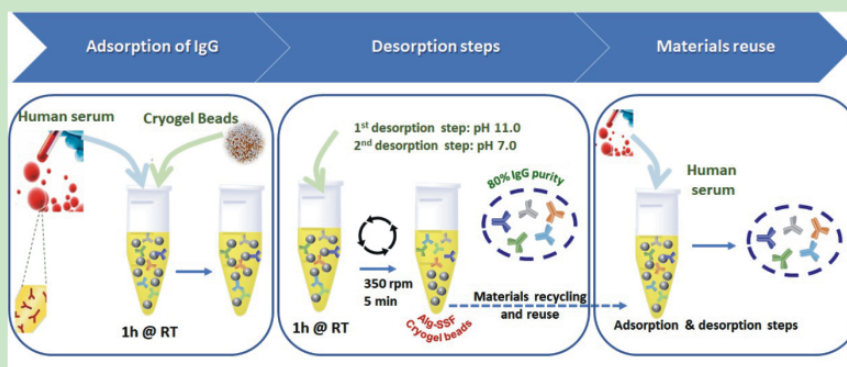
**Figure:** Pictorial representation of processing of waste human hair for high value keratin and melanin.

Green Chemistry, 21 (2019) 3328 – 3333

### एल्जिनेट मनकों का उपयोग करके मानव एंटीबॉडीज का निष्कर्षण और शुद्धिकरण Extraction and purification of human antibodies using alginate beads

स्तनधारियों के सीरम में उपस्थित एंटीबॉडीज चिकित्सीय उद्देश्यों के लिए अत्यधिक प्रासंगिक हैं, विशेष रूप से निष्क्रिय प्रतिरक्षा और कुछ पुरानी बीमारियों के उपचार में। हालांकि, उनके व्यापक उपयोग में अभी भी कई शुद्धिकरण चरणों की आवश्यकता और चिकित्सीय प्रभावकारिता सुनिश्चित करने के लिए एंटीबॉडीज को स्थिर बनाए रखने में कठिनाइयों के कारण बाधाएं हैं। इस अध्ययन में, जैव-आधारित, कम लागत वाले संकर एल्जिनेट-प्रोटीन क्रायोजेल मनकों को तैयार किया गया, गुण-वर्णन किया गया, और मानव सीरम से IgG को शुद्ध करने के लिए नवीन शोषक सामग्री के रूप में उपयोग किया

Antibodies present in mammalian serum are highly relevant for therapeutic purposes, particularly in passive immunization and the treatment of certain chronic diseases. However, their widespread use is still hindered by the need for multiple purification steps and the challenges in maintaining antibody stability to ensure therapeutic efficacy. In this study, bio-based, low-cost hybrid alginate-protein cryogel beads were prepared, characterized, and applied as novel adsorbent materials for the purification of IgG from human serum. The



**चित्र:** संश्लेषित संकर क्रायोजेल मनकों का उपयोग करके IgG का शुद्धिकरण, और उनका पुनर्जनन व पुनः उपयोग।

**Figure:** Use of the prepared hybrid cryogel beads to purify IgG and their regeneration and reuse.

गया। परिणाम दर्शाते हैं कि ये संकर पदार्थ शुद्ध एल्जिनेट मनकों की तुलना में अधिक कुशल हैं, क्योंकि प्रोटीन की उपस्थिति सामग्री की IgG के प्रति चयनात्मकता को बढ़ाती है। यह बढ़ी हुई चयनात्मकता संकर सामग्री में लक्षित एंटीबॉडी और अमीनो अम्ल अवशेषों के बीच होने वाले विशिष्ट अंतःक्रियाओं के कारण है। विभिन्न संचालन स्थितियों, जैसे कि pH, अवशोषण समय, और सीरम सांद्रता, को IgG की पुनःप्राप्ति उत्पादकता और शुद्धता को सुधारने के लिए अनुकूलित किया गया।

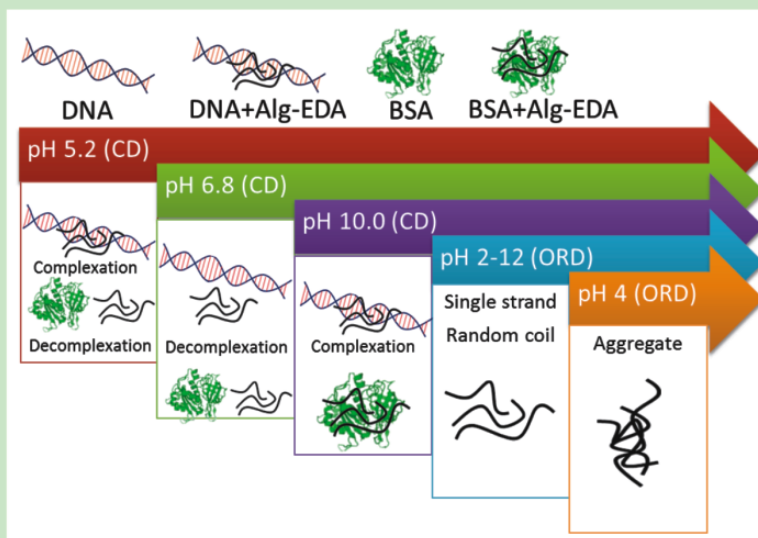
results demonstrate that these hybrid materials are more efficient than pure alginate beads, as the presence of proteins enhances the material's selectivity for IgG. This increased selectivity is attributed to specific interactions between the target antibody and amino acid residues in the hybrid materials. Various operating conditions, such as pH, adsorption time, and serum concentration, were optimized to improve the recovery yield and purity of IgG.

Green Chemistry 22(2020) 2225-2233

### पॉलीसेकेराइड व्युत्पन्नों के प्रोटीन-अनुकरण क्रियाएं Protein-mimicking functions of polysaccharide derivatives

एल्जिनिक अम्ल और एगरोज को एथिलीनडायामीन के साथ कार्यात्मक बनाया गया, जिसके परिणामस्वरूप नैनोसाइज मोनोआमीडो अमीनो अम्ल व्युत्पन्न प्राप्त हुए। इन नैनोसाइज मोनोआमीडो अमीनो अम्लों ने सल्मन टेस्टिस डीएनए और बोविन सीरम एल्ब्यूमिन (BSA) के साथ प्रोटीन-अनुकरण क्रियाओं का प्रदर्शन किया, और विभिन्न pH स्तरों में विभिन्न कॉम्प्लेक्सीकरण और विघटन प्रोफाइल दिखाए। ये नैनोबॉडी पॉलीसेकेराइड-आधारित प्रोटीन-जैसे बड़े अणु

Alginate acid and agarose were functionalized with ethylenediamine, resulting in nanosized monoamido amino acid derivatives. These nanosized monoamido amino acids exhibited protein-mimicking functions by interacting with Salmon testes DNA and bovine serum albumin (BSA), showing different complexation and decomplexation profiles across varying pH levels. These nanobody polysaccharide-based protein-like macromolecules could be



चित्र: एगरोज और एल्जिनिक अम्ल के व्युत्पन्न और उनका डीएनए और प्रोटीन के साथ अंतःक्रिया।

Figure: Agarose and alginate acid derivatives and their interaction with DNA and protein.



pH-संवेदनशील दवा वितरण, पृथक्करण, और काईरल सेंसिंग अनुप्रयोगों में संभावित उपयोगी हो सकते हैं।

potentially useful in pH-responsive drug delivery, separations, and chiral sensing applications.

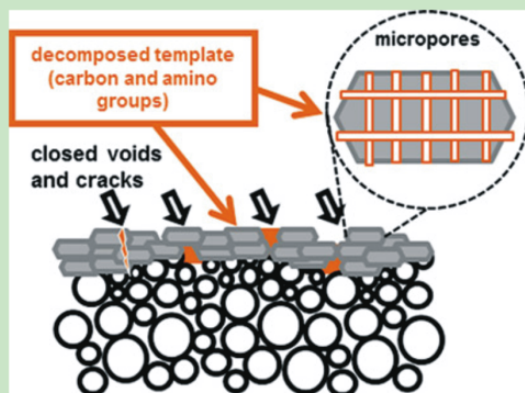
Macromol. Chem. Phys. 220(2019) 1900201

## अपूर्ण जियोलाइट बीड्स झिल्ली के प्रदर्शन को समायोजित करने के लिए अनुक्रमिक टेम्पलेट विघटन

### Sequential template decomposition to adjust the performance of imperfect zeolite BEA membranes

जियोलाइट झिल्लियाँ बहुलक झिल्लियों की तुलना में बेहतर तापीय, रासायनिक और यांत्रिक स्थिरता प्रदान करती हैं। हालांकि, पूरी तरह से दोषरहित जियोलाइट झिल्लियाँ तैयार करना, जिनमें कोई अंतःक्रिस्टलीन रिक्तता न हो, अभी भी एक चुनौती है, जो गैस पृथक्करण प्रक्रियाओं के लिए आवश्यक है। इस अध्ययन में, स्टेनलेस स्टील आधार पर जियोलाइट बीटा (\*BEA) झिल्लियों को कई तद्-स्थाने क्रिस्टलीकरण तकनीक का उपयोग करके तैयार किया गया। इन झिल्लियों को नमूना प्रणाली के रूप में उपयोग किया गया ताकि कार्बनिक संरचना-निर्देशन कारक टेट्रा एथाइल अमोनियम हाइड्रॉक्साइड (TEA-OH) के विघटन का व्यवस्थित अध्ययन किया जा सके। अध्ययन ने यह मूल्यांकन किया कि क्या TEA-OH के कार्बनिक विघटन उत्पाद झिल्लियों की चयनात्मकता को बढ़ाने के लिए उपयोग किए जा सकते हैं। जियोलाइट झिल्ली सतह के पृष्ठीय गुण और रंध्रों के आकार को समायोजित करने के लिए प्रक्रियेनंतर प्रयोग किए गए। परिणाम बताते हैं कि कम तापमान पर दाहित की गई झिल्लियाँ उच्च गैस चयनात्मकता

Zeolite membranes offer superior thermal, chemical, and mechanical stability compared to polymeric membranes. However, preparing completely defect-free zeolite membranes without any intercrystalline voids remains a challenge, which is crucial for efficient gas separation processes. In this study, zeolite beta (\*BEA) membranes on stainless-steel supports were prepared using the multiple in situ crystallization technique. The membranes served as a model system to systematically investigate the decomposition of the organic structure-directing agent tetraethylammonium hydroxide (TEA-OH). The study evaluated whether the organic decomposition products of TEA-OH could enhance the membranes' selectivity. Post-treatment experiments were conducted to adjust the surface properties and pore size dimensions of the zeolitic membrane layer. The results indicate that membranes



चित्र: दोषरहित जियोलाइट बीटा झिल्ली के निर्माण में कार्बनिक अवशेष।

Figure: Organic residue to the preparation of defect-free zeolite Beta membrane.



प्रदर्शित करती हैं।

calcined at lower temperatures exhibit higher gas selectivity.

**Chem. Engg. Tech. 91 (2019) 953**

## अशोधित वनस्पति तेल का झिल्ली पृथक्करण द्वारा सरेस-निर्मूलन: पीवीडीएफ झिल्लियों की संरचना-प्रदर्शन और स्थिरता की जांच

### Degumming of crude vegetable oil by membrane separation: Probing structure-performance and stability of PVDF membranes

कार्बनिक विलायक में सरेस-निर्मूलन प्रक्रिया के दौरान बहुलक झिल्लियों की स्थिरता एक प्रमुख चिंता रही है। इस कार्य में, विभिन्न पीवीडीएफ झिल्लियों को नियंत्रित परिस्थितियों में तैयार किया गया, उनका गुणधर्म निर्धारण किया गया और अशोधित मूंगफली के तेल मिसेला के सरेस-निर्मूलन प्रदर्शन के लिए परीक्षण किया गया। सर्वोत्तम रूप से तैयार की गई पीवीडीएफ झिल्ली ने 95% फॉस्फोलिपिड (सरेस) अस्वीकृति का उत्कृष्ट प्रदर्शन किया, जिसमें हेक्सेन और मिसेला के पारगम्यता फ्लक्स क्रमशः 70 LMH और 46 LMH थे, जब इसे 10 बार और कमरे के तापमान पर संचालित किया गया। प्रारंभिक चरण में, श्रेष्ठ झिल्ली के लिए पहले फ्लक्स लगभग 10% कम हो गया, लेकिन उसके बाद यह स्थिर बना रहा।

The stability of polymeric membranes in organic solvents during the degumming process has been a primary concern. In this work, various PVDF membranes were prepared under controlled conditions, characterized, and tested for their degumming performance on crude peanut oil miscella. The optimally prepared PVDF membrane exhibited excellent phospholipid (gum) rejection of 95%, with hexane and miscella permeate fluxes of 70 LMH and 46 LMH, respectively, when operated at 10 bar and room temperature. Initially, the flux declined by about 10% for the best membrane, but it remained stable afterward.

**Sep. Sci. Tech. 54 (2019) 360-369**

## मृदु पॉलीडाईमिथाइलसिलोक्सेन शृंखलाओं और कठोर सिलिका नैनोपदार्थों से युक्त विषम झिल्लियों की संरचना-गुण अंतःक्रिया

### Structure-property interplay of asymmetric membranes comprising of soft polydimethylsiloxane chains and hard silica nanomaterials

एक-अण्वीय C18-ऐल्किल सिलेन या ओलिगोमेरिक डाइमिथाइलसिलोक्सेन इकाइयों के साथ संशोधित सिलिका नैनोपदार्थों को पीडीएमएस झिल्ली के निर्माण के दौरान तद्स्थाने सम्मिलित किया गया। संशोधित सिलिका और पीडीएमएस के बीच संरचनात्मक संगतता का आकलन करने के लिए सूक्ष्म कोणीय न्यूट्रॉन प्रकीर्णन (SANS) अध्ययन किया गया। SANS डेटा ऑर्नस्टीन-ज़र्निके (OZ) और डेबाय-एंडरसन-ब्रम्बर्गर (DAB) मॉडल के साथ उत्कृष्ट रूप

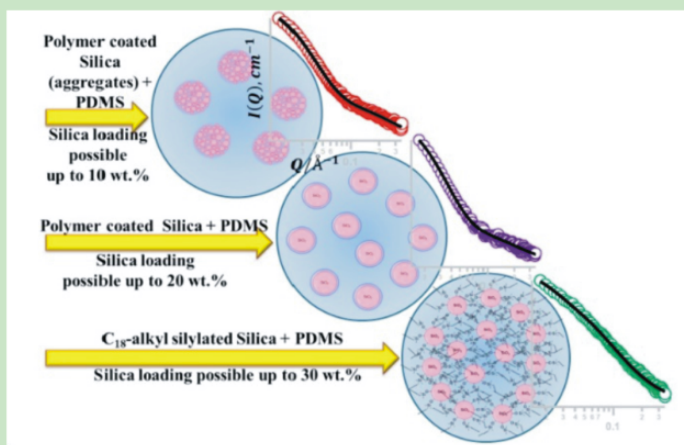
Silica nanomaterials modified with monomolecular C18-alkyl silane or oligomeric dimethylsiloxane units were incorporated in situ during the formation of the PDMS membrane. A small-angle neutron scattering (SANS) study was conducted to assess the structural compatibility between the modified silica and PDMS. The Ornstein-Zernike (OZ) and Debye-Anderson-Brumberger (DAB) models fit excellently to the SANS data, which describes

से मेल खाता है, जो नैनोस्केल संरचनात्मक संरचना को मृदु और कठोर खंडीय इकाइयों के सहसंबंध लंबाई मापदंडों को संदर्भ में वर्णित करते हैं। बहुलक श्रृंखला सिलिका के प्रकार और मात्रा के अनुसार खिंचती या संकुचित होती है। इससे यह संकेत मिलता है कि सिलिका और पीडीएमएस के बीच संरचनात्मक संगतता के आधार पर पीडीएमएस झिल्ली संरचना में सिलिका के सम्मिलन की एक सीमा होती है। C18-ऐल्किल सिलाइलेटेड सिलिका झिल्ली संरचना के साथ सबसे अधिक संगत पाया गया। 30% (w/w) C18-ऐल्किल सिलाइलेटेड सिलिका लोडिंग वाली झिल्ली ने एल्कोहल/ पानी के पर्वोपरीकरण पृथक्करण में सबसे अच्छा प्रदर्शन किया।

nanoscale structural morphology in terms of the correlation length scales of the soft and hard segmental units. The polymeric chain either stretched or contracted depending on the type and amount of silica incorporated. This indicated a limiting amount of silica incorporation into the PDMS membrane structure, depending on the structural compatibility between the silica and PDMS. The C18-alkyl silylated silica was found to be the most compatible with the membrane structure. The membrane with 30% (w/w) C18-alkyl silylated silica loading exhibited the best performance in pervaporation separation of alcohol/water.

**चित्र:** SANS द्वारा जांची गई सिलिका नैनोपदार्थों और पीडीएमएस के बीच संरचनात्मक संगतता।

**Figure:** Structural compatibility between silica nanomaterials and PDMS as probed by SANS.



Polymer, 160 (2019) 30

## रंध्रयुक्त नैनोकणों के साथ समाहित पॉलीएमाइड नैनोफिल्म संमिश्र झिल्लियाँ Polyamide nanofilm composite membranes with incorporated porous nanoparticles

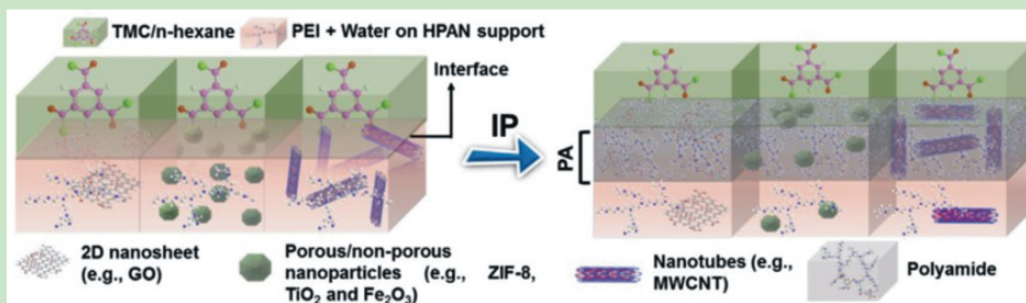
पतली फिल्म संमिश्र झिल्ली के पृथक्करण परत में रंध्रयुक्त नैनोसंरचित पदार्थों को शामिल करने से झिल्ली के प्रदर्शन में महत्वपूर्ण सुधार हो सकता है। इसलिए, इन छिद्रित पदार्थों का झिल्ली के प्रदर्शन पर प्रभाव, विशेष रूप से नमक अवरोधन मानों के संदर्भ में, पृथक्करण परत की सटीक चित्रण के लिए अध्ययन करना आवश्यक है ताकि नैनोसंरचित पदार्थों की उपस्थिति की पुष्टि की जा सके और पृथक्करण परत की

Incorporating porous nanostructured materials into the separation layer of thin-film composite membranes can significantly enhance membrane performance. Therefore, it is essential to study the impact of these porous materials on membrane performance, specifically in terms of salt rejection values, accurate imaging of the separation layer to confirm the presence of nanostructured



मोटाई को निर्धारित किया जा सके। पॉलीएमाइड संमिश्र नैनोफिल्ट्रेशन झिल्लियों को लगभग 14 नैनोमीटर की अत्यंत पतली नैनोफिल्म पृथक्करण परत के साथ पॉलीएथिलीनइमीन और ट्राइमेसोइल क्लोराइड की अंतरपृष्ठीय बहुलककरण के माध्यम से उत्पादित किया गया। झिल्लियों को शीर्ष पृथक्करण परत के भीतर विभिन्न रंध्रित और अरंध्रित नैनोसंरचनाओं (जैसे, ZIF-8,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  नैनोकण, ग्रेफीन ऑक्साइड, बहु-भिन्तीय कार्बन नैनोट्यूब्स आदि) को शामिल करके तैयार किया गया।  $15.4 \text{ Lm}^{-2}\text{h}^{-1} \text{ bar}^{-1}$  (शुद्ध नैनोफिल्म की तुलना में 33.9% की वृद्धि) की उच्च जल पारगम्यता के साथ,  $\text{MgCl}_2$  (97.6%) की उच्च अवरोध दर प्राप्त की गई।

materials, and determining the thickness of the separation layer. Polyamide composite nanofiltration membranes with an ultrathin nanofilm separation layer of approximately 14 nm were produced via interfacial polymerization of polyethyleneimine and trimesoyl chloride. The membranes were fabricated with the incorporation of various porous and nonporous nanostructures (e.g., ZIF-8,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  nanoparticles, graphene oxide, multi-walled carbon nanotubes, etc.) within the top separation layer. A high water permeance of  $15.4 \text{ Lm}^{-2}\text{h}^{-1}\text{bar}^{-1}$  (an increase of 33.9% compared to the pure nanofilm) was achieved, along with a high rejection rate of  $\text{MgCl}_2$  (97.6%).



**चित्र:** TFN झिल्ली बनाने की अंतरपृष्ठीय बहुलककरण प्रक्रिया की योजनाबद्ध प्रस्तुतीकरण।

**Figure:** Schematic presentation of the interfacial polymerization process for making TFN membranes.

Adv. Mater. Interfaces, 7 (2020) 2000251



## विषयवस्तु: स्वास्थ्य संरक्षण

## THEME : HEALTHCARE

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने स्वास्थ्य देखभाल तकनीकों को आगे बढ़ाने के अपने महत्वपूर्ण प्रयासों को जारी रखा है, जिसमें विभिन्न रोगों से जुड़े बायोमार्कर के लिए अत्यधिक चयनात्मक संसरो के विकास के साथ-साथ पूरक प्रकाशीय और विद्युतरसायनिक उपकरणों पर ध्यान केंद्रित किया गया है। हमारे संस्थान ने विभिन्न प्रौद्योगिकी तत्परता स्तरों (TRL) पर कई संसर सफलतापूर्वक विकसित और परिष्कृत किए हैं, जिनमें रक्त द्रव में महत्वपूर्ण बायोमार्कर की मात्रा निर्धारित करने के लिए परिक्षण-स्थल अनुप्रयोगों की जबरदस्त संभावनाएं हैं। इन बायोमार्करों में सिस्टीन, होमोसिस्टीन, ग्लूटाथायोन, हाइपोक्लोरस एसिड, नाइट्रॉक्सिल, क्रोमियम(III), और स्पर्मिन शामिल हैं, जो सभी हृदय रोग (सीवीडी), ऑक्सीडेटिव तनाव, कैंसर, मधुमेह आदि जैसे रोगों के संकेतक के रूप में व्यापक रूप से स्थापित हैं। इसके अलावा, संस्थान ने जल नमूनों के लिए एक जीवाणु परिक्षण किट विकसित की है, जिसे एक मत्स्य-पालन कंपनी को सफलतापूर्वक हस्तांतरित किया गया है। हमारी विशेषज्ञता उन्नत कार्यात्मक नैनोसंरचना के निर्माण तक भी फैली हुई है, जिसमें कोशिकांग-विशिष्ट चित्रण के लिए लैंथेनाइड-आधारित नैनोकण और लक्षित औषधि वितरण के लिए बहुलक नैनोकैप्सूल शामिल हैं। ये नवाचार जैवचित्रण, औषधि वितरण, और छवि-निर्देशित शल्यचिकित्सा में महत्वपूर्ण योगदान देने के लिए तैयार हैं। इसके अलावा, हमने विभिन्न वैद्युतरसायनिक संसरो के लिए एक सामान्य-उद्देश्य इलेक्ट्रोड प्लेटफॉर्म, पेटेंटेड प्लास्टिक चिप इलेक्ट्रोड (पीसीई) विकसित किया है, जो स्वास्थ्य संरक्षण के लिए किफायती और कुशल समाधान तैयार करने की हमारी प्रतिबद्धता को दर्शाता है। संस्थान अत्याधुनिक स्पेक्ट्रोफोटोमीटर से सुसज्जित है, जैसे स्थिर अवस्था और समय-निर्भर फ्लोरीमीटर, यूवी-विज़-एनआईआर स्पेक्ट्रोफोटोमीटर, और सीडी पोलारीमीटर, साथ ही कस्टम-मेड कम लागत वाले पोटेन्शियोस्टैट्स और एकल एक्साइटेशन टच-स्क्रीन फ्लोरीमीटर, जो सभी परिक्षण-स्थल परिवेश में तैनाती के लिए तैयार हैं। ये प्रयास वर्ष 2019-20 में अपने चरम पर पहुंचे, जो हमारे स्वास्थ्य संरक्षण पहलों में एक महत्वपूर्ण प्रगति का प्रतीक है।

### Thematic core competences

CSIR-CSMCRI has continued its significant efforts in advancing healthcare technologies, focusing on the development of highly selective sensors for various disease-linked biomarkers, along with complementary optical and electrochemical devices. Our institute has successfully developed and refined several sensors at different Technology Readiness Levels (TRLs), which hold great potential for point-of-care applications, particularly in the quantification of crucial biomarkers in blood fluids. These biomarkers include cysteine, homocysteine, glutathione, hypochlorous acid, nitroxyl, Cr(III), and spermine, all of which are well-established indicators of diseases such as cardiovascular disease (CVD), oxidative stress, cancer, and diabetes. In addition, the institute has



developed a bacterial detection kit for water samples, which has been successfully transferred to an aquaculture company for commercial use. Our expertise extends to the creation of advanced functional nanostructures, including lanthanide-based nanoparticles for organelle-specific imaging, and polymeric nanocapsules for targeted drug delivery. These innovations are poised to make significant contributions to bioimaging, drug delivery, and image-guided surgery. Furthermore, we have developed a general-purpose electrode platform, the Patented Plastic Chip Electrode (PCE), for various electrochemical sensors, demonstrating our commitment to producing cost-effective and efficient solutions for healthcare. The institute is equipped with state-of-the-art spectrophotometers, such as steady-state and time-dependent fluorimeters, UV-vis-NIR spectrophotometers, and CD polarimeters, alongside custom-made low-cost potentiostats and single-excitation touch-screen fluorimeters, all ready for deployment in point-of-care settings. These efforts have culminated in the year 2019-20, marking a significant advancement in our healthcare initiatives.

## मिश्रित-लिंकर्स वाले एमओएफ में एंटीबायोटिक-सक्रियित संदीप्ति स्विचिंग: असाधारण टर्न-ऑन और अति-तीव्र कार्बनिक-एरोमेटिक यौगिकों का संसूचन

### Antibiotic-triggered luminescence switching in mixed-linker MOF: Exceptional turn-on and ultra-fast organo-aromatic detection

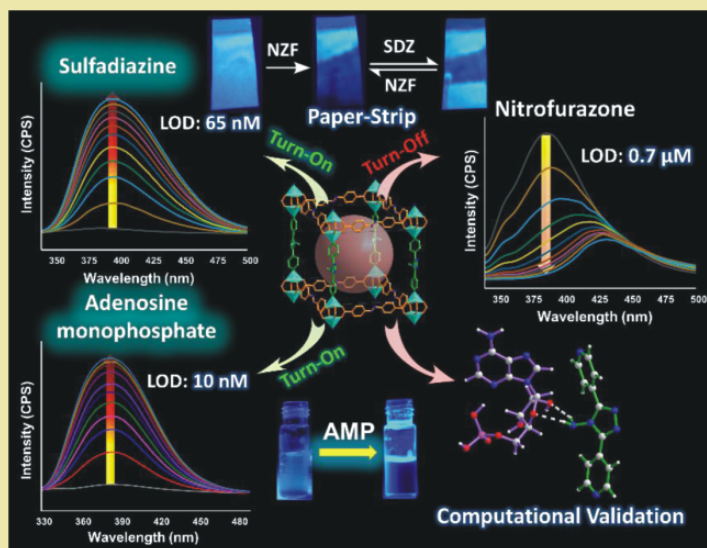
विषैले और जैव-संबंधित कार्बनिक-एरोमेटिक यौगिकों की निगरानी के लिए एक ऐसे प्रणाली की आवश्यकता होती है जो त्वरित प्रतिक्रियाशील, अत्यधिक अहस्तक्षेपी हो और जिसमें अत्यंत निम्न संसूचन सीमा के साथ पुनः-सक्रियण क्षमता हो। विश्लेष्य-प्रेरित, बहु-प्रतिक्रियाशील प्रणाली भविष्य के संसूचन अनुप्रयोगों के लिए व्यावहारिक साबित हो सकते हैं। विभिन्न अन्य संसूचकों जैसे कार्बनिक प्रोब्स, युग्मित बहुलक, ओलिगोमर्स, और नैनोपदार्थ की तुलना में, संदीप्ति धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क (LMOFs) अपने संरचनात्मक विविधता, समायोज्य छिद्र आकार, और अनुकूलनीय भौतिक-रासायनिक गुणों के कारण आशाजनक उम्मीदवार हैं। रणनीतिक रूप से कार्यात्मक मिश्रित-लिंकर्स वाले LMOF CSMCRI-2 को एक एजो-कार्यात्मकृत लिगैंड और  $-NH_2$  समूह युक्त लिंकर्स के संयोजन से बनाया गया, जो तीन इलेक्ट्रॉनिक रूप से भिन्न कार्बनिक-विश्लेष्यों के लिए एक अद्वितीय फ्लोरोसेंट प्रॉब के रूप में कार्य करता है। यह फ्रेमवर्क सल्फाडायज़ीन (SDZ) एंटीबायोटिक के लिए एक

Monitoring toxic and bio-relevant organo-aromatics requires a system that is quick-responsive, highly non-interfering, and has an ultra-low detection limit with regenerative performance. An analyte-triggered, multi-responsive system is likely to be practical for future sensing applications. Compared to various other sensors, such as organic probes, conjugated polymers, oligomers, and nanomaterials, luminescent metal-organic frameworks (LMOFs) are promising candidates due to their structural diversity, adjustable pore size, and tunable physico-chemical properties. The strategically functionalized mixed-linker LMOF CSMCRI-2 is constructed using a combination of an azo-functionalized ligand and an  $-NH_2$  group-attached linker, which functions as a unique fluorescent probe for detecting three electronically distinct organo-analytes. This framework represents a novel "turn-on" sensor for the detection of



नई "टर्न-ऑन" संसूचक का प्रतिनिधित्व करता है, जिसमें 30 गुना उत्सर्जन वृद्धि देखी गयी। उल्लेखनीय रूप से, एंटीबायोटिक-संवेदनशील फ्लोरोसेंस समायोजन को इलेक्ट्रॉन-निर्देशित नाइट्रोफुराजोन (NZF) ड्रग द्वारा अत्यधिक चयनात्मक क्वेंचिंग के माध्यम से प्रदर्शित किया गया। SDZ और/या NZF द्वारा एक प्रतिवर्ती "ऑन-ऑफ-ऑन" संदीप्ति स्विचिंग को एक सरल पेपर स्ट्रिप विधि का उपयोग करके दर्शाया गया। इसके अतिरिक्त, एडिनोसिन मोनोफॉस्फेट (AMP) के लिए LMOF एक अभूतपूर्व नैनोमोलर (10 nM) संसूचन सीमा को प्रदर्शित करता है, जिसमें एक महत्वपूर्ण संदीप्ति वृद्धि, उत्कृष्ट चयनात्मकता और अति-तीव्र प्रतिक्रिया होती है।

sulfadiazine (SDZ) antibiotic, showing a 30-fold increase in emission. Notably, the antibiotic-triggered fluorescence tuning is demonstrated through highly selective quenching by the electron-deficient nitrofurazone (NZF) drug. A reversible "on-off-on" luminescence switching by SDZ and/or NZF is illustrated using a convenient paper strip method. Additionally, the LMOF showcases an unprecedented nanomolar (10 nM) detection limit for adenosine monophosphate (AMP), achieved through a significant fluorescence enhancement with remarkable selectivity and ultrafast response.



**चित्र:** कागज-स्ट्रिप विधि द्वारा एंटीबायोटिक-प्रेरित संदीप्ति स्विचिंग के लिए बहु-प्रतिक्रियाशील LMOF का ग्राफिकल दृश्य और जैव-आणविक संसूचना

**Figure:** Graphical view of multi-responsive LMOF for antibiotic-triggered luminescence switching by paper-strip method and bio-molecule detection.

J. Mater. Chem. A 07 (2019) 19471-19484

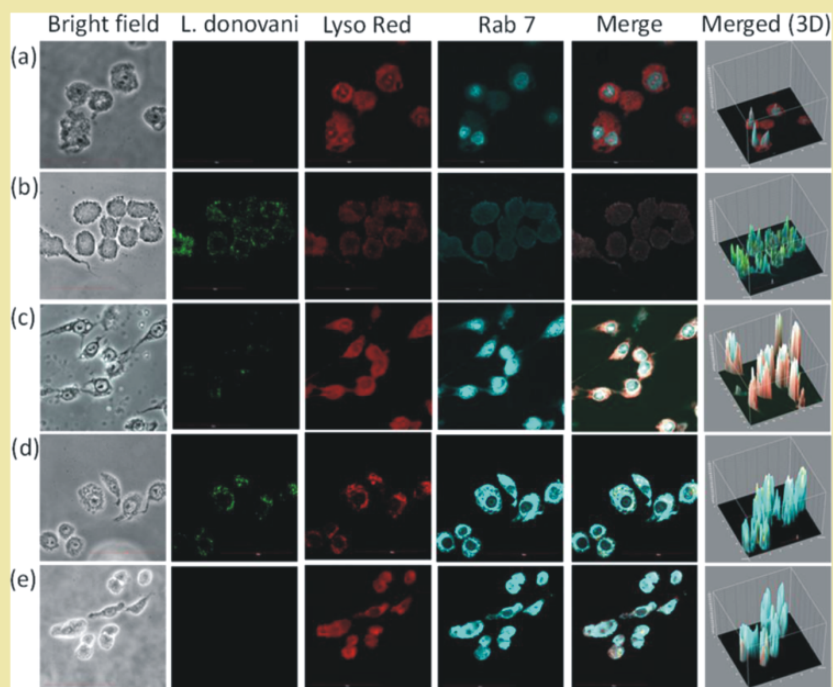
## लाइसोजोम में मिल्टेफोसीन की स्पेसियोटेमपोरल विमुक्ति के लिए रेडॉक्स-प्रतिक्रियाशील नैनोकैप्सुल्स

### Redox-responsive nanocapsules for the spatiotemporal release of miltefosine in lysosome

लैशमैनियासिस, एक वाहक-जनित बीमारी है, जो Leishmaniasis, a vector-borne disease, is caused by the intracellular parasite *Leishmania*

अंतःकोशीय परजीवी *लिश्मेनिया डोनोवानी* के कारण होती है। अधिकांश अंतःकोशीय रोगजनकों के विपरीत, *लिश्मेनिया डोनोवानी* परजीवी-धारक रक्तिकाओं में निवास करता है और मैक्रोफेज के फैगोलाइसोजोम्स के भीतर प्रतिकृति बनाता है। इस बीमारी के लिए प्रभावी टीके अभी भी विकसित किए जा रहे हैं, और उपलब्ध दवाओं की प्रभावकारिता पर सवाल उठाए जा रहे हैं, क्योंकि उनके मानव शरीर में गैर-विशिष्ट वितरण के कारण विषाक्तता और *लिश्मेनिया डोनोवानी* द्वारा विकसित की गई दवा प्रतिरोधिता की सूचना दी गई है। इन दो महत्वपूर्ण मुद्दों—कम दवा विषाक्तता और उच्च दवा प्रभावकारिता—को संबोधित करने के लिए, एक प्रेरण-प्रतिक्रियाशील नैनोकैरियर जो लाइसोसोम में विशिष्ट

*donovani*. Unlike most intracellular pathogens, *Leishmania donovani* resides in parasitophorous vacuoles and replicates within the phagolysosomes of macrophages. Effective vaccines against this disease are still under development, and the efficacy of available drugs is being questioned due to their toxicity from nonspecific distribution in human physiology and the reported drug resistance developed by *Leishmania donovani*. To address these two crucial issues—lower drug toxicity and higher drug efficacy—a stimuli-responsive nanocarrier that enables specific localization



**चित्र:** एल. डोनोवानी से संक्रमित Raw 264.7 मैक्रोफेज (Rab-7 एंटीबॉडी और लाइसो-ट्रैकर-रेड के साथ इनक्यूबेट किए गए) में लाइसोजोमल परिपक्वता की कॉन्फोकल माइक्रोस्कोप छवियाँ: Raw 264.7 मैक्रोफेज को एल. डोनोवानी से 1:10 के अनुपात में 4 घंटे के लिए संक्रमित किया गया, फिर धोकर 24 घंटे के लिए MNCs के साथ उपचारित किया गया। (a) Raw 264.7 मैक्रोफेज। (b) एल. डोनोवानी से संक्रमित Raw 264.7 मैक्रोफेज। (c) 8 µg/mL मिल्टेफोसाइन, सकारात्मक नियंत्रण के रूप में। (d) 20 ng/mL MNCs। (e) 40 ng/mL MNCs स्केल बार 10 µm।

**Figure:** Confocal microscope images of lysosomal maturation in *L. donovani* infected Raw 264.7 macrophages (incubated with Rab-7 antibodies and LysoTracker-Red): Raw 264.7 macrophages were infected with *L. donovani* at a ratio of 1:10 for 4 h, washed, and treated with MNCs for 24 h. (a) Raw 264.7 macrophages. (b) Raw 264.7 macrophages infected with *L. donovani*. (c) Miltefosine 8 µg/mL, as positive control. (d) 20 ng/mL MNCs. (e) 40 ng/mL MNCs. Scale bar 10 µm.



स्थानीयकरण और दवा की विमुक्ति को सक्षम बनाता है, की अत्यधिक आवश्यकता है। हमने मैक्रोफेज RAW 264.7 कोशिका लाइन की लाइसोसोम में प्रेरण-प्रतिक्रियाशील तरीके से दवा मिल्टेफोसीन की विमुक्ति के लिए एक अद्वितीय लाइसोसोम लक्ष्यीकरण पॉलिमरिक नैनोकैप्सूल विकसित किया है, जो व्युत्क्रमी लघु-इमल्शन तकनीक के माध्यम से बनाया गया है। एक सौम्य बहुलक बैकबोन, जिसमें ऑक्सीडेटिव विखंडन के प्रति संवेदनशील डाइसल्फाइड बांड होते हैं, को मिल्टेफोसीन की कोशिकांग-विशिष्ट विमुक्ति के लिए उपयोग किया गया। डाइसल्फाइड बांड का ऑक्सीडेटिव विखंडन अंतःकोशिय ग्लूटाथायोन (GSH) द्वारा एक अंतर्जात उत्तेजना के रूप में प्रेरित होता है। RAW 264.7 कोशिका लाइन की मैक्रोफेज के लाइसोसोम में मिल्टेफोसीन की इस प्रेरण-प्रतिक्रियाशील विमुक्ति ने शुद्ध मिल्टेफोसीन की तुलना में दवा की प्रभावकारिता में 200 गुना सुधार किया। ऐसी दवा संरचना लैशमैनियासिस के लिए उपचार की एक नई पंक्ति में योगदान कर सकती है।

and release of the drug in the lysosome has been highly sought after. We have developed unique lysosome-targeting polymeric nanocapsules, formed via an inverse mini-emulsion technique, for the stimuli-responsive release of the drug miltefosine in the lysosomes of macrophage RAW 264.7 cell lines. A benign polymeric backbone, with disulfide bonds susceptible to oxidative cleavage, is utilized for organelle-specific release of miltefosine. The oxidative rupture of the disulfide bond is induced by intracellular glutathione (GSH) as an endogenous stimulus. This stimuli-responsive release of miltefosine in the lysosomes of macrophage RAW 264.7 cells over a few hours resulted in a 200-fold improvement in drug efficacy compared to pure miltefosine. Such a drug formulation could contribute to a new line of treatment for leishmaniasis.

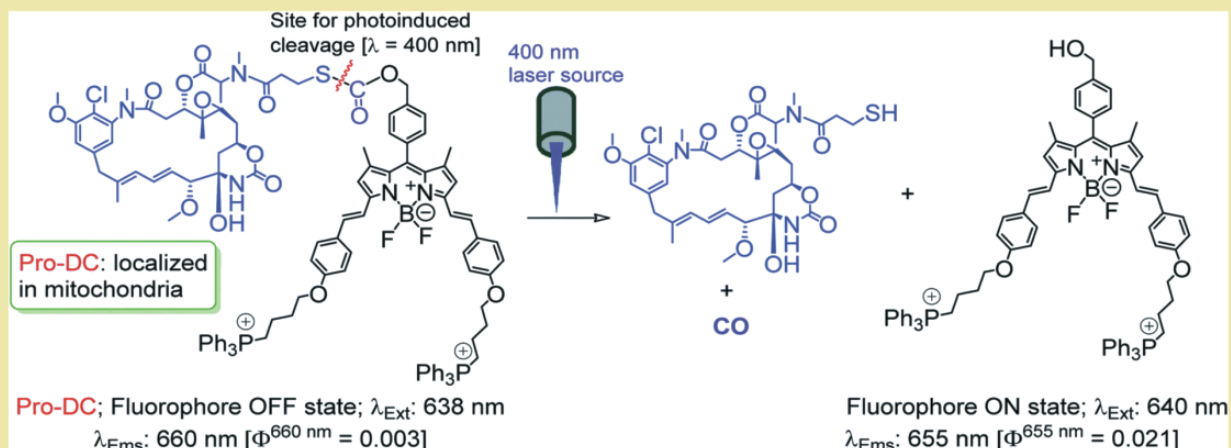
## माइटोकॉन्ड्रिया में एक संदीप्ति मार्कर के रूप में BODIPY व्युत्पन्न

### A BODIPY derivative as a luminescent marker in mitochondria

नियंत्रित और कुशल सक्रियण एक प्रभावी प्रोड्रग डिजाइन करने का एक महत्वपूर्ण पहलू है। यहाँ, हम वांछित कोशिकांग विशिष्टता के साथ एक प्रकाश-सक्रिय प्रोड्रग के लिए एक अवधारणा का प्रमाण प्रस्तुत करते हैं। मर्टेंसिन, एक बेंजोऐंसामैक्रोलाइड, एक कुशल माइक्रोट्यूब्यूल-लक्षित यौगिक है जो माइटोकॉन्ड्रियल क्षेत्र में विनब्लास्टिन-बाइंडिंग साइट पर या उसके पास बंधन करता है, जिससे माइटोटिक अवरोध और एपोप्टोसिस के माध्यम से कोशिका मृत्यु होती है। नैनोमोलर स्तर पर इसकी प्रभावकारिता के बावजूद, यह मानव नैदानिक परीक्षण के चरण 2 में दवा की विशिष्टता की कमी और महत्वपूर्ण प्रणालीगत विषाक्तता के कारण विफल हो गया। इस समस्या को हल करने के लिए, हाल की प्रवृत्ति एक एंटीबॉडी-संयोजनीय माइटेंसिनॉइड विकसित करने की रही है, जिसमें बेहतर ट्यूमर/कोशिकांग विशिष्टता और कम प्रणालीगत विषाक्तता है। अंतर्जात CO को कोशिका कार्य का नियामक और कोशिका एपोप्टोसिस में अनिवार्य भूमिका

Controlled and efficient activation is a crucial aspect of designing an effective prodrug. Here, we demonstrate a proof of concept for a light-activatable prodrug with desired organelle specificity. Mertansine, a benzoansamacirolide, is an efficient microtubule-targeting compound that binds at or near the vinblastine-binding site in the mitochondrial region, inducing mitotic arrest and cell death through apoptosis. Despite its efficacy at nanomolar levels, it failed in stage 2 human clinical trials due to a lack of drug specificity and significant systemic toxicity. To address this issue, a recent trend has been to develop an antibody-conjugatable maytansinoid with improved tumor/organelle specificity and reduced systemic toxicity. Endogenous CO is recognized as a regulator of cellular function and plays a crucial role in cell apoptosis. CO blocks the





**चित्र:** Pro-DC के लिए प्रस्तावित फोटो-प्रेरित सक्रियण तंत्र

**Figure:** Proposed photo-induced activation mechanism of Pro-DC.

निभाने वाला माना जाता है। CO कैंसर कोशिकाओं और इफेक्टर T कोशिकाओं की वृद्धि को रोकता है, और माइटोकॉन्ड्रिया को इसका प्राथमिक लक्ष्य बताया गया है। हमने एक नया माइटोकॉन्ड्रिया-विशिष्ट प्रोड्रग संयुग्म (Pro-DC) विकसित किया है, जो 400 nm के प्रकाश स्रोत ( $1.0 \text{ mW cm}^{-2}$ ) के विकिरण पर फोटोक्लीवेज प्रतिक्रिया से गुजरता है, जिससे चिकित्सीय घटकों मर्टेंसिन और CO के साथ-साथ BODIPY व्युत्पन्न ( $\text{BODIPY}(\text{PPH}_3)_2$ ) को माइटोकॉन्ड्रियल मैट्रिक्स में एक संदीप्ति मार्कर के रूप में एक साथ विमुक्ति किया जाता है। इस प्रक्रिया की प्रभावकारिता को MCF-7 कोशिकाओं का उपयोग करके प्रदर्शित किया गया और  $\text{BODIPY}(\text{PPH}_3)_2$  की अंतःकोशीय संदीप्ति को जांच कर प्रभावी रूप से देखा जा सकता है। यह कैंसर के मुख्यधारा के उपचार के लिए छवि-निर्देशित संयोजन चिकित्सा के लिए एक प्रोड्रग डिज़ाइन करने की अवधारणा का प्रमाण प्रदान करता है।

proliferation of cancer cells and effector T cells, with mitochondria reported as the primary target. We have developed a new mitochondria-specific prodrug conjugate (Pro-DC) that undergoes a photocleavage reaction upon irradiation with a 400 nm light source ( $1.0 \text{ mW cm}^{-2}$ ), inducing the simultaneous release of the therapeutic components mertansine and CO, along with a BODIPY derivative ( $\text{BODIPY}(\text{PPH}_3)_2$ ) as a luminescent marker in the mitochondrial matrix. The efficacy of this process is demonstrated using MCF-7 cells and can be effectively visualized by probing the intracellular luminescence of  $\text{BODIPY}(\text{PPH}_3)_2$ . This provides a proof of concept for designing a prodrug for image-guided combination therapy in the mainstream treatment of cancer.

## विभिन्न बायोमार्कर मापने के लिए प्रोब्स

### Probes for measuring various biomarkers

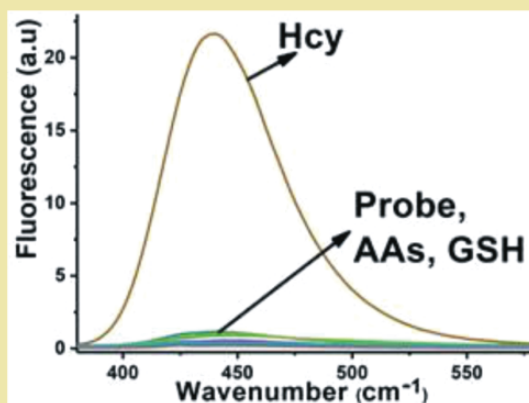
मानव रक्त में होमोसिस्टीन (Hcy) का उच्च स्तर ( $> 15\text{-}20 \mu\text{M}$ ) हाल ही में अमेरिकन हार्ट एसोसिएशन द्वारा हृदय रोग (CVD) के जोखिम संकेतक के रूप में उभरा है। विभिन्न नैदानिक अध्ययनों ने शारीरिक तरल पदार्थों में होमोसिस्टीन

Elevated levels ( $> 15\text{-}20 \mu\text{M}$ ) of homocysteine (Hcy) in human blood have recently emerged as a cardiovascular disease (CVD) risk indicator, as identified by the American Heart Association. Various clinical studies have



के स्तर और हल्के संज्ञानात्मक हास (MCI) के बीच संबंध की पुष्टि की है। इस संदर्भ में, प्लाज्मा Hcy को मापने के लिए एक परीक्षण-स्थल (POC) जॉच विकसित करने की दिशा में एक महत्वपूर्ण प्रयास चल रहा है, जो CVD और MCI का प्रारंभिक निदान करने और व्यक्तिगत उपचार की निगरानी में सहायक हो सकता है। हमने एक किट विकसित की है जो मानव रक्त प्लाज्मा में सीधे Hcy को माप सकती है। इसके अलावा, यह किट सिस्टीन और ग्लूटाथियोन की उपस्थिति में भी Hcy का चयनात्मक रूप से पता लगा सकती है। हमने ज्ञात Hcy विलयनों का उपयोग करके अभिकलन वक्र को सत्यापित किया है। CSIR-CCMB, हैदराबाद के साथ मिलकर, हम अपनी किट के नैदानिक सत्यापन पर काम कर रहे हैं।

confirmed the connection between homocysteine levels in body fluids and mild cognitive impairment (MCI). Given this, there is a significant drive towards developing a point-of-care (POC) assay for measuring plasma Hcy, which could facilitate early detection of CVD and MCI and aid in individualized therapy monitoring. We have developed a kit that can directly measure Hcy in human blood plasma. Moreover, the kit can detect Hcy selectively, even in the presence of cysteine and glutathione. We validated the calibration curve using known Hcy solutions. In collaboration with CSIR-CCMB, Hyderabad, we are working on the clinical validation of our kit.



**चित्र:** प्रोब के विभिन्न अमीनो अम्ल घोलों के प्रति फ्लोरोसेंस प्रतिक्रिया

**Figure:** Fluorescence response of the probe towards various amino acid solutions.

एक अन्य परियोजना में, हमने दो नए जैवसंसूचक विकसित किए हैं जो उच्च बाइंडिंग क्षमता के साथ, 100% जल में पिकोमोलर स्तर पर बाइसल्फेट का पता लगा सकते हैं। बाइसल्फेट आमतौर पर दैनिक आहार के माध्यम से शरीर में प्रविष्ट होता है, और शरीर में इसका अत्यधिक स्तर एक गंभीर चिंता का विषय है। इसके परिणामस्वरूप, विशेष रूप से गुर्दे की समस्याओं से पीड़ित रोगियों के लिए, मूत्र में बाइसल्फेट के स्तर की निगरानी की अत्यंत आवश्यकता है। हमने 100% पानी में घुलनशील  $\text{HSO}_4^-$  चयनात्मक ज्विटरआयन-संसूचक विकसित किए हैं जो प्राकृतिक जैव-नमूनों जैसे दवाइयों, मूत्र के नमूनों, खाद्य सब्जियों, आदि में बाइसल्फेट का मात्रात्मक रूप से पता लगा सकते हैं, जो अभूतपूर्व है।

In a separate project, we developed two novel biosensors capable of detecting bisulfate in 100% water at a picomolar level with very high binding affinities. Bisulfate is typically consumed through a daily diet, and an excess level in the body is a serious concern. As a result, there is an urgent need to monitor bisulfate levels in urine, particularly in patients with kidney defects. We developed 100% water-soluble  $\text{HSO}_4^-$ -selective zwitterion sensors that can quantitatively detect bisulfate in natural bio-samples such as medicines, urine samples, edible vegetables, etc., which is unprecedented.







## विषयवस्तु: ऊर्जा

## THEME : ENERGY

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सी.एस.आई.आर.-केंद्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान (CSIR-CSMCRI) सौर तापीय तकनीकों में अपने ऐतिहासिक उपलब्धियों के आधार पर ऊर्जा अनुसंधान में अपनी उत्कृष्टता की परंपरा को जारी रखते हुए है। संस्थान ने सौर तालाबों, सौर आसवन यंत्र और सौर संग्राहकों के प्रदर्शन और दक्षता में महत्वपूर्ण सुधार किए हैं, जिसमें सौर तापीय जल विलवणीकरण प्रणालियों में सुधार शामिल है, जो शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में पानी के शुद्धिकरण के लिए महत्वपूर्ण हैं। नए सामग्री और तकनीकों का एकीकरण करके, CSIR-CSMCRI ने सौर तापीय ऊर्जा के अधिग्रहण और उपयोग में उच्चतर दक्षता प्राप्त की है। ऊर्जा भंडारण और रूपांतरण तकनीकों के विकास में भी महत्वपूर्ण प्रगति हुई है। अनुसंधान बैटरी, सुपरकैपेसिटर और ईंधन सेल जैसे विद्युत-रासायनिक उपकरणों के प्रदर्शन को बेहतर बनाने पर केन्द्रित है। रेडॉक्स फ्लो बैटरी पर चल रहे काम का उद्देश्य बड़े पैमाने पर ऊर्जा भंडारण की चुनौतियों को संबोधित करना है, जिससे नवीकरणीय ऊर्जा प्रणालियों की संभाव्यता और दक्षता में सुधार हो सके। जैवईंधन और बायोगैस उत्पादन के क्षेत्र में, CSIR-CSMCRI ने नवाचार करना जारी रखा है। जट्रोफा जैसे गैर-खाद्य तेल बीजों से बायोडीजल उत्पादन पर अनुसंधान एक टिकाऊ वैकल्पिक ईंधन प्रदान करता है। इसके अतिरिक्त, तेल युक्त शैवाल से सूक्ष्मशैवाल बायोडीजल के विकास में भी प्रगति हुई है, जिसका उद्देश्य जीवाष्म ईंधन पर निर्भरता को कम करना है। संस्थान के सौर-चालित जल उपचार तकनीकों में भी प्रगति हुई है। उल्लेखनीय उपलब्धियों में राजस्थान के टिलोनिया में स्थापित सामुदायिक पैमाने पर सौर-चालित खारे पानी रिवर्स ऑस्मोसिस संयंत्र शामिल है। चल रहे अनुसंधान का उद्देश्य इन प्रणालियों को ग्रामीण क्षेत्रों में व्यापक अनुप्रयोग के लिए अनुकूलित करना है, जिससे सस्ती और स्वच्छ पेयजल तक पहुंच में सुधार हो सके। CSIR-CSMCRI ने ईटीएच ज्यूरिख, यूनिवर्सिटी ऑफ एक्सेटर, इंस्टिट्यूटो टेक्नोलॉजिको दे सोनोरा, यूनिवर्सिटी ऑफ सिडनी, बल्गेरियन एकेडमी ऑफ साइंसेस और तकनीकी विश्वविद्यालय सोफिया जैसे प्रमुख संस्थानों के साथ मजबूत अंतरराष्ट्रीय सहयोग बनाए रखा है। ये साझेदारियाँ ज्ञान-साझाकरण को प्रोत्साहित करती हैं और संस्थान की अंतरराष्ट्रीय उपस्थिति को सशक्त बनाती हैं। CSIR-CSMCRI की सौर ऊर्जा प्रयोगशाला अत्याधुनिक परीक्षण सुविधाओं से लैस है, जिसमें सौर सेल और मॉड्यूल की विशेषताओं का परीक्षण करने हेतु सेटअप, तापीय चित्रण, स्पेक्ट्रोरेडियोमेट्री, और विभिन्न अन्य उपकरण शामिल हैं। ये उन्नत सुविधाएं सौर ऊर्जा तकनीकों में व्यापक अनुसंधान और विकास का समर्थन करती हैं, जो सटीक प्रदर्शन मूल्यांकन और उच्च गुणवत्ता वाले आंकड़ों को सुनिश्चित करती हैं। कुल मिलाकर, CSIR-CSMCRI 2019-20 के दौरान ऊर्जा के विषय में उत्कृष्टता बनाए हुए है। संस्थान की सौर तापीय तकनीकों, ऊर्जा भंडारण, जैवईंधन, और जल उपचार प्रणालियों में प्रगति उसकी वैश्विक ऊर्जा चुनौतियों को नवोन्मेषी और सतत समाधानों के माध्यम से संबोधित करने की लगातार प्रतिबद्धता को दर्शाती है।



### Thematic core competence

CSIR-Central Salt and Marine Chemicals Research Institute (CSIR-CSMCRI) is continuing its tradition of excellence in energy research, building upon its historical achievements in solar thermal technologies. The institute has made significant advancements in improving the performance and efficiency of solar ponds, solar stills, and solar collectors, including enhancements in solar thermal desalination systems essential for water purification in arid and semi-arid regions. By integrating new materials and technologies, CSIR-CSMCRI has achieved greater efficiency in capturing and utilizing solar thermal energy. Notable progress has also been made in the development of energy storage and conversion technologies. Research has focused on advancing electrochemical devices such as batteries, supercapacitors, and fuel cells. Ongoing work on redox flow batteries aims to address the challenges of large-scale energy storage, enhancing the viability and efficiency of renewable energy systems. In the field of biofuels and biogas production, CSIR-CSMCRI has continued to innovate. Research on producing biodiesel from non-edible oil seeds, such as *Jatropha*, offers a sustainable alternative to diesel. Additionally, progress has been made in developing microalgal biodiesel from oil-rich algae, with a focus on improving yield and efficiency to reduce dependence on fossil fuels. The institute's efforts in solar-powered water treatment technologies have also advanced. Notable achievements include the community-scale solar-powered brackish water reverse osmosis plant established in Tilonia, Rajasthan. Ongoing research aims to optimize these systems for broader application in rural areas, enhancing access to affordable and clean drinking water. CSIR-CSMCRI has maintained strong international collaborations with leading institutions such as ETH Zurich, University of Exeter, Instituto Tecnológico de Sonora, University of Sydney, Bulgarian Academy of Sciences, and Technical University of Sofia. These partnerships promote knowledge sharing and strengthen the institute's international presence. The solar energy laboratory at CSIR-CSMCRI is equipped with state-of-the-art testing facilities, including setups for solar cell and module characterization, thermal imaging, spectroradiometry, and various other instruments. These advanced facilities support comprehensive research and development in solar energy technologies, ensuring accurate performance evaluations and high-quality data. Overall, CSIR-CSMCRI is continuing to excel in the theme of energy throughout 2019-20. The institute's advancements in solar thermal technologies, energy storage, biofuels, and water treatment systems reflect its ongoing commitment to addressing global energy challenges through innovative and sustainable solutions.

अम्लीय और क्षारीय माध्यम में बहु-उद्दीपन-संवेदनशील कोबाल्ट(II) ऑर्गेनोजेल द्वारा वैद्युतउत्प्रेरित  
ऑक्सीजन उत्सर्जन

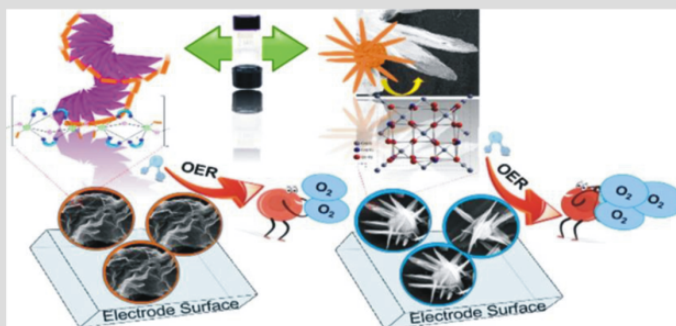
**Electrocatalytic oxygen evolution in acidic and alkaline media by a multistimuli-responsive cobalt(II) organogel**

गैर-सहसंयोजी गतिक एवं प्रतिवर्ती अंतःक्रियाओं पर Supramolecular metallogels involving dynamic



आधारित सुप्रामोलिक्युलर मेटलोजेल्स, बहुलक सामग्रियों पर आधारित जैलों की तुलना में बेहतर सुसंयोज्यता के कारण अनेक लाभ प्रदान करते हैं। एक उद्दीपन-संवेदनशील Co(II) युक्त, निम्न आणविक भार वाले मेटैलो-ऑर्गेनोजेल (Coजैल) को नाइट्रोजन-समृद्ध ट्रायज़ोल प्लेटफॉर्म पर संश्लेषित किया गया, जो ट्रायज़ोल अंश की एक्सो-साइक्लिक एमाइन और फसं विलायक अणुओं के बीच व्यापक हाइड्रोजन बॉन्डिंग के कारण स्वायत्त स्व-सुधार क्षमता प्रदर्शित करता है। Coजैल से प्राप्त Co-जेरोजैल, जिसकी झुर्रीदार-परत जैसी आकृति और एक बड़ा प्रभावी सतह क्षेत्र है, को हवा में दहन किया गया जिससे समुद्री-साही जैसे  $\text{Co}_3\text{O}_4$  प्राप्त किया गया। इस  $\text{Co}_3\text{O}_4$  की तुलना Co-जेरोजैल से की गई ताकि अनावृत Co(II) स्थलों के लाभकारी प्रभावों और कुशल ऑक्सीजन विकास अभिक्रिया (OER) के लिए विद्युत उत्प्रेरकों के डिजाइन में लिगेंड द्वारा  $\text{Co}^{2+}$  और  $\text{Co}^{3+}$  अवस्थाओं के स्थिरीकरण का मूल्यांकन किया जा सके। दोनों, जेरोजैल और  $\text{Co}_3\text{O}_4$  ने अम्लीय और क्षारीय माध्यमों में OER के लिए उत्कृष्ट गतिविधि प्रदर्शित की। संयुक्त विद्युत-रासायनिक अध्ययनों से पता चला कि  $\text{Co}_3\text{O}_4$  ने अम्लीय माध्यम में बेहतर गतिविधि प्रदर्शित की, जबकि क्षारीय माध्यम में जेरोजैल ने बेहतर प्रदर्शन किया। क्षारीय OER में, जेरोजैल ने 91.72% की उच्च फ़राडिक दक्षता (FE) दिखाई, जैसा कि एक संवहन नियंत्रित द्रव्यमान-परिवहन प्रयोग से देखा गया। हमारे परिणाम भविष्य में प्रभावी विद्युत-उत्प्रेरक प्रणालियों के विकास की संभावनाओं को उद्घाटित करते हैं।

and reversible noncovalent interactions offer advantages over polymeric gels due to their superior tunability. A stimuli-responsive Co(II)-containing, low-molecular-weight metallo-organogel (CoGel) synthesized on a nitrogen-rich triazole platform exhibited autonomous self-healing capabilities, thanks to extensive hydrogen bonding between the exocyclic amines of the triazole moiety and the entrapped solvent molecules. The CoGel-derived Co-xerogel, which has a crumpled sheet-like morphology and a large effective surface area, was calcined in air to produce sea-urchin-like  $\text{Co}_3\text{O}_4$ . This  $\text{Co}_3\text{O}_4$  was compared with the Co-xerogel to assess the beneficial effects of exposed Co(II) sites and the stabilization of  $\text{Co}^{2+}$  and  $\text{Co}^{3+}$  states by the ligand in designing efficient electrocatalysts for the oxygen evolution reaction (OER). Both the xerogel and  $\text{Co}_3\text{O}_4$  demonstrated excellent activity for OER in both acidic and alkaline media. Combined electrochemical studies revealed that  $\text{Co}_3\text{O}_4$  exhibited better activity in acidic medium, while the xerogel performed better in alkaline medium. In alkaline OER, the xerogel showed a high Faradaic Efficiency (FE) of 91.72%, as observed from a convection controlled mass-transport experiment. Our results open up possibilities for developing efficient electrocatalytic systems in the future.



**चित्र:** कोबाल्ट(II) मेटैलोजेल और प्राप्त  $\text{Co}_3\text{O}_4$  का उपयोग करके विद्युत-उत्प्रेरित OER।

**Figure:** Electrocatalytic OER using a Cobalt(II) Metallogel and derived  $\text{Co}_3\text{O}_4$ .

ACS Sustainable Chem Engg 07 (2019) 16094-16102

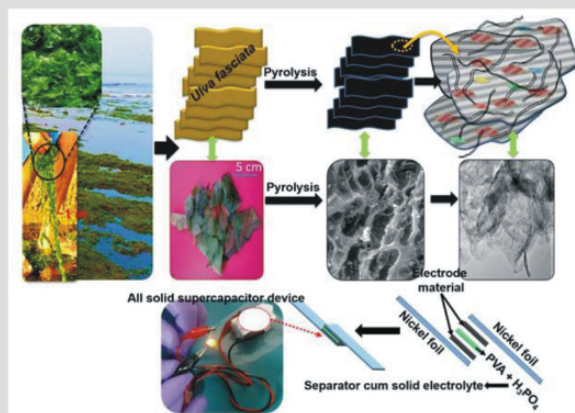


## समुद्री शैवाल आधारित पूर्ण ठोस सुपरकैपेसिटर डिवाइस: विलायक-मुक्त दृष्टिकोण

### Seaweed based all solid upercapacitor devices: olvent f pproach

इस अध्ययन में, हमने समुद्री शैवाल *एल्वा फैसियाटा* को आपस में जुड़े हुए नैनोरंध्रित कार्बन में परिवर्तित करने के लिए एकल-चरण प्रक्रिया विकसित की है। एल्वा बायोमास के ताप-अपघटन ने स्वाभाविक रूप से हेटेरोएटम-डोप्ड, विद्युत-रासायनिक रूप से सक्रिय ग्राफीन नैनोसंमिश्र का निर्माण किया। इस सामग्री से द्वि-स्तरीय आवेश संचय तंत्र के माध्यम से अपेक्षाकृत उच्च और स्थिर विशिष्ट विद्युत धारिता प्रदर्शित की। इस अध्ययन में उपयोग की गई इलेक्ट्रोड सामग्री ने लगभग 9100 mS/m की उच्च विद्युत चालकता और 376 m<sup>2</sup>/g से अधिक का बीईटी सतह क्षेत्र दर्शाया। एक संपूर्ण ठोस सुपरकैपेसिटर उपकरण, जिसमें H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-PVA फिल्म को सेपरेटर-कम-इलेक्ट्रोलाइट के रूप में और UF-800 को इलेक्ट्रोएक्टिव सामग्री के रूप में उपयोग किया गया, ने 330 F/g से अधिक की उच्च भारमैतिक धारिता प्राप्त की, और 10 kW/kg का ऊर्जा घनत्व प्रदर्शित किया। इसके अतिरिक्त, सममित दो-इलेक्ट्रोड सुपरकैपेसिटर ने आदर्श वैद्युत द्वि-स्तर धारिता व्यवहार को प्रदर्शित किया, जो 97.5% धारिता संरक्षण के साथ 5000 चक्रों तक स्थिर रहा।

In this study, we have developed a single-step conversion process for transforming seaweed *Ulva fasciata* into interconnected nanoporous carbon. Pyrolysis of *Ulva* biomass produced an inherently heteroatom-doped, electrochemically active graphene nanocomposite. This material exhibits relatively high and stable specific capacitance through a double-layer charge-storage mechanism. The electrode material in this study demonstrated high electrical conductivity of approximately 9100 mS/m and a BET surface area of over 376 m<sup>2</sup>/g. An all-solid supercapacitor device, using an H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>-PVA film as a separator-cum-electrolyte and UF-800 as the electroactive material, achieved a high gravimetric capacitance of over 330 F/g with a power density of 10 kW/kg. Furthermore, the symmetrical two-electrode supercapacitor demonstrated ideal electrical double-layer capacitive behavior, remaining stable up to 5000 cycles with 97.5% capacitance retention.



**चित्र:** *Ulva fasciata* आधारित हेटेरोएटम-डोप्ड इलेक्ट्रोड सामग्री का आरेखात्मक चित्रण। सुपरकैपेसिटर डिवाइस में विकसित इलेक्ट्रोड्स द्वारा LED का जलना।

**Figure:** Schematic representation of *Ulva fasciata* based heteroatom doped electrode material. Light up of LED by developed electrodes in supercapacitor device.

ACS Sustainable Chemistry & Engineering, 7 (2019) 174-186

## लघु स्तर पर निर्वात ट्यूब आधारित सौर तापीय विलवणीकरण इकाई

### Small-scale evacuated tube based solar thermal desalination unit

पीने योग्य पानी प्राप्त करने हेतु, निर्वात ट्यूब आधारित सौर आसवन इकाइयों के दो प्रकार के डिजाइन विकसित किए गए। डिजाइन स्थल पर आने वाली सौर तीव्रता, वायु गति, परिवेशी तापमान, आपूर्ति जल की विशेषताएँ और निर्गत जल की आवश्यकताओं जैसे मापदंडों पर आधारित थे। पहले डिजाइन में, एक सीढ़ीदार बेसिन स्टिल को निर्वात ट्यूब संग्राहक (ETC) के साथ एकीकृत किया गया और एक विस्तृत विश्लेषण किया गया। इस एकीकरण से उत्पादकता में औसतन 24% की वृद्धि हुई। अध्ययन का एक महत्वपूर्ण पहलू ETC से गर्म आपूर्ति जल भराव का समय था। दूसरे डिजाइन के लिए, एक लघु-स्तरीय सौर तापीय जलविघटन इकाई में, ETC तंत्र को एक वायु-शीतित कंडेंसर के साथ एकीकृत किया गया। ETC को पारंपरिक बेसिन के स्थान पर सौर आसवन प्रणाली के बेसिन के रूप में प्रयोग किया गया। प्रयोगों को बेसिन की 90%, 80%, 70% और 60% आपूर्ति जल भराव क्षमता के साथ किया गया। 1 m<sup>2</sup> नेट बेसिन क्षेत्र से, समुद्री पानी से 50 ppm की लवणता के साथ प्रतिदिन अधिकतम 5.47 किलोग्राम पीने योग्य पानी प्राप्त किया गया। एकीकृत इकाई की औसत दक्षता 18.48% थी। दोनों

Two types of designs for solar distillation units using evacuated tubes for potable water were developed. The designs were based on parameters such as incoming solar intensity at the installation site, wind speed, ambient temperature, feed-water characteristics, and output water requirements. In the first design, a stepped-type basin still was integrated with evacuated tube collectors (ETCs), and a detailed analysis was carried out. The integration resulted in an average productivity increase of 24%. The study also focused on the warm feed-water charging time from the ETC. For the second design, a small-scale solar thermal desalination unit, an ETC system was integrated with an air-cooled condenser. The ETC functioned as the basin for the solar distillation system, replacing the conventional basin. Experiments were conducted with feed-water charging capacities of 90%, 80%, 70%, and 60% of the basin's capacity. From a 1 m<sup>2</sup> net basin area, a maximum of 5.47 kg/day of potable water with a salinity of 50 ppm was obtained from seawater. The average



(A)



(B)

चित्र: ETC एकीकृत सौर आसवन इकाइयाँ - डिजाइन 1 और 2।

Figure: ETC integrated solar still units- design 1 & 2.





इकाइयों की आर्थिक व्यवहार्यता का अनुमान उत्पादित पानी की प्रति लीटर लागत (CPL) के आधार पर लगाया गया। लागत गणना में पूंजी लागत, वार्षिक रखरखाव लागत और वार्षिक पुनर्विक्रय लागत जैसे कारकों पर विचार किया गया। प्राप्त आंकड़ों के आधार पर दोनों इकाइयों का स्कूल-अप किया गया और उन्हें उपयुक्त स्थानों पर इस प्रकार स्थापित किया गया कि वे क्षेत्रों के जल प्राप्तकर्ताओं को जल उपलब्ध करा सकें।

efficiency of the integrated unit was 18.48%. The economic feasibility of both units was estimated based on the cost per liter (CPL) of produced water. Factors such as capital cost, annual maintenance cost, and annual salvage cost were considered in the calculations. Based on the data, a scale-up was carried out for both units, and they were installed at suitable sites to provide water to recipients at those locations.

Solar Energy, 188 (2019) 561–572

### फलू गैसों से CO<sub>2</sub> को कैप्चर करके सूक्ष्म शैवाल फीडस्टॉक से ऊर्जा का उत्पादन Generation of energy from microalgal feedstock through CO<sub>2</sub> capture from flue gases

अडानी पावर लिमिटेड मुंद्रा के पास खुले तालाबों (360 घन मीटर आयतन) में बड़े पैमाने पर सूक्ष्म शैवाल की खेती की गई, जिसमें 1000 वर्ग मीटर क्षेत्र का उपयोग किया गया। दिसंबर 2019 से मार्च 2020 के बीच बायोमास उत्पादकता 8 ग्राम प्रति वर्ग मीटर प्रति दिन से 13 ग्राम प्रति वर्ग मीटर प्रति दिन के बीच रही। *विग्ना रेडियाटा एल.* के लिए जैविक पोषक तत्व स्रोत के रूप में निर्तैलित शैवाल जैव द्रव्यमान का सफल परीक्षण किया गया। इस प्रयास का उद्देश्य फलू गैस चिमनी के पास उगाए गए सूक्ष्म शैवाल की विकास रूपरेखा का आकलन करना था, ताकि इस ज्ञान का उपयोग विद्युत संयंत्र में सूक्ष्म शैवाल आधारित बायोडीजल फीडस्टॉक और उप-उत्पादों के एकीकृत विकास के लिए किया जा सके।

Large-scale cultivation of microalgae in open ponds (with a total volume of 360 m<sup>3</sup>) was conducted near Adani Power Limited Mundra, utilizing an area of 1000 m<sup>2</sup>. Biomass productivity ranged from 8 g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> to 13 g m<sup>-2</sup> d<sup>-1</sup> between December 2019 and March 2020. Successful testing of de-oiled algal biomass as an organic nutrient source for *Vigna radiata* L. was performed. This endeavor aimed to assess the growth profile of microalgae cultivated near the flue gas chimney and to use this knowledge to support the integrated development of microalgae-based biodiesel feedstock and by-products at the power plant.



चित्र: वृहद पैमाने पर समुद्री-शैवाल तालाबों का विहंगम दृश्य

Figure: panoramic view of large-scale microalgal ponds.





## विषयवस्तु: जल

## THEME : WATER

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई पिछले तीन दशकों से "जल" थीम पर केंद्रित अनुप्रयुक्त शोध के क्षेत्र में अग्रणी रहा है। 2019-20 में, संस्थान के प्रयासों ने झिल्ली प्रौद्योगिकी और जल शुद्धिकरण प्रक्रियाओं में अत्याधुनिक प्रगति को बढ़ावा देना जारी रखा है। हमारी टीम ने प्रतिलोम परासरण (RO), प्रगामी परासरण (FO), नैनोनिस्पंदन (NF), अतिसूक्ष्म निस्पंदन (UF), सूक्ष्म निस्पंदन (MF), और इलेक्ट्रोडायलिसिस (ED) झिल्लियों के विकास, साथ ही बहुलक संश्लेषण और झिल्ली पुनर्जीवन तकनीकों में महत्वपूर्ण प्रगति की है। हमने जल से आर्सेनिक, फ्लोराइड और भारी धातुओं जैसे हानिकारक तत्वों को हटाने और अति-शुद्ध जल उत्पादन के लिए विद्युत-विआयनीकरण (EDI) प्रणालियों के डिजाइन को बेहतर बनाया है। सामुदायिक स्तर पर जल समस्याओं को हल करने के उद्देश्य से, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने 5000 लीटर प्रति घंटा (LPH) की क्षमता वाले खारे जल के विलवणीकरण प्रतिलोम परासरण संयंत्र और 250 LPH की क्षमता वाले आर्सेनिक हटाने वाले संयंत्रों की स्थापना की है, जो हमारे कार्यों के सामाजिक प्रभाव को दर्शाता है। हमारी प्रौद्योगिकीय प्रगति को न केवल उच्च प्रभाव वाले प्रकाशनों के माध्यम से मान्यता मिली है, बल्कि कई प्रक्रियाओं को उद्योग में लाइसेंस के रूप में अंतरित किया गया है और बौद्धिक संपदा अधिकारों द्वारा संरक्षित किया गया है।

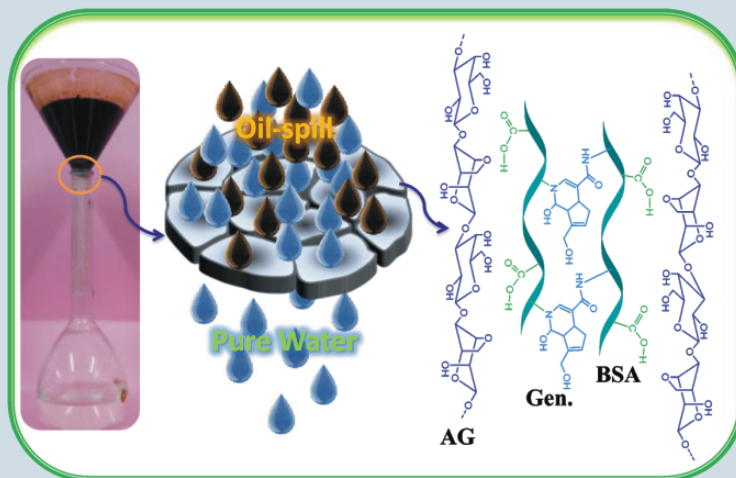
### Thematic core competence

CSIR-CSMCRI has been at the forefront of applied research focused on the theme of "water" for over three decades. In 2019-20, the institute's efforts continued to emphasize cutting-edge advancements in membrane technology and water purification processes. Our team has made significant strides in the development of Reverse Osmosis (RO), Forward Osmosis (FO), Nanofiltration (NF), Ultrafiltration (UF), Microfiltration (MF), and Electrodialysis (ED) membranes, alongside innovations in polymer synthesis and membrane rejuvenation techniques. We have advanced the removal of harmful contaminants such as arsenic, fluoride, and heavy metals from water, and enhanced the design of electro-deionization (EDI) systems for ultrapure water production. In line with our mission to address water challenges at the community level, CSIR-CSMCRI has installed community-scale brackish water desalination RO plants (5000 LPH) and arsenic removal plants (250 LPH), demonstrating the societal impact of our work. Our technological developments have not only been recognized through high-impact publications but also through successful commercialization, with several processes licensed to industry and protected by intellectual property rights.

## गुरुत्वाकर्षण संचालित पृथक्करण के लिए प्रोटीन-क्रियात्मकृत एयरो जेल झिल्लियाँ Protein-functionalized aerogel membranes for gravity-driven separation

इस अध्ययन में, हमने प्रोटीन-क्रियात्मकृत एयरो जेल झिल्लियों (PFAMs) का निर्माण किया है। PFAMs का गुण निर्धारण SEM, FT-IR, ठोस-UV, और TGA के उपयोग द्वारा किया गया। ये झिल्लियाँ जलीय परिस्थितियों में अत्यधिक स्थिरता और पुनचक्रणीयता प्रदर्शित करती हैं। इन झिल्लियों को तेल रिसाव और पायसों को गुरुत्वाकर्षण-चालित बल के तहत कुशलता से अलग करने के लिए सफलतापूर्वक परीक्षण किया गया। PFAMs ने गुरुत्वाकर्षण के तहत 430 से 605  $\text{L}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}$  की उच्च फ्लक्स दर के साथ लगभग  $\sim 98\%$  शुद्ध जल प्राप्त किया। यह कार्य समुद्री शैवाल बायोमास का उपयोग करके पर्यावरण-अनुकूल रंघित झिल्लियों के विकास के सर्वोत्तम उदाहरणों में से एक है।

In this study, we demonstrate the preparation of protein-functionalized aerogel membranes (PFAMs). PFAMs were characterized using SEM, FT-IR, solid-UV, and TGA. They exhibited high stability and recyclability under aqueous conditions. These membranes were successfully tested for the efficient separation of oil spills and emulsions using gravity-driven force. PFAMs achieved  $\sim 98\%$  pure water with a high flux rate, ranging from 430 to 605  $\text{L}\cdot\text{m}^2\cdot\text{h}^{-1}$  under gravity. This work represents one of the best examples of developing environmentally friendly porous membranes from seaweed biomass.



चित्र: PFAMs के माध्यम से तेल-जल मिश्रण के पृथक्करण की योजनाबद्ध प्रस्तुति।

Figure: Schematic representation of separation of oil-water mixture through PFAMs.

ACS Sustainable Chem Engg 07 (2019) 4814-4820

## न्यून फाउलिंग उभयस्नेही पॉली(विनाइलिडीन फ्लोराइड) झिल्लियाँ Low fouling amphiphilic poly(vinylidene fluoride) membranes

उभयस्नेही पॉली(विनाइलिडीन फ्लोराइड) (PVDF) झिल्लियाँ निम्नलिखित विधियों द्वारा तैयार की गईं: (1) PVDF, पॉली(विनाइल पायरोलिडोन) (PVP), और पॉली(डाइमेथिलसिलोक्सेन) (PDMS) और पॉली(एथिलीन

The amphiphilic poly(vinylidene fluoride) (PVDF) membranes were prepared by: (1) non-solvent-induced phase separation of a blend of PVDF, poly(vinyl pyrrolidone) (PVP), and a hydrolytically stable segmented amphiphilic



ग्लाइकोल) (PEG), एक हाइड्रोलाइटिक रूप से स्थिर खंडित उभयस्नेही सहबहुलक (जिसमें यूरिथेन बंध होते हैं), के मिश्रण की गैर-विलायक प्रेरित चरण पृथक्करण प्रक्रिया, और (2) प्रतिक्रियाशील PVDF ब्लैंड झिल्लियों की सतह पर कार्यात्मक PEG और PDMS द्वारा सतह संशोधन द्वारा सहबहुलक कास्टिंग घोल में PVDF के साथ संगत था और मिश्रण झिल्लियों की मैट्रिक्स में स्थिर रहा। चरण व्युत्क्रम प्रक्रिया के दौरान, सहबहुलक में पृष्ठीय पृथक्करण होता है, जिससे सतह उभयस्नेही बन जाती है (मामला 1)। इसके विपरीत, PDMS और PEG एक अंतरसंजोयित जाल संरचना का निर्माण करते हैं (मामला 2)। PDMS डोमेन झिल्लियों की सतह पर विषमतापूर्वक वितरित होते हैं और फाउलिंग मुक्ति गुण को बढ़ाते हैं। 1.7% w/w सहबहुलक को कास्टिंग घोल में मिलाने से तैयार की गई झिल्ली ने लगभग  $280 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  का जल प्रवाह दर और 99% से अधिक तेल का अस्वीकरण प्रदर्शित किया, साथ ही 0.35 बार के दबाव पर पृष्ठसक्रियकारक-रहित और पृष्ठसक्रियकारक-स्थिर जल में तेल पायस को निस्पंदित करने के बाद लगभग 99% की फ्लक्स पुनप्राप्ति अनुपात प्राप्त की। संशोधित उभयस्नेही झिल्ली ने >98% की फ्लक्स पुनप्राप्ति और कम प्रोटीन फाउलिंग प्रवृत्ति भी प्रदर्शित की। इसके विपरीत, मूल झिल्ली में खराब प्रतिफाउलिंग गुण थे। ब्लेडिंग और पृष्ठीय संशोधन के माध्यम से तैयार की गई झिल्लियों की अच्छी प्रतिफाउलिंग विशेषताओं का श्रेय PEG खंड के हाइड्रेशन प्रभाव और PDMS खंडों की फाउलिंग मुक्ति विशेषताओं को दिया जाता है। इस प्रकार, झिल्लियों की सतहों पर फाउलिंग मुक्ति

copolymer (containing urethane linkages) of poly(dimethylsiloxane) (PDMS) and poly(ethylene glycol) (PEG), and (2) surface modification of the reactive PVDF blend membrane using functional PEG and PDMS. The copolymer was compatible with PVDF in the casting solution and remained stable in the blend membrane matrix. During the phase inversion process, the copolymer undergoes surface segregation, rendering the surface amphiphilic in nature (case 1). In contrast, PDMS and PEG form a crosslinked network structure (case 2). The PDMS domains are heterogeneously distributed on the membrane surface, facilitating fouling release properties. A membrane prepared by adding 1.7% w/w of the copolymer in the casting solution exhibited a permeate water flux of approximately  $280 \text{ L} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{h}^{-1}$  and oil rejection of over 99%, with a flux recovery ratio as high as about 99% after filtering surfactant-free and surfactant-stabilized oil-in-water emulsions at an applied pressure of 0.35 bar. The post-modified amphiphilic membrane also showed >98% flux recovery and low protein fouling propensity. In contrast, the pristine membrane exhibited poor antifouling properties. The good antifouling properties of the membranes, prepared through blending and post-surface modification, are attributed to the hydration effect of the PEG segments and the fouling release properties of the PDMS segments. Thus, the dual effects of fouling release and hydration



**चित्र:** मिश्रण और संशोधित झिल्लियों में PDMS डोमेन और PEG शृंखला द्वारा विषमता सतह के निर्माण का चित्रण।

**Figure:** Illustration of formation of heterogeneous surface by PDMS domains and PEG chains in the blend and post-modified membranes.





और हाइड्रेशन के दोहरे प्रभाव सक्रीय होते हैं

are operative on the membrane surfaces.

Sep. Purif. Technol. 232 (2020), 115940-115951.

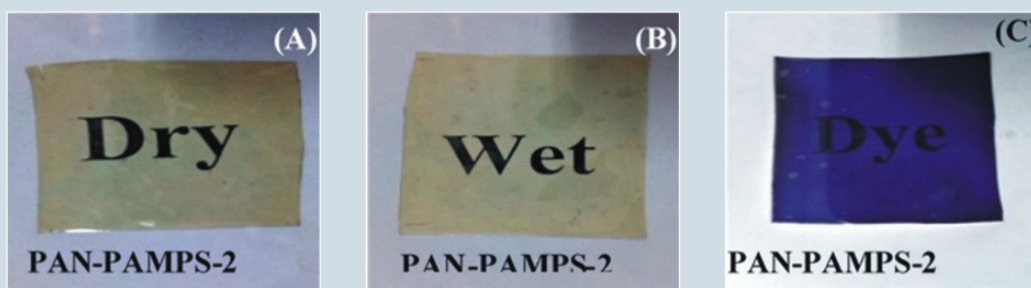
J. Membr. Sci. 583 (2019) 278-291.

## पॉली(एक्रिलोनाइट्राइल-सह-2-अक्रिलामाइडो-2-मेथिल-1-प्रोपेनसल्फोनिक अम्ल) के अंतरसंयोजित सह-नेटवर्क धनायन विनिमय झिल्लियाँ: इलेक्ट्रोडायलिसिस के लिए प्रदर्शन विश्लेषण

### Crosslinked poly(acrylonitrile-co-2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid) conetwork cation exchange membranes for electrodialysis performance

संश्लेषण रणनीति में पॉली(एक्रिलोनाइट्राइल) और पॉली(2-एक्रिलामाइडो-2-मेथिल-1-प्रोपेनसल्फोनिक अम्ल) (PAN-co-PAMPS) के यादृच्छिक सहबहुलक के नाइट्राइल समूहों के साथ हाइड्राजिन हाइड्रेट की अनुक्रमिक प्रतिक्रिया शामिल है। इन दो एकलकों का सहबहुलीकरण PAN के अपेक्षाकृत जलरोधी और PAMPS के जलस्नेही आयनिक डोमेन के बीच मिश्रणीयता को बढ़ाता है, जिससे झिल्ली मैट्रिक्स में सूक्ष्म अवस्था पृथक्करण को रोका जाता है। झिल्ली मैट्रिक्स में किसी सूक्ष्म अवस्था पृथक्करण न होने की पुष्टि समान रूप से वितरित रंगीन विलायक के साथ समांगता, सह-निरंतर आकारिकी के साथ-साथ DSC, DMA, TEM, और AFM विश्लेषणों के माध्यम से की गई। अंतर संयोजित धनायन विनिमय झिल्लियों (CEMs) का उपयोग इलेक्ट्रो-डायलिसिस के माध्यम से जल के विलवणीकरण करने के लिए किया गया।

The synthesis strategy involves the sequential reaction of hydrazine hydrate with the nitrile moieties of random copolymers of poly(acrylonitrile) and poly(2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid) (PAN-co-PAMPS). Copolymerization of these two monomers enhances the miscibility between the relatively hydrophobic PAN and the hydrophilic ionic PAMPS domains, thereby preventing microphase separation in the membrane matrices. The homogeneous, co-continuous morphology, with no microphase separation, was confirmed by the uniform distribution of color solutes in the membrane matrices, as well as through DSC, DMA, TEM, and AFM analyses. The crosslinked cation exchange membranes (CEMs) were utilized for desalination via electrodialysis.



**चित्र:** प्रतिनिधितात्मक PAN-PAMPS-2 की प्रकाशीय सूक्ष्मछवि (A) शुष्क, (B) जल आद्र, और (C) मेथिलीन ब्लू रंजक अवशोषित अवस्थाओं में।

**Figure:** Optical micrograph of representative PAN-PAMPS-2 in (A) dry, (B) water wet, and (C) methylene blue dye absorbed states.

Polymer 180 (2019) 121680



## नए $C_8H_4F_{13}$ -पॉलीडाइमेथाइलसिलोक्सेन झिल्लियों का निर्माण: अंतरसंयोजक की मात्रा का प्रभाव

### Preparation of new $C_8H_4F_{13}$ -polydimethylsiloxane membranes: Effect of cross-linker amount

5-50 वजन% ट्राइक्लोरो (परफ्लूरो-ऑक्टाइल)सिलेन के साथ PDMS का अंतरसंयोजन करके तैयार की गई  $C_8H_4F_{13}$ -पॉलीडाइमेथाइलसिलोक्सेन (PDMS) झिल्लियों का अध्ययन किया गया। 17 वजन% अंतरसंयोजन वाली झिल्ली ने  $180 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  के औसत फ्लक्स के साथ 18 का उत्कृष्ट इथेनॉल/ पानी विभेदन गुणांक दिखाया, जबकि 5 वजन% अंतरसंयोजन वाली झिल्ली ने 345K पर  $190 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  का अधिकतम फ्लक्स और 16 का विभेदन गुणांक प्रदर्शित किया। इथेनॉल और पानी के पारगमन के लिए सक्रियण ऊर्जा क्रमशः 29 kJ/mol और 25 kJ/mol पाई गई, जो बताती है कि यह झिल्ली अन्य रिपोर्टेड PDMS झिल्लियों की तुलना में जैव-इथेनॉल पुनप्राप्ति के लिए अधिक चयनात्मक है।

$C_8H_4F_{13}$ -polydimethylsiloxane (PDMS) membranes, prepared by cross-linking PDMS with 5–50 wt.% trichloro(perfluoro-octyl)silane, were investigated. The membrane with 17 wt.% cross-linker exhibited an excellent ethanol/water separation factor of 18 with an average flux of  $180 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ , while the membrane with 5 wt.% cross-linker achieved a maximum flux of  $190 \text{ g m}^{-2} \text{ h}^{-1}$  and a separation factor of 16 at 345 K. The activation energy for ethanol and water permeation was found to be 29 kJ/mol and 25 kJ/mol, respectively, suggesting that this membrane is more selective for bioethanol recovery than other reported PDMS membranes.

Sep. Sci. Tech. 54 (2019) 329

## अंत-प्राय प्रतिलोम परासरण झिल्ली का जीर्णोद्धार

### End-of-life reverse osmosis membrane rejuvenation

हमने अंत-प्राय प्रतिलोम परासरण (RO) झिल्लियों का समाधान करने हेतु एक प्रक्रिया तकनीक विकसित की है। हम त्यागी गई RO झिल्लियों को पुनर्जीवित कर सकते हैं और उन्हें ब्रैकिश जल RO, अपशिष्ट जल पुनः उपयोग, या अतिसूक्ष्म निस्पंदन जैसे समान या वैकल्पिक अनुप्रयोगों में उपयोग कर सकते हैं। त्यागी गई झिल्लियों को निम्नलिखित अनुप्रयोगों के लिए उपयोगी झिल्लियों में परिवर्तित किया गया है:

1. कम-लवणीयता वाले ब्रैकिश जल का विलवणीकरण और अपशिष्ट जल उपचार/पुनः उपयोग।
  2. प्रवाह दर बढ़ाकर, लेकिन लवण अस्वीकृति प्रदर्शन को बनाए रखते हुए, मूल अनुप्रयोग का आंशिक प्रतिस्थापन।
  3. अतिसूक्ष्म निस्पंदन जैसी झिल्लियों में परिवर्तन।
- समाधान, जिसे हमने विकसित किया है, न केवल झिल्लियों के जीवन को बढ़ाएगा और अपशिष्ट से मूल्य निर्माण करेगा, बल्कि

We have developed a process technology aimed at providing a solution for end-of-life Reverse Osmosis (RO) membranes. We can rejuvenate discarded RO membrane elements for the same or alternate applications, such as brackish water RO, wastewater reuse, or ultrafiltration. The discarded membranes have been converted into useful membranes for the following applications:

1. Low-salinity brackish water desalination and wastewater treatment/reuse.
2. Partial substitution for the original application by enhancing flow rate while maintaining salt rejection performance.
3. Conversion into ultrafiltration-like membrane elements.



नयी झिल्लियों की मांग और उनके उत्पादन से जुड़े ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन को कम करके पर्यावरण को भी लाभ पहुंचाएगा। उद्योग-विशिष्ट समाधान विकसित किए जा रहे हैं ताकि इस तकनीक को अगले स्तर तक ले जाया जा सके। सी.एस.आई.आर-सी.एस.एम.सी.आर.आई भावनगर के प्रायोगिक नमक उद्यान में एक पायलट संयंत्र सुविधा, विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग द्वारा वित्त पोषित परियोजना के तहत, स्थापित की गई है।

The solution we have developed not only extends the life of membranes and creates value from waste, but also benefits the environment by reducing the demand for new membranes and the associated greenhouse gas emissions from their production. Industry-specific solutions are being developed to advance this technology to the next level. A pilot plant facility has been established at the Experimental Salt Farm, CSIR-CSMCRI Bhavnagar, through a project funded by the Department of Science and Technology.



**चित्र:** प्रायोगिक नमक उद्यान, सी.एस.आई.आर-सी.एस.एम.सी.आर.आई भावनगर में स्थापित पायलट संयंत्र सुविधा।

**Figure:** Pilot plant facility created at experimental salt farm, CSIR-CSMCRI Bhavnagar.

## जल से विषैले आयनों को हटाने के लिए जैव-अवशोषक के रूप में अपशिष्ट जट्रोफा बीज खली का उपयोग

### Waste of Jatropha seed cake as bio-adsorbent for mitigation of toxic ions from water

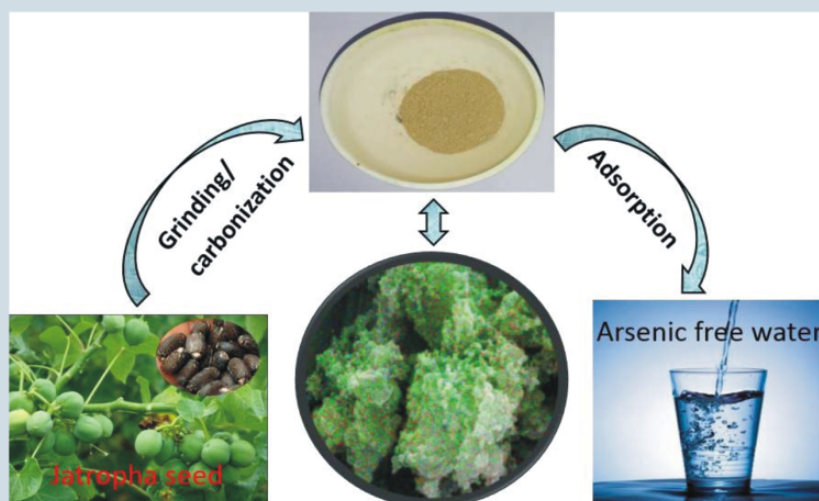
इस अध्ययन में, जट्रोफा के अपशिष्ट बीज खली (तेल निकालने के बाद) से प्राप्त सक्रिय कार्बन को बिना किसी रासायनिक संशोधन के पानी से आर्सेनिक हटाने के लिए जैव-अवशोषक (AC-JSC) के रूप में उपयोग किया गया। बायोफ्यूल उद्योग द्वारा उत्पन्न जट्रोफा बीज खली के अपशिष्ट को आर्सेनिक हटाने के लिए एक संभावित कम लागत वाला अधिशोषक माना जा सकता है। AC-JSC की आर्सेनिक हटाने की क्षमता का मूल्यांकन करने के लिए विभिन्न प्रायोगिक मापदंडों, जैसे अधिशोषक की मात्रा, आपूर्ति विलयन की सांद्रता, pH, और संपर्क समय का अध्ययन किया गया। AC-JSC ने सफलतापूर्वक आर्सेनिक की सांद्रता को अनुमेय सीमा (WHO: 10  $\mu\text{g/L}$ ) के भीतर तक कम कर दिया। अधिशोषक आइसोथर्म मॉडल, जिसमें लैंगमुइर ( $b = 146 \text{ AsV}$  के लिए,

In this study, activated carbon derived from Jatropha waste seed cake (after oil extraction) was utilized as a bio-adsorbent (AC-JSC) for the removal of arsenic from water without any chemical modification. The Jatropha seed cake waste generated by the biofuel industry can be considered as a potential low-cost sorbent for arsenic removal. Various experimental parameters such as adsorbent dose, feed solution concentration, pH, and contact time were studied to evaluate the arsenic removal efficiency of AC-JSC. The AC-JSC successfully reduced arsenic concentration to within the permissible limit (WHO: 10  $\mu\text{g/L}$ ). Adsorption



और  $b = 96.1$  AsIII के लिए) और फ्रेंडलिच ( $K_f = 0.671$ ,  $n = 0.350$  AsV के लिए, और  $K_f = 0.964$ ,  $n = 0.250$  AsIII के लिए) शामिल हैं, का उपयोग अधिशोषक गतिकी का वर्णन करने के लिए किया गया। ऊष्मागतिक अध्ययन से यह संकेत मिलता है कि यह अधिशोषक प्रक्रिया स्वतःस्फूर्त थी ( $\Delta G = -8.58$  KJ/mol AsV के लिए और  $\Delta G = -8.60$  KJ/mol AsIII के लिए)।

isotherm models, including Langmuir ( $b = 146$  for AsV, and  $b = 96.1$  for AsIII) and Freundlich ( $K_f = 0.671$ ,  $n = 0.350$  for AsV and  $K_f = 0.964$ ,  $n = 0.250$  for AsIII), were used to describe the adsorption kinetics. Thermodynamic studies indicated that the adsorption process was spontaneous ( $\Delta G = -8.58$  KJ/mol for AsV and  $\Delta G = -8.60$  KJ/mol for AsIII).



**चित्र:** आर्सेनिक शोधन के लिए जैव-अधिशोषक का निर्माण और उपयोग।

**Figure:** Preparation and application of bio adsorbent for arsenic remediation.

Int. J. Sci. Eng. Res. 10 (2019) 1053





## विषयवस्तु: शैवाल प्रौद्योगिकियां

### THEME : ALGAL TECHNOLOGIES

#### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

भारत की 7,500 किमी लंबी तटरेखा में समुद्री शैवाल की खेती की विशाल संभावनाएँ हैं, जहाँ स्वाभाविक रूप से 840 प्रजातियाँ पाई जाती हैं, जिनमें से 30 का महत्वपूर्ण आर्थिक मूल्य है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई भारतीय समुद्री शैवाल बायोमास में मूल्य संवर्धन के संदर्भ में विशेष रूप से अग्रणी भूमिका निभाते हुए शैवाल प्रौद्योगिकी के विकास में अग्रणी रहा है। वर्षों से, संस्थान ने जेलीडिएला प्रजाति, ग्रासिलेरिया प्रजाति और कैपाफायकस अलवारेजी जैसी प्रमुख प्रजातियों की खेती की विधियों में अग्रणी भूमिका निभाई है, जिससे भारत के समुद्री शैवाल उद्योगों को कच्चे माल की सतत आपूर्ति सुनिश्चित हो सके। तमिलनाडु के मंडपम में 1967 में स्थापित समुद्री शैवाल अनुसंधान स्टेशन (MARS) इन प्रगतियों में केंद्रीय भूमिका निभा रहा है, जो खेती की तकनीकों का विकास कर रहा है और तमिलनाडु तट के साथ-साथ 1,000 से अधिक मछुआरों की आजीविका को सतत रूप से समर्थन प्रदान कर रहा है। विशेष रूप से, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने उतक संवर्धन और प्रांकुर उत्पादन तकनीकों में प्रगति की है, जिससे कैपाफायकस अलवारेजी और ग्रासिलेरिया एड्युलिस के लिए उत्कृष्ट प्रांकुर तैयार किए गए हैं। हाल की पहलों ने समुद्री शैवाल की खेती को अंडमान तट तक विस्तारित किया है, जहाँ पायलट स्तर की गतिविधियों ने कप्पाफाइकस ऐल्वारेजी, ग्रासिलेरिया एड्युलिस और जी. सैलिकॉर्निया की बड़े पैमाने पर खेती की संभावनाएं दर्शाई हैं। खेती के साथ-साथ संस्थान ने डाउनस्ट्रीम प्रसंस्करण में भी विशेषज्ञता विकसित की है, जिसके तहत एगर, एगरोस, कैराजीनन, एल्जिनेट और जैव उद्दीपको जैसे मूल्यवर्धित उत्पादों के उत्पादन को बड़े स्तर पर ले जाया गया है। ये स्वदेशी प्रौद्योगिकियाँ, जो सफलतापूर्वक 18 से अधिक उद्योगों को हस्तांतरित की गई हैं, न केवल किफायती आयात विकल्प प्रदान करती हैं, बल्कि समुद्री शैवाल की खेती और औद्योगिक अनुप्रयोगों के माध्यम से तटीय क्षेत्रों में रोजगार के अवसर भी सृजित करती हैं, जिससे "मेक इन इंडिया" पहल को बल मिलता है। इस प्रसंग में, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई वर्ष 2019-20 के लिए अपनी शैवाल प्रौद्योगिकियों में प्राप्त उपलब्धियों को उजागर करते हुए गर्व का अनुभव करता है, जो भारत में सतत समुद्री शैवाल उद्योग के विकास और आर्थिक प्रगति के प्रति उसकी प्रतिबद्धता को दर्शाता है।

#### Thematic core competence

India's 7,500 km coastline offers vast potential for seaweed cultivation, with 840 naturally occurring species, 30 of which hold significant economic value. CSIR-CSMCRI has been at the forefront of algal technology development, particularly in adding value to Indian seaweed biomass. Over the years, the institute has pioneered cultivation methods for key species like *Gelidiella* spp., *Gracilaria* spp., and *Kappaphycus alvarezii*, ensuring a steady supply of raw materials to India's seaweed industries. The Marine Algal Research Station (MARS) at Mandapam, Tamil Nadu, established in 1967, plays a central role in these advancements, developing cultivation techniques and supporting sustainable livelihoods for over 1,000 fishermen along the Tamil Nadu coast. Notably, CSIR-CSMCRI has advanced tissue culture and seedling production technologies, producing elite seedlings for



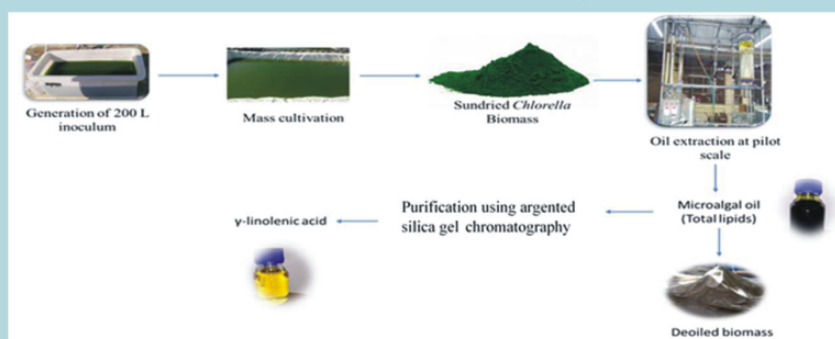


*Kappaphycus alvarezii* and *Gracilaria edulis*. Recent initiatives have expanded seaweed cultivation to the Andaman coast, where pilot-scale operations show promise for large-scale cultivation of *Kappaphycus alvarezii*, *Gracilaria edulis*, and *G. salicornia*. Alongside cultivation, the institute has developed expertise in downstream processing, scaling up the production of value-added products like agar, agarose, carrageenan, alginate, and biostimulants. These indigenous technologies, successfully transferred to over 18 industries, not only provide cost-effective import substitutes but also create employment opportunities in coastal regions through seaweed farming and industrial applications, supporting the "Make in India" initiative. In this context, CSIR-CSMCR is proud to highlight its achievements in algal technologies for the year 2019-20, demonstrating its commitment to sustainable seaweed industry development and economic growth across India.

### सूक्ष्म शैवाल आधारित $\gamma$ -लिनोलेनिक अम्ल Microalgal based $\gamma$ -linolenic acid

एक सतत मॉडल विकसित किया गया, जिसके अंतर्गत सूक्ष्म शैवाल से उच्च-मूल्य उत्पादों ( $\gamma$ -लिनोलेनिक अम्ल,  $\epsilon$ -पॉलीलाइसिन और प्रोटीन पाउडर) का उत्पादन एक हरित दृष्टिकोण के माध्यम से किया गया, जिसमें अमोनियम बाइकार्बोनेट को कार्बन स्रोत के रूप में उपयोग किया गया। अमोनियम बाइकार्बोनेट का उपयोग करते हुए 200 लीटर और 20 घन मीटर के स्तर पर सूक्ष्म शैवाल की खेती में 1.67 ग्राम प्रति लीटर प्रति दिन की बायोमास उपज प्राप्त की गई। कुल लिपिड उत्पादकता शुष्क कोशिका भार का 21% रही, जिसमें  $\gamma$ -लिनोलेनिक अम्ल लगभग 7% शुष्क कोशिका भार के रूप में उपस्थित था। निकाले गए सूक्ष्म शैवाल तेल को आगे  $\gamma$ -लिनोलेनिक अम्ल की पुनर्प्राप्ति हेतु यूरिया अंशविभाजन तथा आर्जेन्टाइट सिलिका जेल क्रोमैटोग्राफी के माध्यम से प्रसंस्कृत किया गया।

A sustainable model was developed for the production of high-value products ( $\gamma$ -linolenic acid,  $\epsilon$ -polylysine, and protein powder) from microalgae using a greener approach, with ammonium bicarbonate as the carbon source. A biomass yield of 1.67 g/L/day was achieved using ammonium bicarbonate for microalgal cultivation at scales of 200 L and 20 m<sup>3</sup>. The total lipid yield was 21% of the dry cell weight, with  $\gamma$ -linolenic acid constituting approximately 7% of the dry cell weight. The extracted microalgal oil was further processed through urea fractionation and argentite silica gel chromatography to recover  $\gamma$ -linolenic acid.



चित्र: सूक्ष्म शैवाल आधारित गामा-लिनोलेनिक अम्ल उत्पादन के लिए सतत प्रक्रिया

**Figure:** Sustainable process for microalgal based gamma linolenic acid production.



## समुद्री शैवाल जैव उद्दीपको की क्रियाविधि का अनावरण Unravelling the mechanism of action of seaweed biostimulants

समुद्री शैवाल आधारित जैव उद्दीपकों में विभिन्न सक्रिय घटक पाए जाते हैं, और ये जैव उद्दीपक उत्पादकता को कैसे बढ़ाते हैं तथा पौधों को तनाव सहन करने की क्षमता कैसे प्रदान करते हैं — यह लंबे समय से चर्चा का विषय रहा। इस मुद्दे के समाधान के लिए, जल तनाव की स्थिति में मक्का के पौधों पर एक प्रयोग किया गया, जिसमें साथ ही कप्पाफाइकस समुद्री शैवाल जैव उद्दीपक (KSWE) का प्रयोग भी किया गया। तुलना के लिए उपयुक्त नियंत्रण बनाए रखे गए। इलुमिना प्लेटफॉर्म का उपयोग करके जड़ों के ट्रांसक्रिप्टोम का मानचित्रण किया गया और उसकी नियंत्रण समूह से तुलना की गई। परिणामों के विश्लेषण से पता चला कि KSWE-उपचारित पौधों की तुलना में नियंत्रण पौधों में कई जीनों की अभिव्यक्ति में अंतर देखा गया, जो निम्नलिखित मार्गों से संबंधित थे: प्रोटीन चयापचय, कोशिका भित्ति विकास, संकेत तंत्र (सिग्नलिंग), परिवहन, तनाव प्रतिक्रिया, विकास, द्वितीयक चयापचय, हार्मोन चयापचय, डीएनए एवं लिपिड चयापचय, प्रमुख एवं गौण कार्बोहाइड्रेट चयापचय, रेडॉक्स अभिक्रियाएं, धातु प्रबंधन, एमिनो अम्ल चयापचय, न्यूक्लियोटाइड चयापचय, तथा टीसीए एवं नाइट्रोजन चयापचय। जीन अभिव्यक्ति विश्लेषण में यह पाया गया कि जड़ों की वृद्धि, जिबरेलिक अम्ल एवं ऑक्सिन संकेत तंत्र, बीज विकास, नाइट्रोजन चयापचय, परिवहन, तथा एंटीऑक्सिडेंट क्रियाकलाप (जैसे ग्लूटाथायोन एस-ट्रांसफरज एवं पेरऑक्सिडेज) से संबंधित जीनों की ऊर्ध्व नियमन हुआ, जबकि स्टार्च एवं सुक्रोज अपघटन से जुड़े जीनों की निम्न नियमन देखा गया। ये आणविक निष्कर्ष आकारिकी अवलोकनों से अच्छी तरह मेल खाते हैं, जिनमें जड़ों की बेहतर वृद्धि, अधिक दाना उत्पादकता, और KSWE-उपचारित पौधों की जड़ों में सूखा तनाव की स्थिति में पोषक तत्वों की अधिक मात्रा देखी गई।

Seaweed-based biostimulants contain a variety of active constituents, and understanding how these biostimulants enhance productivity and impart stress tolerance has long been a subject of debate. To address this, an experiment was conducted on maize plants subjected to water stress, with the concomitant application of Kappaphycus seaweed biostimulant (KSWE). Appropriate controls were maintained for comparison. The transcriptome of the roots was mapped using the Illumina platform and compared with the control group. Analysis of the results revealed that several genes involved in pathways related to protein metabolism, cell wall development, signaling, transport, stress response, development, secondary metabolism, hormone metabolism, DNA and lipid metabolism, major and minor carbohydrate metabolism, redox reactions, metal handling, amino acid metabolism, nucleotide metabolism, and TCA and nitrogen metabolism were differentially expressed in KSWE-treated versus control plants. Upregulation of genes promoting enhanced root growth, gibberellic acid and auxin signaling, seed development, nitrogen metabolism, transport, and antioxidant activity (e.g., glutathione S-transferase and peroxidases) was observed, along with downregulation of genes involved in starch and sucrose degradation. These molecular findings correlated well with morphological observations, including improved root growth, increased grain yield, and higher nutrient content in the roots of KSWE-treated plants under drought stress.

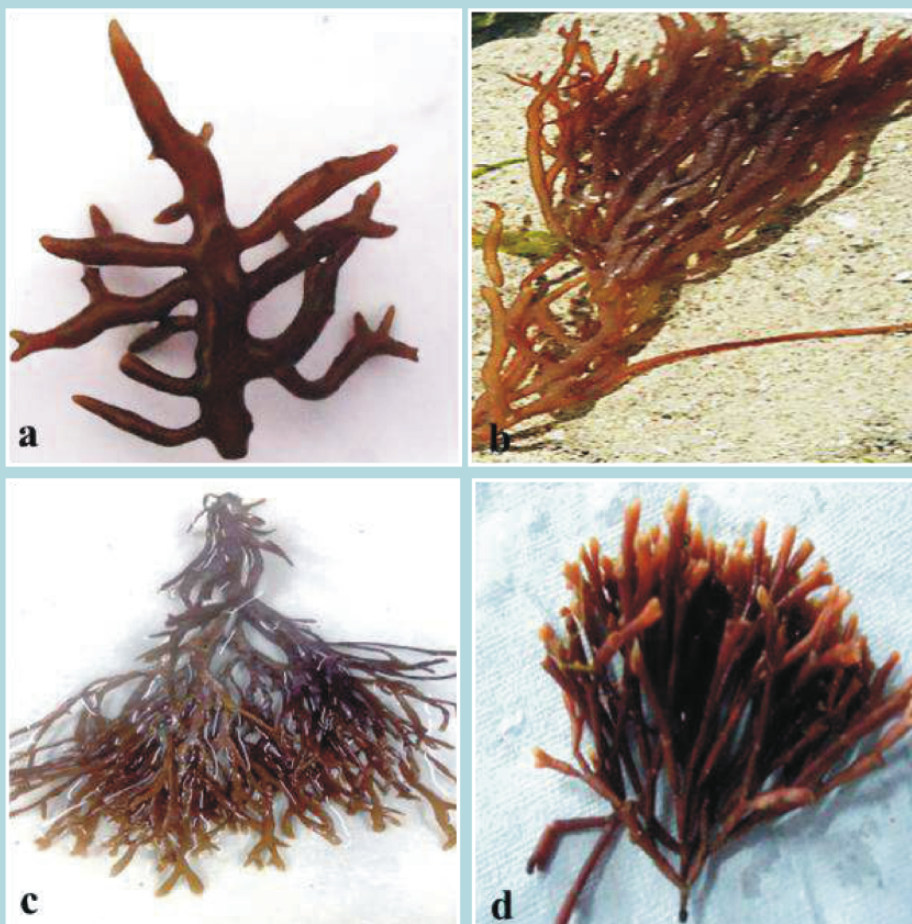
**J. Appl. Phycology, 32(2020) 599-613**



## चयनित लाल समुद्री शैवाल की शर्करा पदार्थ और ओलिगोसैकराइड द्रव्यमान प्रोफाइलिंग Sugar contents and oligosaccharide mass profiling of selected red seaweeds

कप्पाफाइकस अलवारेजी (डोटी) डोटी एक्स सिल्वा, सोलिएरिया रोबस्टा (ग्रेविले) काइलिन, ग्रासिलेरिया कॉर्टिकाटा (जे. अग्रध), और ग्रासिलेरिया कॉर्टिकाटा वेराइटी सिलिंड्रिका बोरगेसेन की शर्करा सामग्री और ओलिगोसैकराइड द्रव्यमान प्रोफाइलिंग का अध्ययन किया गया। इन समुद्री शैवालों के बायोमास में पाई गई शर्करा की मात्रा ने इन्हें जैवईंधन रूपांतरण हेतु कच्चे माल के रूप में संभावनाशील दर्शाया। अंशविभाजन कोशिका भित्ति के घटकों को शिथिल कर शर्करा की उत्पादकता में वृद्धि करता है। विभिन्न कोशिका भित्ति अंशों के एफ.टी.आइ.आर. विश्लेषण से उनके घटकों में

The sugar contents and oligosaccharide mass profiles of *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Doty ex Silva, *Solieria robusta* (Greville) Kylin, *Gracilaria corticata* (J. Agardh), and *Gracilaria corticata* var. *cylindrica* Børgesen were studied. The sugar contents in the biomasses of these seaweeds indicated their potential as raw materials for biofuel conversion. Fractionation improved the sugar yield by loosening cell wall components. FTIR analysis of different cell walls



**चित्र:** प्राकृतिक वृद्धि परिस्थितियों में कप्पाफाइकस अलवारेजी, सोलिएरिया रोबस्टा, ग्रासिलेरिया कॉर्टिकाटा और ग्रासिलेरिया कॉर्टिकाटा वेरायटी सिलिंड्रिका का थैलस।

**Figure:** The thallus of *K. alvarezii*, *S. robusta*, *G. corticata* and *G. corticata* v. *cylindrica* in natural growth conditions.





संरचनात्मक भिन्नताएं प्रकट हुईं कोशिका भित्ति के MALDI TOF-TOF MS विश्लेषण ने बहुलकों के एक जटिल और गतिशील जाल को प्रदर्शित किया। *कप्पाफाइकस अलवारेज़ी* ने सबसे अधिक ओलिगोसैकराइड इकाइयों का उत्पादन किया, इसके बाद *सोलिएरिया रोबस्टा*, *ग्रासिलेरिया कॉर्टिकाटा* वेराइटी *सिलिड्रिका*, और *ग्रासिलेरिया कॉर्टिकाटा* का स्थान रहा। परिणाम समुद्री शैवाल बायोमास का जैव ईंधन उत्पादन के लिए उपयोग करने की संभाव्यता को दर्शाते हैं। हमारी जानकारी के अनुसार, यह अध्ययन लाल समुद्री शैवाल की ओलिगोसैकराइड द्रव्यमान प्रोफाइलिंग (OLIMPs) की पहली रिपोर्ट है। निष्कर्षों ने लाल समुद्री शैवाल बायोमास को जैव ईंधन उत्पादन के लिए एक वैकल्पिक संसाधन के रूप में उपयोग करने की क्षमता की पुष्टि की, और लाल समुद्री शैवाल प्रजातियों को नीली क्रांति कार्यक्रम के तहत नए औद्योगिक फसलों के रूप में विकसित करने की संभावना को उजागर किया।

fractions revealed structural differences in their components. A MALDI TOF-TOF MS analysis of the cell wall demonstrated a complex and dynamic network of polymers. *K. alvarezii* produced the highest number of oligosaccharide units, followed by *S. robusta*, *G. corticata* var. *cylindrica*, and *G. corticata*. The results suggest the potential of utilizing seaweed biomass for biofuel production. To our knowledge, this study is the first to report the oligosaccharide mass profiling (OLIMPs) of red seaweeds. The findings confirm the potential of red seaweed biomass as an alternative resource for biofuel production, highlighting the potential of red seaweed species to be developed as new industrial crops under the Blue Revolution program.

**Biomass and Bioenergy, 130 (2019) 105392**

## भारतीय प्रायद्वीप में समुद्री सूक्ष्म शैवाल के प्रस्फुटन (MMBs) के संभावित कारण और प्रभावों की खोज

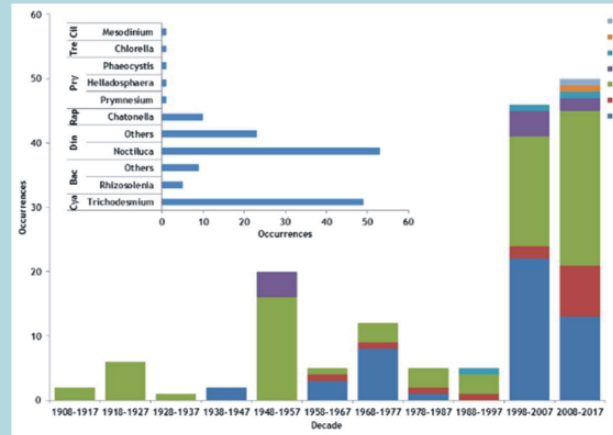
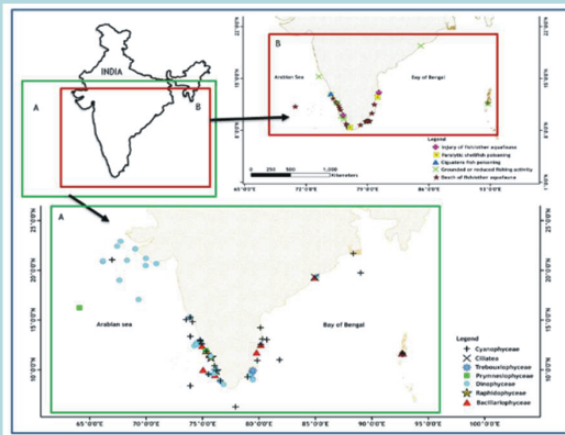
### Finding probable cause and implications of marine microalgal blooms (MMBs) in Indian Peninsula

लगभग 20 करोड़ भारतीय समुद्री और तटीय पर्यावरण पर निर्भर हैं, जो भारत की वार्षिक आय में लगभग 7 अरब डॉलर का योगदान देते हैं। हालांकि, ये पर्यावरणीय तंत्र प्रायः सूक्ष्म शैवाल के आवर्ती प्रस्फुटन से प्रभावित होते हैं। 1908 में पहली बार दर्ज किए गए समुद्री सूक्ष्म शैवाल प्रस्फुटन से लेकर 2017 तक, भारतीय प्रायद्वीप के आसपास समुद्री सूक्ष्म शैवाल प्रस्फुटन (MMBs) की 106 रिपोर्टों का विश्लेषण किया गया, ताकि इनके संभावित कारणों और प्रभावों का पता लगाया जा सके। 110 वर्षों के अध्ययन अवधि के दौरान कुल 154 MMBs दर्ज किए गए, जो 24 वंशों और 7 वर्गों से संबंधित थे। *नॉक्टिलुका* (डायनोफायसी) और *ट्राइकोडेस्मियम* (साइनोफायसी) प्रस्फुटन सबसे प्रबल थे, जिन्होंने क्रमशः 34.4% और 31.8% योगदान दिया। प्रमुख घटक विश्लेषण (PCA) से पता चला कि उच्च समुद्री सतह तापमान (SST)

Nearly 200 million Indians depend on India's marine and coastal environments, which also contribute approximately \$7 billion annually to the national revenue. However, these environments are frequently impacted by recurrent blooms of microalgae. From the first documented marine microalgal bloom in 1908 to 2017, 106 reports on marine microalgal blooms (MMBs) around the Indian peninsula were analyzed to determine their probable causes and implications. A total of 154 MMBs, comprising 24 genera and 7 classes, were reported during the 110-year study period. *Noctiluca* (Dinophyceae) and *Trichodesmium* (Cyanophyceae) blooms were the most dominant, contributing 34.4% and 31.8% of the total blooms, respectively. Principal Component Analysis (PCA) revealed that high sea surface

और लवणता ट्राइकोडेसमियम प्रस्फुटन के महत्वपूर्ण कारक थे, जबकि उच्च पोषक तत्व स्तर ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , और  $\text{SiO}_4\text{-Si}$ ) और निम्न लवणता ने प्राइमनेसियोफायसी, रैफिडोफायसी, बैसिलेरियोफायसी और अधिकांश डायनोफायसी के प्रस्फुटन को प्रेरित किया। नॉक्टिलुका का प्रस्फुटन पोषण वृद्धिकरण और शिकार जीवों की प्रचुरता दोनों से संबद्ध पाए गए। हानिकारक शैवाल प्रस्फुटन (HABs), जिनमें मुख्यतः डायनोफायसी की प्रधानता थी, गंभीर परिणामों से जुड़े पाए गए, जिनमें जलीय जीवों की सामूहिक मृत्यु, मानव विषाक्तता, पक्षाघातकारी शेलफिश विषाक्तता, सिगुआटेहरा मछली विषाक्तता, तथा यहाँ तक कि मृत्यु भी सम्मिलित हैं। भारतीय प्रायद्वीप के आसपास SST के बढ़ते स्तर और मानवजनित प्रभाव MMBs (HABs सहित) की आवृत्ति बढ़ा सकते हैं और नए कारक प्रजातियों के उभरने की संभावना को बढ़ा सकते हैं। जन स्वास्थ्य की सुरक्षा के लिए तटीय जल और स्थानीय समुद्री भोजन में पादप विषाक्तता स्तर की नियमित निगरानी जैसे उचित सुरक्षा उपाय लागू किए जाने चाहिए।

temperature (SST) and salinity were significant drivers of *Trichodesmium* bloom formation, while high nutrient levels ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ,  $\text{PO}_4\text{-P}$ , and  $\text{SiO}_4\text{-Si}$ ) and low salinity triggered blooms of *Prymnesiophyceae*, *Raphidophyceae*, *Bacillariophyceae*, and most *Dinophyceae* species. *Noctiluca* blooms were linked to both eutrophication and the abundance of prey organisms. Harmful Algal Blooms (HABs), primarily dominated by *Dinophyceae*, were associated with severe consequences, including mass mortality of aquatic fauna, human intoxication, paralytic shellfish poisoning, ciguatera fish poisoning, and even death. Rising SSTs and increased anthropogenic influences around the Indian peninsula are likely to elevate the frequency of MMBs (including HABs) and introduce new causative taxa. To protect public health, proper safety measures, such as routine monitoring of phycotoxin levels in coastal waters and local seafood, must be implemented.



चित्र: भारतीय प्रायद्वीप के आसपास समुद्री सूक्ष्म शैवाल प्रस्फुटन (MMBs) का ऐतिहासिक रिकॉर्ड a) तटीय समुद्री पर्यावरण में MMBs और हानिकारक शैवाल प्रस्फुटन (HABs) की घटनाओं का मानचित्रण। b) प्रस्फुटन करने वाले प्रमुख समूह और जीवों की जीनरा तथा भारतीय प्रायद्वीप के आसपास उनकी आवृत्ति।

**Figure:** Historical records of marine microalgal blooms (MMBs) around Indian peninsula. a) Map of occurrences of MMBs and Harmful Algal Blooms (HABs) along the coastal marine environment. b) Dominant group and genera of bloom forming organisms and their frequency of occurrences around the Indian peninsula..



## भारत के विभिन्न तटीय क्षेत्रों से प्राप्त खाद्य समुद्री स्थूल शैवाल *उल्वा रिड्जिडा* की निकटवर्ती संरचना में विविधता का अध्ययन

### Studies on variation in the proximate composition of edible marine macroalga *Ulva rigida* from different coastal zones of India

सर्वव्यापी समुद्री स्थूल शैवाल *उल्वा* (क्लोरोफाइटा) वंश की कई प्रजातियाँ अपनी तीव्र वृद्धि दर एवं प्रचुर मात्रा में कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन तथा वसा की उपस्थिति के कारण आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं। हालांकि, इन गुणों का किसी भी प्रजाति में व्यापक विश्लेषण अभी तक स्पष्ट रूप से नहीं किया गया है। इस अध्ययन में, हमने भारतीय तट के 15 स्थानों से *उल्वा रिड्जिडा* के 109 नमूनों का कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और वसा की मात्रा के लिए विश्लेषण किया, जिसका उद्देश्य बड़े पैमाने पर उत्पादन के लिए संभावनाओं का पता लगाना था। कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन और वसा की मात्रा क्रमशः  $16.63 \pm 1.07\%$  से  $65.93 \pm 0.49\%$  सूखे वजन,  $4.14 \pm 0.45\%$  से  $26.0 \pm 1.43\%$  सूखे वजन, और  $0.8 \pm 0.08\%$  से  $3.1 \pm 0.04\%$  सूखे वजन के बीच पाई गई। प्रमुख घटक विश्लेषण (PCA) ने बहुआयामी डेटा सेट में समाहित मुख्य जानकारी का व्याख्यात्मक अवलोकन प्रदान किया, जो कुल परिवर्तनशीलता का 72.1% स्पष्ट करता है, जिसमें प्रमुख घटक 1 कुल परिवर्तन का 38.7% और प्रमुख घटक 2 33.4% के लिए उत्तरदायी है। अध्ययन ने पुष्टि की कि गुजरात के गोपनाथ से एकत्रित *उल्वा रिड्जिडा* की किस्म में उच्च कार्बोहाइड्रेट स्तर के कारण उच्च औद्योगिक संभावनाएँ निहित हैं। इस शैवाल का बड़े पैमाने पर उत्पादन तटीय समुदायों के सामाजिक-आर्थिक विकास का मार्ग प्रशस्त कर सकता है।

Several species of the cosmopolitan marine macroalgal genus *Ulva* (Chlorophyta) are economically important due to their high growth rates and substantial carbohydrate, protein, and lipid content. However, a comprehensive analysis of these traits in any species has not been explicitly conducted. In this study, we investigated 109 samples of *Ulva rigida* from fifteen locations along the Indian coast for their carbohydrate, protein, and lipid content, with a focus on potential for scaled-up production. The carbohydrate, protein, and lipid content ranged from  $16.63 \pm 1.07\%$  to  $65.93 \pm 0.49\%$  dry weight,  $4.14 \pm 0.45\%$  to  $26.0 \pm 1.43\%$  dry weight, and  $0.8 \pm 0.08\%$  to  $3.1 \pm 0.04\%$  dry weight, respectively. Principal component analysis (PCA) provided an interpretable overview of the main information encapsulated in the multidimensional data set, explaining 72.1% of the total variability, with principal component 1 accounting for 38.7% and principal component 2 for 33.4% of the total variation. The study confirmed that the strain collected from Gopnath, Gujarat, has high industrial potential due to its elevated carbohydrate levels. Large-scale cultivation of this alga could contribute to the socio-economic development of coastal communities.

J Food Sci Technol 56 (2019) 4749–4755

## जल अभाव के अनुकूलन एवं पुनर्प्राप्ति के दौरान *साल्वाडोरा पर्सिका एल.* में प्रमुख चयापचयी समायोजन की मेटाबोलोमिक अंतर्दृष्टियाँ

### Metabolomic insights into key metabolic adjustments in *Salvadora persica* L. during water deficit adaptation and recovery

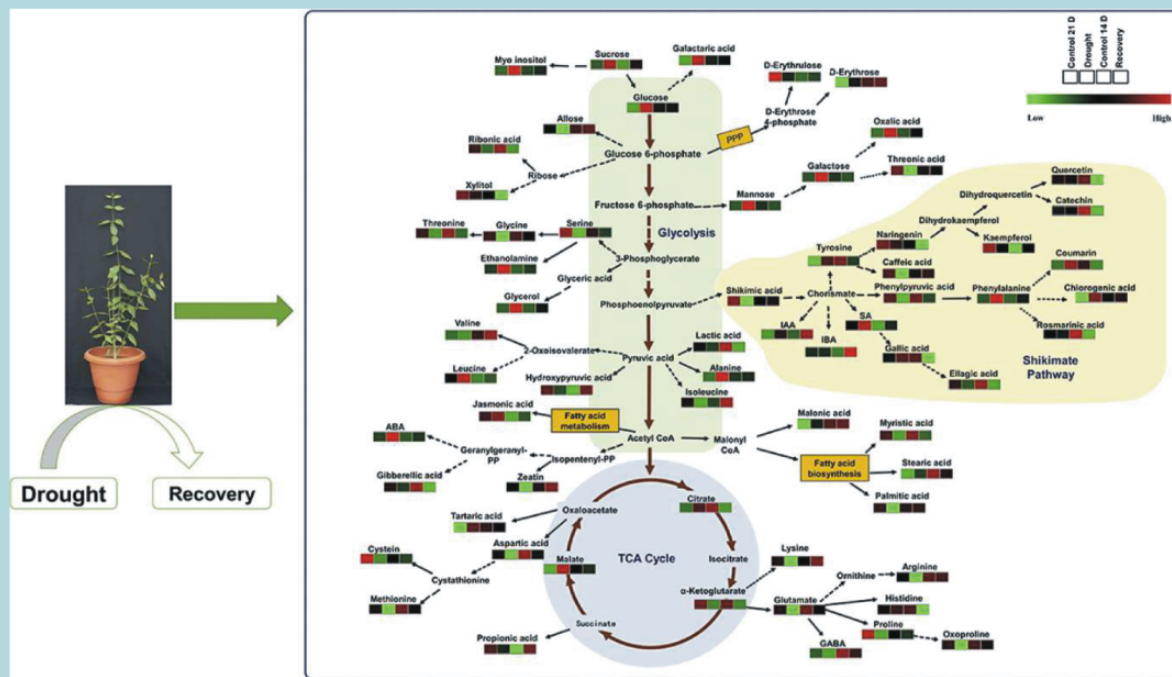
जल अभाव पौधों की उत्पादकता को गंभीर रूप से सीमित करता है और आधुनिक कृषि प्रणाली के लिए एक बड़ा खतरा

Water deficit severely limits plant productivity and poses a major threat to modern agricultural systems. Therefore, understanding drought-



है। अतः सूखा-सहिष्णु पौधों में सूखा-अनुकूलन तंत्रों की समझ विकसित करना फसलों में जल अभाव सहिष्णुता को बढ़ाने हेतु रणनीतियाँ विकसित करने के लिए अत्यंत आवश्यक है। वर्तमान अनुसंधान में, शुष्क-लवणोद्भिद पौधे *साल्वाडोरा पर्सिका* में सूखा तनाव के अंतर्गत चयापचयी समायोजनों का मूल्यांकन करने हेतु GC-QTOF-MS/MS तथा HPLC-DAD तकनीकों का उपयोग करते हुए चयापचयी प्रोफाइलिंग की गई। मेटाबोलाइट प्रोफाइलिंग में *साल्वाडोरा पर्सिका* की पत्तियों में कुल 68 मेटाबोलाइट्स की पहचान की गई, जिनमें कार्बनिक अम्ल, अमीनो अम्ल, शर्करा, शर्करा अल्कोहल, हार्मोन और पॉलीफेनोल शामिल हैं। परिणामों से पता चला कि सूखा तनाव की स्थिति में कोशिकीय आसमीयता (osmolality) के बढ़ने के साथ-साथ अनेक ओस्मोसंरक्षक यौगिकों का संचयन भी हुआ, जिनमें शर्कराएँ एवं पॉलीऑल (सुक्रोज, ग्लूकोज, मैन्नोज, गैलेक्टोज, एरिथ्रोस, सॉर्बोज,

adaptive mechanisms in drought-tolerant plants is essential for developing strategies to enhance desiccation tolerance in crops. In the present investigation, metabolic profiling using GC-QTOF-MS/MS and HPLC-DAD was conducted to evaluate metabolic adjustments under drought stress in the xerohalophyte *Salvadora persica*. Metabolite profiling identified a total of 68 metabolites in the leaves of *S. persica*, including organic acids, amino acids, sugars, sugar alcohols, hormones, and polyphenols. The results revealed that higher cellular osmolality under drought stress was accompanied by the accumulation of several osmoprotectants, such as sugars and polyols (sucrose, glucose, mannose, galactose, erythrose, sorbose, glycerol, and myo-inositol), organic acids



चित्र: सूखा तनाव तथा पुनर्प्राप्ति की स्थितियों के अधीन *साल्वाडोरा पर्सिका* की पत्ती में भिन्न रूप से परिवर्तित चयापचयी यौगिकों को दर्शाते हुए चयापचयी पथों का योजनात्मक प्रस्तुतीकरण। ये पथ KEGG डेटाबेस से प्राप्त जानकारी के आधार पर निर्मित किए गए हैं। लाल रंग बढ़े हुए तथा हरे रंग घटे हुए चयापचयी स्तरों को दर्शाते हैं।

**Figure:** Schematic representation of metabolic pathways showing the differentially changed metabolites in *S. persica* leaf subjected to drought stress and recovery. The pathways were generated based on information obtained from KEGG database. Red and green denote increased and decreased metabolite levels, respectively.



ग्लिसरॉल तथा मायो-इनोसिटॉल), कार्बनिक अम्ल (गैलेक्टारिक अम्ल, टार्टरिक अम्ल, मैलिक अम्ल, ऑक्सैलिक अम्ल एवं साइट्रिक अम्ल) तथा अमीनो अम्ल (एलानिन, फेनाइलएलानिन एवं टायरोसीन) सम्मिलित हैं। साल्वाडोरा पर्सिका में प्रारंभिक सूखा सहिष्णुता प्राप्त करने में एबीए और जेए की अभिव्यक्ति ने योगदान दिया। इसके अलावा, क्यूमारिन, गैलिक अम्ल, और क्लोरोजेनिक अम्ल के संचय ने साल्वाडोरा पर्सिका को एंटीऑक्सीडेंट रक्षा प्रदान की। KEGG पथ सघनता विश्लेषण से यह स्पष्ट हुआ कि परिवर्तित चयापचयी यौगिक स्टार्च तथा सुक्रोज चयापचय, गैलेक्टोज चयापचय, इनोसिटोल-फॉस्फेट चयापचय एवं फेनाइलएलानिन चयापचय से सम्बद्ध थे। पुनर्प्राप्ति के दौरान, लाइसिन जैवसंश्लेषण तथा एलानिन, ऐस्पार्टेट और ग्लूटामेट चयापचय से सम्बद्ध चयापचयी यौगिकों में उल्लेखनीय परिवर्तन देखा गया। इस अध्ययन के निष्कर्षों से संकेत मिलता है कि विभिन्न चयापचयी यौगिकों, चयापचयी प्रक्रियाओं तथा पथों का समन्वित विनियमन शुष्क-लवणोद्भिद साल्वाडोरा पर्सिका को सूखा परिस्थितियों के प्रति अनुकूलन में सक्षम बनाता है। इस अध्ययन से प्राप्त ज्ञान फसलों में सूखा सहनशीलता विकसित करने हेतु आनुवंशिक अभियान्त्रिकी एवं प्रजनन दृष्टिकोणों के माध्यम से सहायक सिद्ध होगा।

(galactaric acid, tartaric acid, malic acid, oxalic acid, and citric acid), and amino acids (alanine, phenylalanine, and tyrosine). Upregulation of ABA and JA contributed to early drought tolerance in *S. persica*. Additionally, the accumulation of coumarin, gallic acid, and chlorogenic acid provided antioxidative defense to *S. persica*. KEGG pathway enrichment analysis showed that the altered metabolites were associated with starch and sucrose metabolism, galactose metabolism, inositol phosphate metabolism, and phenylalanine metabolism. During recovery, metabolites linked to lysine biosynthesis and alanine, aspartate, and glutamate metabolism were significantly altered. The findings of this study suggest that coordinated regulation of various metabolites, metabolic processes, and pathways enables the xerohalophyte *S. persica* to adapt to drought conditions. The knowledge gained from this study will help develop drought tolerance in crops through genetic engineering and breeding approaches.

**Plant Physiology and Biochemistry 150 (2020) 180–195**







## विषयवस्तु: कृषि

## THEME : AGRICULTURE

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई. ने खारे और सीमांत पारिस्थितिक तंत्रों के लिए उपयुक्त सतत कृषि प्रौद्योगिकियों के विकास में मजबूत दक्षताएं स्थापित की हैं। संस्थान ने लवणोद्भिद् और संबंधित जैव-संसाधनों का कुशलतापूर्वक उपयोग करते हुए ऐसे कृषि मॉडल विकसित किए हैं, जो आर्थिक रूप से लाभकारी और पर्यावरणीय दृष्टि से टिकाऊ हैं। इसका मुख्य जोर पौधों की अजैविक तनावों—विशेष रूप से लवणता—के प्रति सहनशीलता को समझने और बढ़ाने पर है, जिसमें कार्यात्मक जीनोमिक्स, प्रोटीओमिक्स और मेटाबोलोमिक्स जैसी उन्नत आणविक तकनीकों का उपयोग किया जा रहा है। इस अनुसंधान को संस्थान की विशेषीकृत सुविधाएं समर्थन देती हैं, जिनमें उच्च क्षमता वाली आणविक जीवविज्ञान प्रयोगशालाएँ, पौध ऊतक संवर्धन और रूपांतरण सुविधाएं, नियंत्रित पर्यावरण वृद्धि कक्ष, तथा चयापचयी और शारीरिक प्रोफाइलिंग हेतु विश्लेषणात्मक यंत्रणाएं शामिल हैं। ये सुविधाएं पौधों की तनाव-प्रतिक्रिया संबंधी मार्गों की सटीक जांच में सहायक हैं और उच्च गुणवत्ता वाली, तनाव सहनशील फसल किस्मों के विकास को सशक्त बनाती हैं। संस्थान को पौध और शैवाल आधारित पादप जैव-उत्तेजक के निर्माण एवं मूल्यांकन में भी महत्वपूर्ण दक्षता प्राप्त है। फील्ड सत्यापन प्लेटफॉर्म, ग्रीनहाउस सुविधाएँ और सूक्ष्मजीव जैव-संधान प्रयोगशालाएँ—फसलों में पोषक तत्व प्रबंधन एवं तनाव सहनशीलता हेतु इसके अनुप्रयोग-उन्मुख अनुसंधान को और अधिक सशक्त बनाती हैं। जहाँ एक ओर समुद्री शैवाल आधारित तकनीकों पर संस्थान के अग्रणी प्रयास एक अनुपूरक विषय के रूप में जारी हैं, वहीं कृषि संस्थान की मूल प्राथमिकताओं में शामिल है। सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई. का यह एकीकृत दृष्टिकोण खारी कृषि नवाचार के क्षेत्र में इसे अग्रणी बनाता है, जो उत्पादन और स्थिरता—इन दोनों चुनौतियों का समाधान करता है। इस संक्षिप्त परिचय के साथ, हम 2019–20 के दौरान कृषि विषय के अंतर्गत प्राप्त प्रमुख उपलब्धियों को प्रस्तुत करते हुए प्रसन्नता अनुभव कर रहे हैं।

### Thematic core competence

CSIR-CSMCRI has established robust core competence in developing sustainable agricultural technologies tailored for saline and marginal ecosystems. The institute excels in harnessing halophytes and associated bio-resources to design agri-models that are both economically viable and environmentally resilient. A key thrust lies in understanding and enhancing plant tolerance to abiotic stresses—particularly salinity—using advanced molecular techniques such as functional genomics, proteomics, and metabolomics. Supporting this research is a suite of specialized infrastructure including high-throughput molecular biology laboratories, plant tissue culture and transformation facilities, controlled environment growth chambers, and analytical instrumentation for metabolic and physiological profiling. These facilities enable precise investigation into stress-response pathways and support the development of elite, stress-resilient crop varieties. The institute also has significant capability in the formulation and evaluation of plant bio-



stimulants, including those derived from plant and algal sources. Field validation platforms, greenhouse facilities, and microbial bioprospecting laboratories further reinforce its translational research aimed at nutrient and stress management in crops. While pioneering efforts in seaweed-based technologies continue as a complementary theme, agriculture remains a core focus area. CSIR-CSMCRI's integrated approach places it at the forefront of saline agriculture innovation, addressing the dual challenges of productivity and sustainability in challenging agro-climatic zones. With this overview, we are pleased to present key achievements under the agriculture theme for 2019–20.

## स्वास्थ्य-वर्धक खाद्य के रूप में उष्णकटिबंधीय समुद्री शैवाल की क्षमता

### Potential of tropical seaweeds as a functional food

समुद्री शैवाल पॉलीफेनॉल्स, फ्लेवोनॉयड्स और अमीनो अम्ल जैसे कई मेटाबोलाइट्स का समृद्ध स्रोत हैं, और इन्हें एशियाई देशों में प्राचीन समय से खाद्य पदार्थों या खाद्य पूरकों के रूप में उपयोग किया जाता रहा है। अरब सागर (गुजरात, भारत) के सौराष्ट्र तट से 18 प्रचुर मात्रा में उष्णकटिबंधीय समुद्री शैवाल (सात हरे, चार भूरे और सात लाल) एकत्र किए गए, और उनके फेनोलिक, फ्लेवोनॉयड और अमीनो अम्ल संरचनाओं का अध्ययन किया गया। लिक्विड क्रोमैटोग्राफी-मास स्पेक्ट्रोस्कोपी ने महत्वपूर्ण पॉलीफेनॉल्स और फ्लेवोनॉयड्स की उपस्थिति का खुलासा किया। हाई-परफॉर्मेंस लिक्विड क्रोमैटोग्राफी ने 19 प्राकृतिक फ्लेवोनॉयड्स का पता लगाया, जिनमें एस्कॉर्बिक अम्ल, गैलिक अम्ल, कैटेचिन्स, मायरीसेटिन, प्रोएंथोसायनिन, केम्पेरोल, क्वेरसेटिन, एपिजेनिन और ल्यूटिन शामिल थे। सबसे अधिक मात्रा में एस्कॉर्बिक अम्ल उल्वा फास्सियाटा में ( $26.3 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार) पाया गया, इसके बाद उल्वा लैक्टूका ( $20 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार) और ग्रेटेलूपिया इंडिका ( $11.5 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार) में पाया गया। सभी हरे और लाल समुद्री शैवाल में गैलिक अम्ल मौजूद था, जिसमें एम्फिरोआ एन्सेप्स में सबसे अधिक ( $9 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार), उसके बाद कौलरपा रैसेमोसा वराइटी मैक्रोफाइसा ( $8.5 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार) और कौलरपा कोराइनेफोरा ( $4 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार) में पाया गया। कैटेचिन की सबसे अधिक मात्रा ए. एन्सेप्स ( $14 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार) में पाई गई, इसके बाद कौ. रैसेमोसा वराइटी मैक्रोफाइसा और

Seaweeds are a rich source of metabolites, including polyphenols, flavonoids, and amino acids, and have been used as food or food supplements in Asian countries since ancient times. Eighteen abundant tropical seaweeds (seven green, four brown, and seven red) were collected from the Saurashtra Coast of the Arabian Sea (Gujarat, India), and their phenolic, flavonoid, and amino acid compositions were analyzed. Liquid chromatography-mass spectroscopy revealed the presence of important polyphenols and flavonoids. High-performance liquid chromatography detected nineteen natural flavonoids, including ascorbic acid, gallic acid, catechins, myricetin, proanthocyanin, kaempferol, quercetin, apigenin, and lutein. The highest concentration of ascorbic acid ( $26.3 \text{ mg g}^{-1}$  DW) was found in *Ulva fasciata*, followed by *Ulva lactuca* ( $20 \text{ mg g}^{-1}$  DW) and *Grateloupia indica* ( $11.5 \text{ mg g}^{-1}$  DW). All green and red seaweeds contained gallic acid, with the highest amount ( $9 \text{ mg g}^{-1}$  DW) in *Amphiroa anceps*, followed by *Caulerpa racemosa* var. *macrophyssa* ( $8.5 \text{ mg g}^{-1}$  DW) and *Caulerpa corynephora* ( $4 \text{ mg g}^{-1}$  DW). The highest catechin content was found in *A. anceps* ( $14 \text{ mg g}^{-1}$  DW), followed by *C. racemosa* var. *macrophyssa* and *Spatoglossum asperum* ( $11 \text{ mg g}^{-1}$  DW). Amino acids, essential primary



स्पैटोग्लॉसम एस्पेरम ( $11 \text{ mg g}^{-1}$  शुष्क भार) में पाई गई। अमीनो अम्ल, जो मानव आहार में महत्वपूर्ण प्राथमिक मेटाबोलाइट्स हैं, का भी अध्ययन किया गया। हरे समुद्री शैवाल में, कौलरपा प्रजातियों में ल्यूसीन ( $0.2 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन), लाइसीन ( $0.5 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन), मेथियोनीन ( $0.4 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन), फेनिलएलनिन ( $0.2 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन), वेलिन ( $1.3 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन), प्रोलाइन ( $48 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन) और टायरोसीन ( $28 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन) की सबसे अधिक मात्रा पाई गई। लाल समुद्री शैवाल ग्रेसिलेरिया कॉर्टिकाटा में सल्फर-समृद्ध अमीनो अम्लों, मेथियोनीन ( $1 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन) और सिसटीन ( $9 \text{ mg g}^{-1}$  प्रोटीन) की सबसे अधिक मात्रा पाई गई। यह अध्ययन बताता है कि उष्णकटिबंधीय समुद्री शैवाल, जैसे कौलरपा प्रजातियाँ, स्पैटोग्लॉसम एस्पेरम, स्टोइकोस्पर्मम पॉलीपोडियोइडीज़, ग्रेसिलेरिया कॉर्टिकाटा और ग्रेटेलूपिया इंडिका, स्वास्थ्य-वर्धक खाद्य अवयवों या दैनिक आहार पूरकों के रूप में संभावनाएं दिखाते हैं।

metabolites in the human diet, were also measured. Among the green seaweeds, the highest levels of leucine ( $0.2 \text{ mg g}^{-1}$  protein), lysine ( $0.5 \text{ mg g}^{-1}$  protein), methionine ( $0.4 \text{ mg g}^{-1}$  protein), phenylalanine ( $0.2 \text{ mg g}^{-1}$  protein), valine ( $1.3 \text{ mg g}^{-1}$  protein), proline ( $48 \text{ mg g}^{-1}$  protein), and tyrosine ( $28 \text{ mg g}^{-1}$  protein) were found in Caulerpa species. The highest concentrations of sulfur-rich amino acids—methionine ( $1 \text{ mg g}^{-1}$  protein) and cysteine ( $9 \text{ mg g}^{-1}$  protein)—were detected in the red seaweed Gracilaria corticata. This study highlights that tropical seaweeds, including Caulerpa spp., Spatoglossum asperum, Stoechospermum polypodioides, Gracilaria corticata, and Grateloupia indica, show promise as functional food ingredients or dietary supplements for daily consumption.

Journal of Food Processing and Preservation, 43 (2019) e14266

## सालिकॉर्निया ब्राचियाटा में संख्या-घनत्व संरचना और विकासात्मक अवस्थाओं से संबंधित पारिस्थितिकी-शारीरिकीय प्रतिक्रियाएं

### Population structure and developmental stages associated eco-physiological responses in *Salicornia brachiata*

सालिकॉर्निया ब्राचियाटा (रॉक्सब.) में संख्या-घनत्व संरचना और विकासात्मक अवस्थाओं से संबंधित पारिस्थितिकी-शारीरिकीय प्रतिक्रियाओं का अध्ययन किया गया। वनस्पति सूचकांकों ने लवणोत्पिद् वनस्पतियों के बीच सालिकॉर्निया ब्राचियाटा के प्रभुत्व को दर्शाया। सालिकॉर्निया ब्राचियाटा की टहनियों में कम विलेय क्षमता पौधों को जल संरक्षण और शारीरिक रूप से शुष्क परिस्थितियों में पानी का कुशलतापूर्वक उपयोग करने में मदद करती है। पौधों की परिपक्वता के साथ  $\text{Na}^+$  का संचय बढ़ता गया। सालिकॉर्निया ब्राचियाटा के जीवनकाल के दौरान कुल विलेयों में अकार्बनिक विलेयों का प्रतिशत कार्बनिक विलेयों की तुलना में अधिक पाया गया। विलेय क्षमता में अकार्बनिक विलेयों का योगदान कार्बनिक विलेयों की तुलना में काफी अधिक था। अकार्बनिक विलेयों

The population structure and developmental stages associated with eco-physiological responses in *Salicornia brachiata* (Roxb.) were studied. Vegetation indices indicated the dominance of *S. brachiata* among halophytic vegetation. Lower solute potential in the shoots of *S. brachiata* helps the plants conserve and efficiently utilize water under physiologically dry conditions. The accumulation of  $\text{Na}^+$  increased with plant maturity. The percentage of inorganic solutes in relation to total solutes was higher compared to organic solutes throughout the life span of *S. brachiata*. The contribution of inorganic solutes to solute potential was significantly higher than that of organic solutes. The negative solute potential



द्वारा उत्पन्न नकारात्मक विलेय क्षमता ने पौधों को पानी संरक्षित करने और कार्बनिक विलेयों के संश्लेषण के लिए ऊर्जा की बचत करने में मदद की, जिससे परासरण संतुलन बनाए रखा जा सके। यह अध्ययन लवण अनुकूलन प्रक्रिया में अकार्बनिक विलेयों की भूमिका और इस शुद्ध-लवणोद्भिद् में नमक अनुकूलन रणनीति की समझ पर शारीरिकी दृष्टिकोण प्रदान करता है।

generated by inorganic solutes helped the plants conserve water and save energy by reducing the need to synthesize organic solutes for maintaining osmotic homeostasis. This study provides physiological insights into the role of inorganic solutes in the salt acclimation process and enhances the understanding of the salt acclimation strategy in this euhalophyte.



**चित्र:** स. ब्राचियाटा के विभिन्न विकासात्मक अवस्थाएँ— (a) वृद्धि-चरण-I, (b) वृद्धि-चरण-II, (c) पुष्पन, (d) परझड़ की शुरुआत और (e) पूर्ण परझड़ अवस्था।

**Figure:** Different developmental stages of *S. brachiata*— (a) Vegetative-I, (b) Vegetative-II, (c) Flowering, (d) Senescence start and (e) Senescence complete stage.

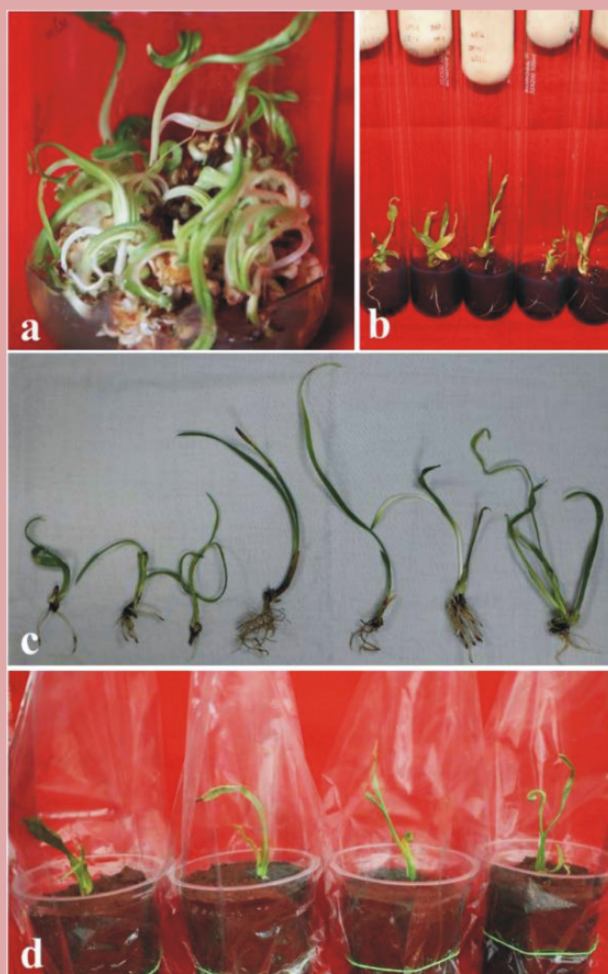
Aquatic Botany, 166 (2020) 103272

## मादा खजूर में कैलस संवर्धन और पौध पुनर्जनन

### Callus culture and plantlet regeneration in female date palm

खजूर (फीनिक्स डैक्टायलिफेरा एल.) में पौधों के अंकुरण और उनके रोपण के दौरान जीवित रहने की समस्या प्रमुख चिंता का विषय है। इन-विट्रो से प्राप्त सहायक अंकुर कलिकाओं को रोपण ऊतक (एक्सप्लान्ट) के रूप में प्रयोग करके मादा खजूर में कैलस संवर्धन एवं पौध पुनर्जनन की एक प्रोटोकॉल विकसित की गई। रोपण ऊतक ( $89.33 \pm 2.67\%$ ) ने सफलतापूर्वक कैलस उत्पन्न किया जब उन्हें 0.8% एगार द्वारा ठोस बनाई गई मुराशिगे और स्कूग की मूल माध्यम पर रखा गया, जिसमें निम्न योजक शामिल थे: प्रत्येक 100 मि.ग्रा./ली. पॉलीविनाइलपायरोलिडोन, एस्कॉर्बिक अम्ल और ग्लूटामीन; प्रत्येक 50 मि.ग्रा./ली. साइट्रिक अम्ल, एडेनिन सल्फेट और एल-आर्जिनीन; 0.1% सक्रिय चारकोल (AC); 100 मि.ग्रा./ली. 2,4-डाइक्लोरोफेनॉक्सीएसिटिक अम्ल (2,4-D); तथा 3.0 मि.ग्रा./ली. 2-आइसोपेंटेनिलएडेनिन (2-iP)। कैलस

In date palm (*Phoenix dactylifera* L.), the availability of offshoots and their survival during plantation are major concerns. A protocol for callus culture and plantlet regeneration in female date palm was developed using in-vitro-derived adventitious shoot bud tissues as explants. The explants ( $89.33 \pm 2.67\%$ ) successfully produced callus on 0.8% agar-solidified Murashige and Skoog's basal medium, supplemented with 100 mg L<sup>-1</sup> each of polyvinylpyrrolidone, ascorbic acid, and glutamine; 50 mg L<sup>-1</sup> each of citric acid, adenine sulfate, and L-arginine as additives; 0.1% activated charcoal (AC); 100 mg L<sup>-1</sup> 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D); and 3.0 mg L<sup>-1</sup> 2-isopentenyladenine (2-iP). The callus



**चित्र:** (a) वृद्धि चरण में कैलस से विभेदित अपस्थानिक कलिकाएँ, (b) जड़युक्त अपस्थानिक कलिकाएँ, (c) मिट्टी में रोपण के लिए तैयार जड़युक्त अपस्थानिक कलिकाएँ, और (d) मादा खजूर के ऊतक संवर्धित पौधों का मिट्टी में रोपण किया गया रूप।

**Figure:** (a) Callus-differentiated adventitious buds under elongation phase, (b) rooted adventitious buds, (c) rooted adventitious buds ready for soil transplantation and (d) soil transplanted tissue culture plants of female date palm.

संवर्धनों को आगे दो अनुक्रमों (पासेज) तक 3.0 मि.ग्रा./ली. 2-iP तथा 50 मि.ग्रा./ली. 2,4-D युक्त माध्यम पर प्रवर्धित किया गया, और फिर अतिरिक्त दो अनुक्रमों के लिए 10 मि.ग्रा./ली. 2,4-D युक्त माध्यम पर प्रवर्धन किया गया। संवर्धन माध्यम रूप से बढ़े, संगठित हुए, और अंततः उनसे अंकुर कलिकाओं का पुनर्जीवन हुआ। विभेदित कलिकाओं को 10% सुक्रोज युक्त हार्मोन-रहित माध्यम पर उप-संवर्धन द्वारा पौधों की छोटी प्रतिकृतियाँ (प्लैंटलेट्स) विकसित की गईं। इन प्लैंटलेट्स को इन-विट्रो से इन-विवो परिस्थितियों में धीरे-धीरे अनुकूलित कर

cultures were further amplified on a medium containing 3.0 mg L<sup>-1</sup> 2-iP along with 50 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D for two passages and 10 mg L<sup>-1</sup> 2,4-D for an additional two passages. The cultures grew moderately, became organized, and eventually regenerated into shoot buds. Plantlets were developed by sub-culturing the differentiated buds on hormone-free medium containing 10% sucrose. These plantlets were then acclimatized through gradual exposure from in-vitro to in-vivo conditions. The simplicity of the protocol,





अभ्यस्त किया गया। इस प्रोटोकॉल की सरलता, उच्च पुनर्जीवन दक्षता, और चक्रीय रूप में जड़युक्त पौध के एकसाथ उत्पादन की क्षमता इसे मादा खजूर की श्रेष्ठ जातियों के व्यापक प्रवर्धन के लिए अत्यंत उपयोगी बनाती है।

high regeneration efficiency, and the simultaneous production of rooted plantlets in a cyclic manner make it highly useful for mass propagation of elite genotypes of female date palm.

**Physiology and Molecular Biology of Plants, 26(2000) 391-398**

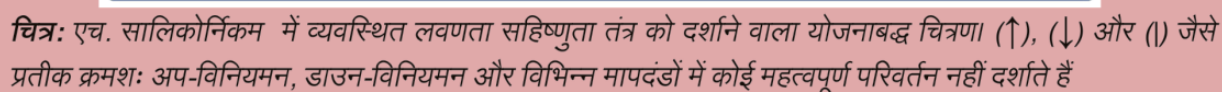
## आरओएस होमियोस्टैसिस और प्रतिऑक्सीडेटिव तंत्र के बीच अंतःसंवाद: हैलॉक्सायलॉन सालिकॉर्निकम की लवण सहनशीलता

### Cross talk between ROS homeostasis and antioxidative machinery: salt tolerance of *Haloxylon salicornicum*

लवणता दुनिया भर में कृषि और खाद्य सुरक्षा के लिए एक गंभीर पर्यावरणीय खतरा है। इस अध्ययन में हमने लवणता के प्रति शुष्क-लवणोद्भिद् हैलॉक्सायलॉन सालिकॉर्निकम द्वारा अपनाई गई शारीरिकी, जैवरासायनिक और शरीर-रचना रणनीतियों की जांच की। हैलॉक्सायलॉन सालिकॉर्निकम उच्च NaCl सांद्रता (400 मि.मोलर) के दीर्घकालिक संपर्क को सहन करने में सक्षम है। हमारे परिणामों से पता चला कि निम्न लवणता (100–200 मि.मोलर NaCl) की स्थिति में अंकुर की ताजी एवं सूखी जैवमास, पौधों की ऊँचाई तथा अंकुर क्षेत्रफल में वृद्धि हुई, जबकि उच्च लवणता (300–400 मि.मोलर NaCl) के अंतर्गत ये मानदंड प्रभावित नहीं हुए। एच. सालिकॉर्निकम में, प्ररोह जल सामग्री (SWC%) सभी लवणता स्तरों पर स्थिर रूप से बनाए रखी गई। लवणता सहिष्णुता सूचकांक बढ़ती लवणता स्तरों के साथ नहीं घटा, जो पौधे की लवणता सहिष्णुता की क्षमता को दर्शाता है। हालाँकि, लवणता ने प्ररोह में  $\text{Na}^+$  सामग्री को बढ़ा दिया, लेकिन  $\text{K}^+$  सामग्री सभी लवणता स्तरों पर स्थिर रही। निम्न लवणता (100–200 mM NaCl) की स्थिति में प्रकाशसंश्लेषण की दर (PN), रंध्र चालकता (gs), वाष्पोत्सर्जन (E), जल उपयोग दक्षता (WUE), PSII की क्वांटम उपज ( $\Phi\text{PSII}$ ), प्रकाशरासायनिक क्वेंचिंग (qP), तथा इलेक्ट्रॉन परिवहन दर (ETR) नियंत्रण स्तरों के समकक्ष बनी रही, किंतु उच्च लवणता (300–400 mM NaCl) पर ये सभी मानक स्पष्ट रूप से घट गए। लवणता ने PSII की अधिकतम क्वांटम दक्षता (Fv/Fm) और अप्रकाशरासायनिक क्वेंचिंग (NPQ) पर कोई महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं डाला, जिससे

Salinity poses a significant environmental threat to agriculture and food security worldwide. In the present study, we investigated the physiological, biochemical, and anatomical strategies employed by the xero-halophyte *Haloxylon salicornicum* in response to salinity. *H. salicornicum* can withstand prolonged exposure to high NaCl concentrations (400 mM). Our results showed that both fresh and dry biomass of the shoot, plant height, and shoot area increased under low salinity (100–200 mM NaCl), whereas these parameters remained unaffected under high salinity (300–400 mM NaCl). In *H. salicornicum*, shoot water content (SWC%) was consistently maintained across all salinity levels. The salt tolerance index did not decline with increasing salinity levels, indicating the plant's capacity for salt tolerance. Although salinity caused an increase in  $\text{Na}^+$  content in the shoot, the  $\text{K}^+$  content remained steady across all salinity levels. The rates of photosynthesis (PN), stomatal conductance (gs), transpiration (E), water use efficiency (WUE), quantum yield of PSII ( $\Phi\text{PSII}$ ), photochemical quenching (qP), and electron transport rate (ETR) were comparable to control levels under low salinity (100–200 mM NaCl) but decreased significantly under high salinity (300–400 mM NaCl). Salinity had no significant impact on the maximum





यह संकेत मिलता है कि लवणता-जनित ऑक्सीडेटिव क्षति से PSII अप्रभावित रहा। लवणता के तहत  $H_2O_2$  और NO के स्तर महत्वपूर्ण रूप से बढ़ गए, जबकि  $O_2^{\cdot-}$  के स्तर विभिन्न लवणता स्तरों पर अप्रभावित रहे।  $H_2O_2$  और NO के उच्च स्तर इनके सिग्नलिंग भूमिका का संकेत देते हैं। वसा (लिपिड) पेरोक्सीकरण का स्तर कम लवणता (0–300 मिमी NaCl) में अपरिवर्तित रहा, लेकिन अत्यधिक लवणता (400 मिमी NaCl) में महत्वपूर्ण रूप से बढ़ गया। AsA/DHA का अनुपात (कोशिकीय रेडॉक्स विभव का एक सूचक) उच्च लवणता (300–400 मिमी NaCl) में बढ़ गया। विभिन्न एंजाइम आधारित प्रतिऑक्सीकारी जैसे SOD, APX, POX, GR और CAT की गतिविधियाँ लवणता के प्रति भिन्न प्रतिक्रियाएँ दिखाती हैं। ये परिणाम सुझाव देते हैं कि एच. सालिकोर्निकम में एंजाइमीय एवं गैर-एंजाइमीय प्रतिऑक्सीकारी घटकों के बीच समन्वय आरओएस (ROS) स्तरों को नियंत्रित करता है, यह जल स्थिति, आयन समस्थिति तथा कोशिकीय रेडॉक्स स्थिति को बनाए रखते हुए तथा लवणता-जनित ऑक्सीडेटिव क्षति से PSII को प्रभावी सुरक्षा प्रदान करते हुए, लवण सहनशीलता में योगदान करता है। उच्च सहिष्णुता सूचकांक, अनुकूल वृद्धि, और सक्षम एंटीऑक्सीडेटिव प्रणाली इस शुष्क-लवणोद्भिद को लवण-क्षीण कृषि भूमि के पुनर्स्थापन के लिए एक उपयुक्त उम्मीदवार बनाती है और लवणता सहिष्णुता वाली

वार्षिक प्रतिवेदन 2019-20 | ANNUAL REPORT 2019-20



फसलों के विकास के लिए एक महत्वपूर्ण आनुवंशिक संसाधन हो सकती है।

agricultural lands and a valuable genetic resource for developing salinity-tolerant crops.

Environmental and Experimental Botany 166 (2019) 103799

## सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा की खेती एवं शुष्क बायोमास से वनस्पति नमक का निष्कर्षण Cultivation of *Salicornia brachiata* and extraction of vegetable salt from dried biomass

इस प्रौद्योगिकी के लिए प्रयोगात्मक सामग्री में सैलिकोर्निया पौधा शामिल है, जिसके लिए व्यापक स्तर पर एक मानक कृषिपद्धति पैकेज विकसित किया गया है। उपचारों (ट्रीटमेंट्स) में निम्नलिखित शामिल हैं:

T1: प्राकृतिक रूप से उगा बिना जोता हुआ खेत, जिसमें कोई उर्वरक नहीं डाला गया है और कोई कतार-पद्धति नहीं अपनाई गई है।

T2: प्राकृतिक रूप से उगा जोता हुआ खेत, जिसमें कोई उर्वरक नहीं डाला गया है और कोई कतार-पद्धति नहीं अपनाई गई है।

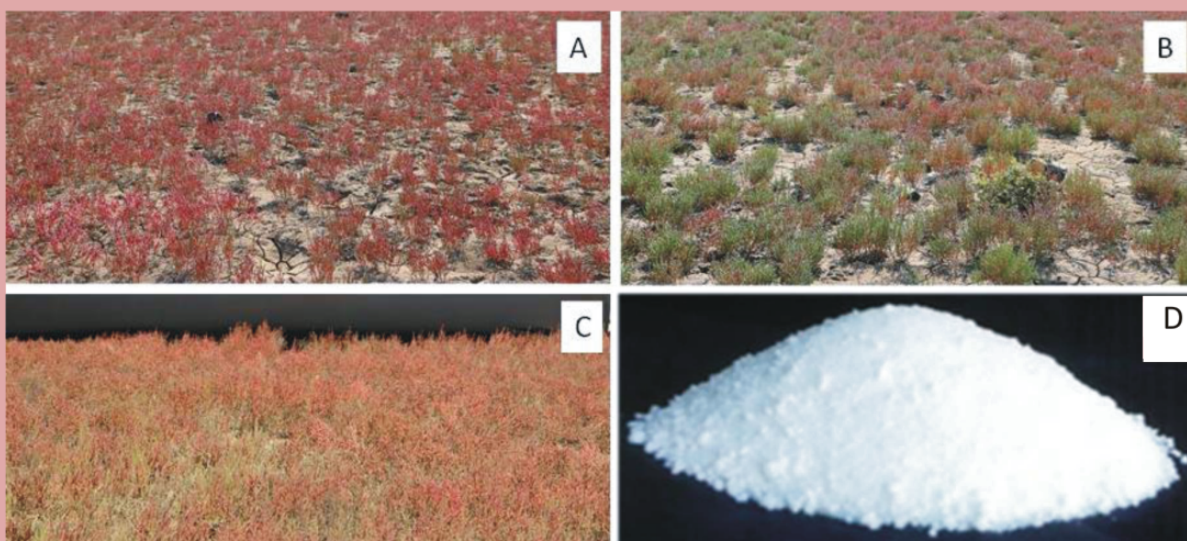
T3: जोता गया खेत, जिसमें उर्वरक डाला गया है, लेकिन कोई कतार-पद्धति नहीं अपनाई गई है।

Experimental materials for this technology consist of the *Salicornia* plant, for which a standard package of cultivation practices has been developed on a large scale. The treatments include:

T1: Naturally grown unploughed area with no fertilizer application and no row pattern.

T2: Naturally grown ploughed area with no fertilizer application and no row pattern.

T3: Ploughed area with fertilizer application and no row pattern.



**चित्र:** सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा की सतर्नपुर (गुजरात तट) पर विभिन्न उर्वरक प्रयोगों एवं कृषि पद्धतियों के अंतर्गत की गई परिपक्व अवस्था की खेती तथा सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा जैवमास से निष्कर्षित वनस्पति लवण।

**Figure:** *Salicornia brachiata* cultivation at Sartanpur (Gujarat Coast) under different fertilizer application and agronomic practices at maturity stage and vegetable salt extracted from the *Salicornia brachiata* biomass.





T4: जोता गया खेत, जिसमें उर्वरक डाला गया है और कतार-पद्धति अपनाई गई है।

यह अनुसंधान सर्तानपुर (गुजरात तट) पर सैलिकोर्निया की कृषिपद्धतियाँ विकसित करने के उद्देश्य से किया गया। इसमें सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा के आकृतिक मापदंडों पर उर्वरक प्रयोग के प्रभावों का अध्ययन किया गया।

अन्य उपचारों की तुलना में T4 में पौधों की ऊंचाई तथा कैनोपी क्षेत्रफल में वृद्धि देखी गई। वनस्पति नमक के निष्कर्षण हेतु प्रत्येक उपचार से पौध सामग्री एकत्रित की गई। वनस्पति नमक के निष्कर्षण की प्रक्रिया में सैलिकोर्निया पौधों को खारे मिट्टियों पर समुद्री जल से सिंचित करके उगाया जाता है, फिर पौध सामग्री की कटाई कर उसे सुखाया जाता है। इसके पश्चात जैवमास को खुले पात्र में आंशिक रूप से जलाकर कोयला रूप में परिवर्तित किया जाता है, और फिर इस जली हुई सामग्री को भट्टी में 300 से 600 °C तापमान पर दहन किया जाता है, जिससे कच्चा हर्बल लवण प्राप्त होता है। इस कच्चे हर्बल नमक को जल में घोलकर, छानकर एवं वाष्पीकृत किया जाता है, जिससे सूक्ष्म, श्वेत, क्रिस्टलीय एवं प्रवाहशील परिष्कृत हर्बल लवण प्राप्त होता है। T4 में सर्वाधिक शुष्क भार, भस्म (राख) सामग्री तथा भट्टी उपरांत भस्म सामग्री प्राप्त हुई, इसके पश्चात अन्य उपचारों का क्रम रहा।

T4: Ploughed area with fertilizer application and a row pattern.

The investigation was conducted at Sartanpur (Gujarat coast) to develop cultivation practices for *Salicornia*. The effects of fertilizer application on the morphological parameters of *Salicornia brachiata* were observed.

Plant height and canopy area increased in T4 compared to the other treatments. For the extraction of herbal salt, plant material was collected from each treatment. The procedure for salt extraction involves growing *Salicornia* plants on saline soils by irrigating them with seawater, harvesting and drying the plant material, charring the biomass in an open container, and incinerating the charred mass in a furnace at a temperature of 300 to 600 °C to obtain crude herbal salt. This crude herbal salt is then dissolved in water, filtered, and evaporated to yield fine, white, crystalline, and free-flowing refined herbal salt. T4 exhibited the highest dry weight, ash content, and post-furnace ash content, followed by the other treatments.

## विभिन्न मृदा एवं जल उपचारों (लवणता) के अंतर्गत सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा (रॉक्सब.) में प्रक्रमिकीय एवं भौतिक-रासायनिक विविधताएँ

### Phenological and physio-biochemical variations in *Salicornia brachiata* (Roxb.) under different soil and water treatments (salinity)

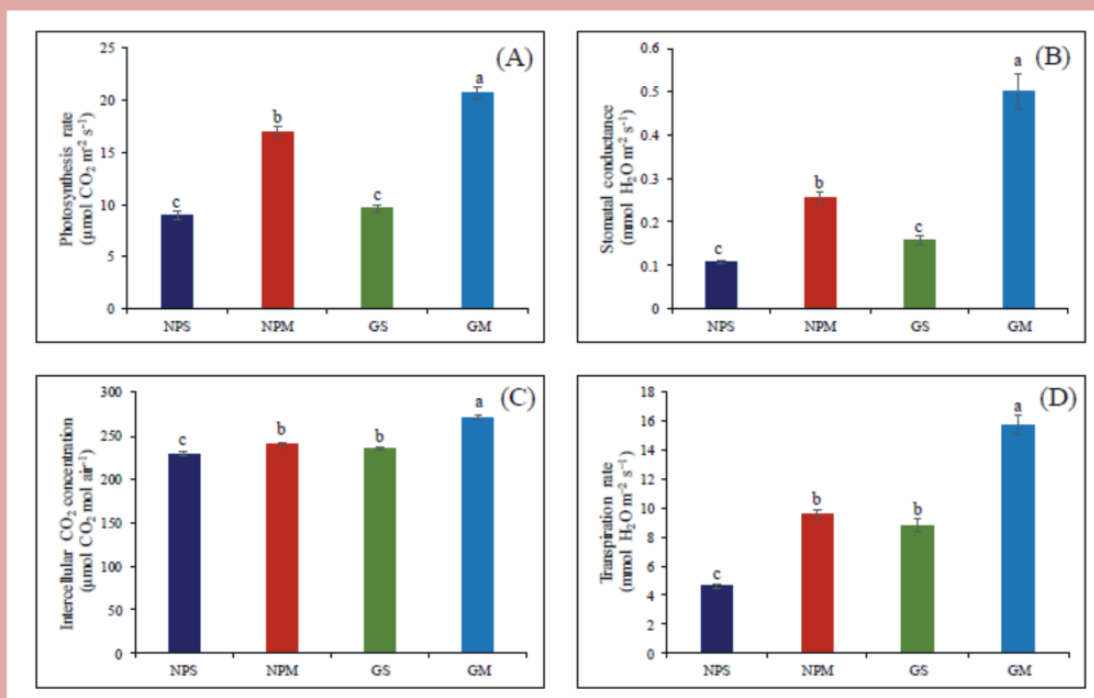
सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा के बीजों को विभिन्न लवणता उपचारों (विभिन्न मिट्टी और सिंचाई जल स्थितियों) — NPS: लवणीय मिट्टी + समुद्री जल, NPM: लवणीय मिट्टी + नल का पानी, GS: गैर-लवणीय मिट्टी + समुद्री जल, और GM: गैर-लवणीय मिट्टी + नल का पानी — के तहत उगाया गया और इन पौधों का छह माह की अवधि में प्रक्रमिकीय मापदंडों, जैव-रासायनिक एवं शारीरिक विशेषताओं, तथा पोषक तत्वों की मात्रा के आधार पर मूल्यांकन किया गया। NPM उपचार (मध्यम लवणता) में पौधों की वृद्धि उल्लेखनीय रूप से अधिक पाई गई,

The seeds of *Salicornia brachiata* grown under different salinity treatments (varied soil and irrigation water conditions) — NPS: saline soil + seawater, NPM: saline soil + tap water, GS: non-saline soil + seawater, and GM: non-saline soil + tap water — were evaluated for phenological parameters, biochemical and physiological characteristics, and nutrient content over six months. Significantly higher growth, including plant height, shoot height, and root length (except in GM), as well as fresh and dry weights,



जिसमें पौध ऊँचाई, प्रांकुर ऊँचाई, तथा मूल लंबाई (GM को छोड़कर), साथ ही ताजा एवं शुष्क भार भी शामिल है। सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा में पोषक तत्वों की सांद्रता एवं जैविक अणुओं में विकास अवस्था एवं लवणता उपचार के आधार पर महत्वपूर्ण भिन्नताएँ देखी गईं।  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$  और प्रोलीन की मात्रा NPS और GS उपचारित पौधों में अधिक थी, जो लवणता तनाव का मुकाबला करने में इनकी महत्वपूर्ण भूमिका की पुष्टि करती हैं। घुलनशील शर्करा, स्टार्च, मुक्त अमीनो अम्ल, पॉलीफेनॉल्स तथा प्रोलीन का स्तर पौधे की ऋतुजन्य अवस्थाओं के साथ बढ़ता गया, जिसमें अंतिम दो अवस्थाओं (पाँचवें एवं छठे महीने) में इनकी अधिकतम मात्रा दर्ज की गई। GM उपचारित पौधों में प्रकाश संश्लेषण की क्षमता और वर्णक सांद्रता भी महत्वपूर्ण रूप से अधिक पाई गई। इस अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि पौधों के जीवन चक्र को पूरा करने के लिए लवण की महत्वपूर्ण भूमिका होती है, हालांकि अत्यधिक

were recorded in the NPM treatment (moderate salinity). Nutrient concentrations and biological molecules in *S. brachiata* showed significant variations based on the growth stage and salinity treatment. The  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Cl}^-$ , and proline contents were higher in NPS and GS treatment plants, confirming their role in mitigating salinity stress. Total soluble sugars, starch, free amino acids, polyphenols, and proline levels increased with plant phenological stages, with the highest concentrations recorded in the last two stages (5th and 6th months). Photosynthetic performance and pigment concentrations were significantly higher in GM treatment plants. This study highlights the critical role of salt in the plant's life cycle, though excessive salinity has detrimental



**चित्र:** सैलिकोर्निया ब्रैकियाटा में विभिन्न लवणता उपचारों का (A) प्रकाश संश्लेषण दर, (B) रंध्र चालकता, (C) अंतरकोशिकीय  $\text{CO}_2$  सांद्रता और (D) वाष्पोत्सर्जन दर पर प्रभाव। त्रुटि बार पर विभिन्न अक्षर उपचारों के बीच महत्वपूर्ण अंतर को दर्शाते हैं ( $P < 0.05$ )।

**Figure:** Effect of different salinity treatments in *Salicornia brachiata* (A) photosynthesis rate in *Salicornia brachiata*, (B) stomatal conductance, (C) intercellular  $\text{CO}_2$  concentration (D) transpiration rate. Different letters on error bars denote significant difference among treatments ( $P < 0.05$ ).



लवणता के हानिकारक प्रभाव भी होते हैं। इसके अतिरिक्त, ये निष्कर्ष विभिन्न मिट्टी और जल उपचारों के प्रति *एस. ब्राकियाटा* की प्रतिक्रिया की गहरी समझ में योगदान करते हैं।

effects. Moreover, the findings contribute to a deeper understanding of *S. brachiata*'s response to different soil and water treatments.

## ट्रांसजेनिक तंबाकू पौधों में AINAC1 ट्रांसक्रिप्शन कारक की अति-अभिव्यक्ति से परासरणीय तनाव सहनशीलता में वृद्धि

### AINAC1 transcription factor overexpression enhances osmotic stress tolerance in transgenic tobacco plants

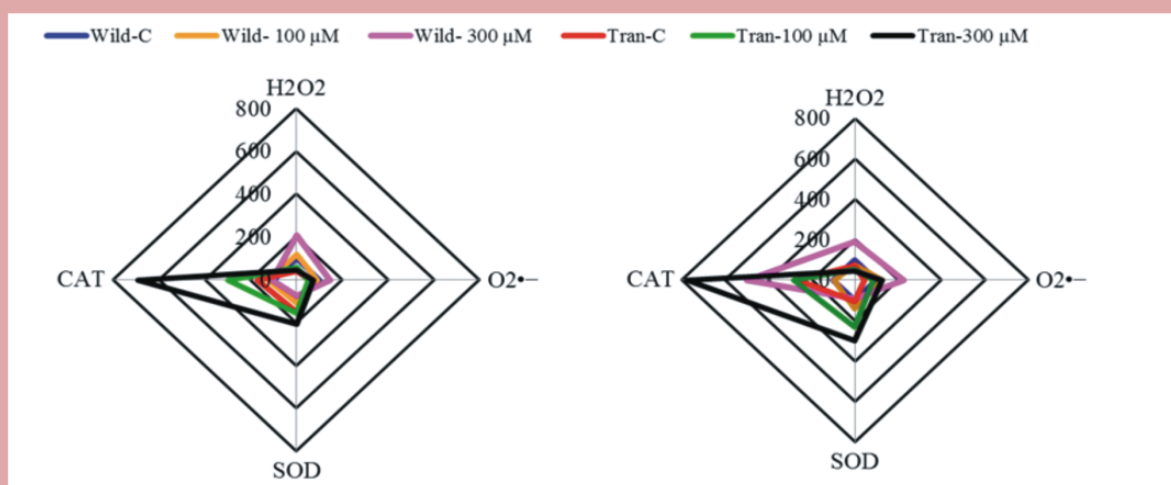
एल्यूरोपस लैगोपोइडीज नामक लवण-स्रवण करने वाले लवणोद्भिद् से प्राप्त एएलएनएसी1 (AINAC1) नामक एनएसी ट्रांसक्रिप्शन कारक को तंबाकू के पौधों में अनुवांशिक अभियांत्रिकी द्वारा प्रविष्ट किया गया, ताकि इसे अजैविक तनाव सहनशीलता में इसकी भूमिका का अध्ययन किया जा सके। ट्रांसजेनिक तंबाकू पौधों में सूखे के तनाव के दौरान ओस्मोलाइट संचय, झिल्ली की अखंडता और प्रतिऑक्सीडेंट रक्षा प्रणाली में सुधार देखा गया। इन पौधों में नियंत्रण पौधों की तुलना में प्रकाश संश्लेषण से संबंधित बेहतर मापदंड पाए गए, जिनमें प्रकाश संश्लेषण दर, वाष्पोत्सर्जन दर, जल उपयोग दक्षता, रंध्र चालकता, अंतरकोशिकीय CO<sub>2</sub> सांद्रता (Ci), इलेक्ट्रॉन परिवहन दर, Fv/Fm, qP, NPQ और ΦPSII शामिल हैं। एच.पी.एल.सी. विश्लेषण में तनाव की स्थिति के दौरान ट्रांसजेनिक पौधों में ABA और जिबेरेलिन जैसे पादप हार्मोन की उच्च सांद्रता और ऑक्सिजन के निम्न स्तर पाए गए। इसके अलावा, ट्रांसजेनिक पौधों में सूखे के तनाव के दौरान पत्तियों की दोनों सतहों पर नियंत्रण पौधों की तुलना में अधिक रंध्रों का बंद होना देखा गया। AINAC1 ट्रांसजेनिक पौधों की सूखा सहनशीलता में वृद्धि के पीछे के आणविक तंत्र को समझने के लिए कई तनाव-संबंधित डाउनस्ट्रीम जीन का RT-PCR विश्लेषण किया गया। परिणामस्वरूप, NtCAT, NtSOD, NtP5CS, NtCab40, NtRCA1, और NtLTP जीन में अप विनियमन देखा गया, जबकि NtCKX1 जीन में डाउन विनियमन देखा गया। हालांकि, NtIPT1 जीन के ट्रांसक्रिप्ट अभिव्यक्ति में कोई बदलाव नहीं देखा गया।

The AINAC1 NAC transcription factor from *Aeluropus lagopoides*, a salt-secreting halophyte, was genetically engineered into tobacco plants to study its role in abiotic stress tolerance. The transgenic tobacco plants exhibited enhanced osmolyte accumulation, membrane integrity, and an improved antioxidative defense system during drought stress. These plants showed better photosynthesis-related parameters, including photosynthesis rate, transpiration rate, water-use efficiency, stomatal conductance, intercellular CO<sub>2</sub> concentration (Ci), electron transport rate, Fv/Fm, qP, NPQ, and ΦPSII, compared to control plants. HPLC analysis revealed higher levels of phytohormones such as ABA and zeatin, along with reduced auxin levels in the transgenics under stress conditions. Additionally, the transgenic plants exhibited greater stomatal closure than the control plants during drought stress on both leaf surfaces. To further investigate the molecular mechanisms underlying the enhanced drought tolerance in AINAC1 transgenics, RT-PCR analysis was conducted on several stress-related downstream genes. The results showed upregulation of NtCAT, NtSOD, NtP5CS, NtCab40, NtRCA1, and NtLTP genes, along with downregulation of the NtCKX1 gene. However, no change was observed in the transcript expression of the NtIPT1 gene.

## SbMYB15 ट्रांसक्रिप्शन कारक ट्रांसजेनिक तंबाकू में भारी धातु सहनशीलता को कम करता है SbMYB15 transcription factor mitigates heavy metal tolerance transgenic tobacco

MYB (मायेलोब्लास्टोमा) ट्रांसक्रिप्शन कारक (TFs) पौधों की विभिन्न प्रक्रियाओं में शामिल होते हैं, जिनमें चयापचय, विकास, कोशिका नियति निर्धारण, हार्मोन सिग्नलिंग पथ और तनाव के प्रति प्रतिक्रियाएं शामिल हैं। हमने पूर्व में यह प्रदर्शित किया था कि लवणोद्भिद् *सैलिकॉर्निया ब्राकियाटा* से प्राप्त SbMYB15 लवणीयता और सूखा सहनशीलता से संबद्ध है। हाल ही में, हमने पाया कि SbMYB15 ट्रांसजेनिक तंबाकू पौधों में भारी धातु के प्रभाव को कम करने में भी मदद करता है। SbMYB15 जीन की ट्रांसक्रिप्ट अभिव्यक्ति  $\text{CdCl}_2$  और  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  की उपस्थिति में 5 गुना से अधिक बढ़ गई। SbMYB15 की निरंतर अधि-अभिव्यक्ति ने ट्रांसजेनिक तंबाकू में कैडमियम और निकल सहनशीलता प्रदान की, जिससे विकास और क्लोरोफिल की मात्रा में सुधार हुआ। इसके अतिरिक्त, ट्रांसजेनिक पौधों में  $\text{Cd}^{2+}$  एवं  $\text{Ni}^{2+}$  तनाव की स्थिति में प्राकृतिक रूप पौधों की तुलना में  $\text{H}_2\text{O}_2$  और  $\text{O}_2^-$  जैसे प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों (ROS) की उत्पत्ति में कमी देखी गई।

The MYB (myeloblastoma) transcription factors (TFs) are involved in various plant processes, including metabolism, development, cell fate determination, hormone signaling pathways, and responses to stress. We previously demonstrated that SbMYB15 from the halophyte *Salicornia brachiata* is associated with salinity and drought tolerance. Recently, we found that SbMYB15 also plays a role in heavy metal mitigation in transgenic tobacco plants. The SbMYB15 gene exhibited more than a five-fold increase in transcript expression in the presence of  $\text{CdCl}_2$  and  $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ . Constitutive overexpression of SbMYB15 conferred cadmium and nickel tolerance in transgenic tobacco, resulting in improved growth and chlorophyll content. Additionally, the transgenic plants showed reduced generation of reactive oxygen species (ROS) such as  $\text{H}_2\text{O}_2$  and  $\text{O}_2^-$  compared to



**चित्र:** (a) 0, 100 और 300  $\mu\text{M}$   $\text{CdCl}_2$  तथा (b) 0, 100 और 300  $\mu\text{M}$   $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  तनाव उपचारों के तहत प्राकृतिक और ट्रांसजेनिक तंबाकू के बीच प्रतिऑक्सीडेटिव से संबंधित मापदंडों की तुलना करके बनाए गए रडार आरेख।

**Figure:** The radar diagram built by comparing the antioxidative related parameters between WT and transgenic tobacco under (a) 0, 100 and 300  $\mu\text{M}$   $\text{CdCl}_2$  and (b) 0, 100 and 300  $\mu\text{M}$   $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  stress treatments.





ट्रांसजेनिक्स ने भारी धातु आयनों का निम्न अवशोषण, प्रतिऑक्सीडेटिव एंजाइमों (कैटेलेज [CAT] और सुपरऑक्साइड डिस्म्यूटेज [SOD]) की बढ़ी हुई स्कैवेंजिंग गतिविधि, और एंटीऑक्सीडेटिव जीनों (CAT1 और MnSOD) की उच्च ट्रांसक्रिप्ट अभिव्यक्ति भी दर्शाई। अतः वर्तमान अध्ययन यह उजागर करता है कि SbMYB15 का उपयोग अनुवांशिक अभियांत्रिकी के माध्यम से फसली पौधों में भारी धातु सहनशीलता विकसित करने के लिए किया जा सकता है।

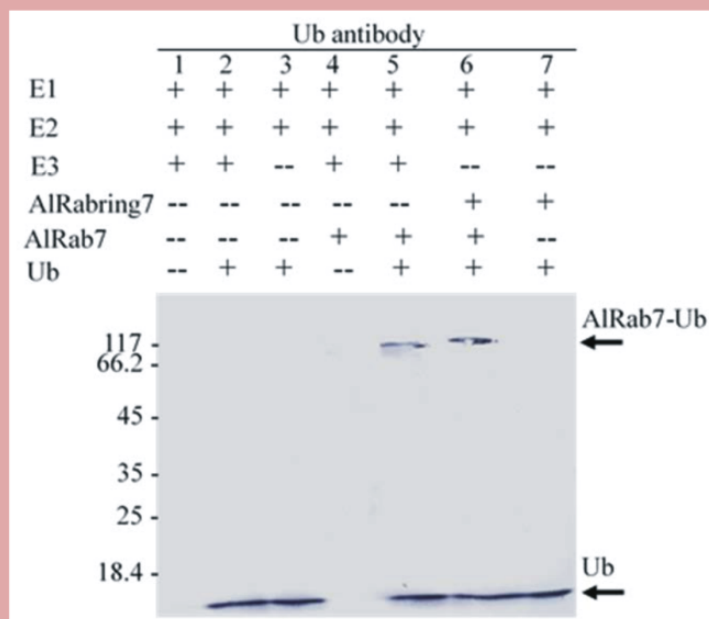
wild-type WT) plants under both  $\text{Cd}^{2+}$  and  $\text{Ni}^{2+}$  stress. The transgenics also demonstrated lower uptake of heavy metal ions, increased scavenging activity of antioxidative enzymes (catalase [CAT] and superoxide dismutase [SOD]), and higher transcript expression of antioxidative genes (CAT1 and MnSOD). Thus, the present study highlights that SbMYB15 can be utilized for developing heavy metal tolerance in crop plants through genetic engineering.

## AlRabring7 और AlRab7 सैकेरोमाइसीज सेरेविसिए में आयनिक और ऑक्सीडेटिव तनाव सहनशीलता को बढ़ाते हैं

### The AlRabring7 and AlRab7 improves ionic and oxidative stress tolerance in *Saccharomyces cerevisiae*

प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों (ROS) की समस्थिति बनाए रखना, झिल्ली की जैवजनन (बायोजेनेसिस), तथा अणुओं का पुनर्चक्रण — ये सभी विशिष्ट और जटिल नियामक नेटवर्क से जुड़ी सामान्य तनाव प्रतिक्रियाएँ हैं। यूबिक्विटिनेशन एक महत्वपूर्ण और व्यापक प्रक्रिया है, जो यूकैरियोट्स में पर्यावरणीय अनुकूलन को सुगम बनाती है। वर्तमान अध्ययन में, हमने AlRabring7 का क्लोन बनाया, जो एक E3 यूबिक्विटिन लाइगेज है, जिसे पहले AlRab7 के अंतःक्रियात्मक भागीदार के रूप में पहचाना गया था। AlRabring7 में 702 बेस युग्मों का एक ओपन रीडिंग फ्रेम (ORF) होता है, जो 233 अमीनो अम्लों वाले एक प्रोटीन का कूटन करता है, जिसमें 40 अमीनो अम्लों वाला एक RING-HC डोमेन विद्यमान होता है। प्रोटीन-प्रोटीन डॉकिंग विश्लेषणों से AlRab7, AlRabring7 और यूबिक्विटिन के बीच पारस्परिक क्रिया (इंटरएक्शन) प्रदर्शित हुई। AlRab7 और AlRabring7 के ट्रांसक्रिप्ट्स ने विभिन्न लवणों — जैसे NaCl, KCl,  $\text{CaCl}_2$ , NaCl + KCl, तथा NaCl +  $\text{CaCl}_2$  — के प्रति प्रतिक्रिया स्वरूप अधिविनियमन दर्शाया, साथ ही  $\text{H}_2\text{O}_2$  उपचार द्वारा प्रेरित ऑक्सीकरणीय तनाव की स्थिति में भी इनकी अभिव्यक्ति में वृद्धि देखी गई। AlRab7 ने यीस्ट  $\text{ypt7}\Delta$  उत्परिवर्ती को पूरकता प्रदान की और खंडित वैक्यूलों की संरचना को पुनः स्थापित किया। इन विट्रो यूबिक्विटिनेशन

The maintenance of reactive oxygen species (ROS) homeostasis, membrane biogenesis, and the recycling of molecules are common stress responses involving specific and complex regulatory networks. Ubiquitination is an important and prevalent mechanism that facilitates environmental adaptation in eukaryotes. In the present study, we cloned AlRabring7, an E3 ubiquitin ligase previously identified as an interacting partner of AlRab7. AlRabring7 has an open reading frame of 702 bp, encoding a protein of 233 amino acids with a RING-HC domain consisting of 40 amino acids. Protein-protein docking analyses demonstrated an interaction between AlRab7, AlRabring7, and ubiquitin. The transcripts of AlRab7 and AlRabring7 showed upregulation in response to various salts, including NaCl, KCl,  $\text{CaCl}_2$ , NaCl + KCl, and NaCl +  $\text{CaCl}_2$ , as well as oxidative stress induced by  $\text{H}_2\text{O}_2$  treatment. AlRab7 complemented yeast  $\text{ypt7}\Delta$  mutants and restored fragmented vacuoles. The in vitro ubiquitination assay revealed that AlRabring7



**चित्र:** इन-विट्रो यूबिक्विटिनेशन परीक्षण से पता चला कि AlRabring7 एक E3 लिगेज के रूप में कार्य करता है और AlRab7 का यूबिक्विटिनेशन कराता है।

**Figure:** The in-vitro ubiquitination assay revealed that AlRabring7 function as E3 ubiquitin ligase and mediates AlRab7 ubiquitination.

परीक्षण से यह स्पष्ट हुआ कि AlRabring7 एक E3 यूबिक्विटिन लाइगेज के रूप में कार्य करता है, जो AlRab7 का यूबिक्विटिनेशन संपन्न कराता है। AlRab7 और AlRabring7 के अधि-अभिव्यक्ति, दोनों, चाहे स्वतंत्र रूप से हो या सह-परिवर्तन के रूप में, तनाव की स्थितियों में यीस्ट कोशिकाओं की वृद्धि को बढ़ाया। इसके अतिरिक्त, जैव-आणविक प्रदीप्ति पूरकता परीक्षणों ने पौधों की कोशिकाओं में इन दोनों प्रोटीन्स के मध्य पारस्परिक क्रिया को प्रदर्शित किया। हमारे परिणाम संकेत करते हैं कि AlRab7 और AlRabring7 यीस्ट में तनाव सहिष्णुता को बढ़ाते हैं।

functions as an E3 ubiquitin ligase, mediating the ubiquitination of AlRab7. Overexpression of AlRab7 and AlRabring7, both independently and when co-transformed, enhanced yeast cell growth under stress conditions. Additionally, bimolecular fluorescence complementation assays demonstrated the in planta interaction between the two proteins. Our results suggest that AlRab7 and AlRabring7 confer enhanced stress tolerance in yeast.

Plant Physiology and Biochemistry, 151 (2020) 689-704

## JLCuV DNA-A जीन आरएनए साइलेंसिंग दमनकारक के रूप में कार्य करते हैं

### JLCuV DNA-A genes function as RNA silencing suppressors

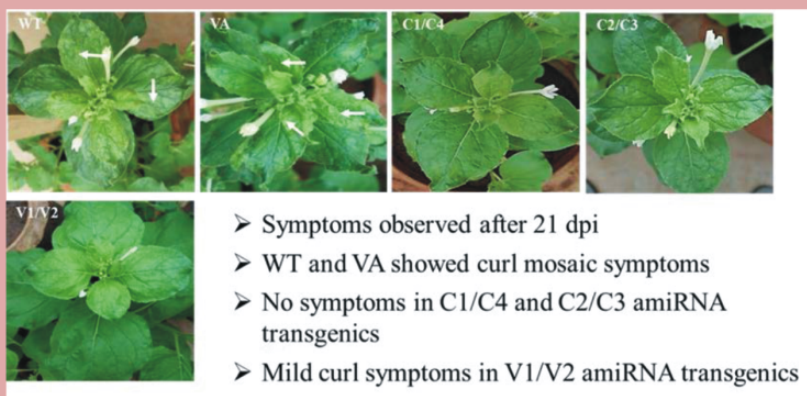
जट्रोफा की पत्तियों में लीफ कर्ल रोग, जो जेमिनिवायरस के कारण होता है, भारी आर्थिक नुकसान का कारण बनता है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई की जट्रोफा प्लांटेशन में जट्रोफा लीफ कर्ल गुजरात वायरस (JLCuGV) का एक नए

The leaf curl disease of Jatropha, caused by geminiviruses, results in significant economic losses. A new strain of Jatropha leaf curl Gujarat virus (JLCuGV) has been identified in the Jatropha plantation of CSIR-CSMCRI. This virus



प्रकार (स्ट्रेन) की पहचान की गयी। यह वायरस छह ओपन रीडिंग फ्रेम्स (ओआरएफ) को कूटित करता है, जिनमें से प्रत्येक आरएनए साइलेंसिंग दमनकारी गतिविधि प्रदर्शित करता है। परिणामस्वरूप, तीन कृत्रिम माइक्रोआरएनए (amiRNAs) — C1/C4, C2/C3, और V1/V2 — को ओवरलैपिंग क्षेत्रों का उपयोग करके डिज़ाइन किया गया, जिनमें से प्रत्येक JLCuGV जीनोमिक डीएनए के दो ओआरएफ को लक्षित करता है। amiRNAs को तंबाकू के पौधों में स्थानांतरित किया गया। C1/C4 और C2/C3 amiRNA ट्रांसजेनिक पौधों में प्रतिरोध दिखाया, जबकि V1/V2 amiRNA ट्रांसजेनिक पौधों ने JLCuGV के प्रति सहिष्णुता प्रदर्शित की। उल्लेखनीय है कि amiRNAs के सापेक्ष स्तर वायरस लोड के विपरीत अनुपात में पाए गए। ट्रांसजेनिक पौधों ने वायरल संक्रमण के दौरान बेहतर वृद्धि दिखाई और JLCuGV वायरस के संक्रमण के प्रति प्रतिक्रिया में प्राकृतिक-प्रकार (WT) पौधों की तुलना में बेहतर प्रकाश संश्लेषण संबंधी मानदंड बनाए रखे। जबकि amiRNA ट्रांसजेनिक्स में मेटाबोलाइट की मात्रा में कोई महत्वपूर्ण परिवर्तन नहीं हुआ, प्राकृतिक पौधों में वायरस प्रविष्टि के दौरान शर्करा चयापचय और ट्राइकार्बोक्सिलिक अम्ल (TCA) चक्र में उल्लेखनीय परिवर्तन देखे गए। यह अध्ययन दर्शाता है कि amiRNA ट्रांसजेनिक पौधे JLCuGV के प्रति बेहतर प्रतिरोध प्रदर्शित करते हैं, साथ ही अपने प्रकाश संश्लेषण और चयापचय मार्गों की सामान्यता तथा मेटिलेशन पैटर्न में होमियोस्टैसिस को प्रभावी रूप से बनाए रखते हैं। JLCuGV DNA-A जीनोम के छह ओआरएफ (AV1, AV2, AC1, AC2, AC3, और AC4)

encodes six open reading frames (ORFs), each exhibiting RNA silencing suppressor activity. Consequently, three artificial microRNAs (amiRNAs)—C1/C4, C2/C3, and V1/V2—were designed using overlapping regions, with each targeting two ORFs of the JLCuGV genomic DNA. The amiRNAs were transformed into tobacco plants. The C1/C4 and C2/C3 amiRNA transgenic plants exhibited resistance, while the V1/V2 amiRNA transgenic plants demonstrated tolerance to JLCuGV. Notably, the relative levels of amiRNAs were inversely related to viral load. The transgenic plants showed improved growth during viral infection and maintained better photosynthetic parameters in response to JLCuGV virus infiltration compared to wild-type (WT) plants. While the metabolite contents in amiRNA transgenics were not significantly altered, noticeable changes in sugar metabolism and the tricarboxylic acid (TCA) cycle were observed in WT plants upon virus infiltration. This study demonstrates that amiRNA transgenics exhibit enhanced resistance to JLCuGV while efficiently maintaining normalcy in their photosynthesis and metabolic pathways, as well as homeostasis in methylation patterns. The six ORFs of the JLCuGV DNA-A genome (AV1, AV2, AC1, AC2, AC3, and AC4) were individually cloned into



**चित्र:** वायरल संक्रमण के खिलाफ miRNA ट्रांसजेनिक की प्रतिक्रिया।

**Figure:** Response of miRNA transgenic against the viral infection.





को संभावित RNA साइलेंसिंग दमनकारक (RSS) की पहचान के लिए अलग-अलग pCAMBIA 1301 में क्लोन किया गया

pCAMBIA 1301 for the identification of potential RNA silencing suppressors (RSS).

Scientific reports, 13 (2021) 1-6

## टमाटर में रोग संवेदनशीलता कम करने हेतु समुद्री शैवाल आधारित सूत्रीकरण/ अर्क Seaweed based formulations/ sap for reduced disease susceptibility in tomato

समुद्री शैवाल के अर्क (SWE) कृषि उत्पादन बढ़ाने के लिए जैव-उत्तेजक के रूप में अपार संभावनाएँ रखते हैं, साथ ही ये पर्यावरण पर हानिकारक प्रभाव डालने वाले रसायनों के उपयोग को भी कम करते हैं। भूरे स्थूल शैवाल *सरगासम टेनेरिमम* के अर्क (एस-अर्क) की टमाटर में *मैक्रोफोमीना फेज़ोलाइना* के प्रति प्रतिरोध प्रबंधन में प्रभावशीलता का विश्लेषण किया गया। एस-अर्क (10%) के प्रयोग ने, अकेले या एम. फेज़ोलाइना के संयोजन में पौधों की टहनियों और जड़ों की लंबाई में उल्लेखनीय वृद्धि की। तनाव प्रेरित हार्मोन तथा वृद्धि-संबंधी हार्मोन की मात्रा केवल *मैक्रोफोमीना* की तुलना में *मैक्रोफोमीना* और एस-अर्क दोनों की उपस्थिति में अधिक पाई गई। प्रतिऑक्सीडेटिव एंजाइमों, जैसे सुपरऑक्साइड डिस्म्यूटेज (SOD), कैटलेज़ (CAT), ग्लूटाथायोन रिडक्टेज (GR), एस्कॉर्बेट परऑक्सीडेट (APX), और परऑक्सीडेट (POX) ने वनस्पतिक अवस्था के दौरान संयोजन उपचार के साथ अधिकतम संचय दिखाया। प्रजनन चरण के दौरान, SOD, CAT, APX, और POX ने एस-अर्क उपचार के साथ अधिकतम संचय प्रदर्शित किया। हमने देखा कि एस-अर्क टमाटर में *मैक्रोफोमीना* के प्रति प्रतिरोध प्रदान कर एक जैव-उत्तेजक (बायो-स्टिमुलेंट) के रूप में कार्य कर सकता है, जो पादप हार्मोन और प्रतिऑक्सीडेटिव एंजाइमों के नियमन के माध्यम से होता है, और अंततः उपज में वृद्धि करता है।

Seaweed extracts (SWE) hold great potential as bio-stimulants for improving agricultural yield while also reducing the use of chemicals that can have detrimental effects on the environment. The efficacy of the brown macroalgae *Sargassum tenerrimum* extract (S-extract) in managing resistance to *Macrophomina phaseolina* in tomatoes was analyzed. The application of S-extract (10%), both alone and in combination with *M. phaseolina*, significantly enhanced shoot and root length. Stress-inducible hormones and growth-related hormones were found to be higher in the presence of *Macrophomina* and S-extract compared to treatment with *Macrophomina* alone. Antioxidative enzymes, including superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT), glutathione reductase (GR), ascorbate peroxidase (APX), and peroxidase (POX), showed maximum accumulation with the combination treatment during the vegetative stage. In the reproductive stage, SOD, CAT, APX, and POX exhibited maximum accumulation with S-extract treatment. We observed that S-extract can serve as a bio-stimulant by providing resistance to *Macrophomina* in tomatoes through the modulation of phytohormones and antioxidative enzymes, ultimately improving yield.

Journal of Applied Phycology, 32 (2020) 4373–4384



## विषयवस्तु: पर्यावरण

## THEME : ENVIRONMENT

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई ने समुद्री और तटीय पारिस्थितिक तंत्र पर विशेष ध्यान केंद्रित करते हुए, प्रमुख पर्यावरणीय चुनौतियों का समाधान करने में अपनी मुख्य क्षमता को दृढ़ता से स्थापित किया है। वर्षों से, संस्थान पर्यावरण प्रभाव आंकलन (EIA) अध्ययन के क्षेत्र में अग्रणी रहा है, जिसे भारतीय गुणवत्ता परिषद के अंतर्गत NABET से प्रमुख क्षेत्रों — जैसे आसवनी, शिप-ब्रेकिंग इकाइयों, बंदरगाह और हार्बर, तथा सामान्य अपशिष्ट उपचार संयंत्रों (CETPs) — में मान्यता प्राप्त है। इन अध्ययनों में व्यापक आधारभूत आंकड़ा संग्रह, पर्यावरणीय निगरानी, और पर्यावरण प्रबंधन योजनाओं का निर्माण शामिल होता है, जो पर्यावरणीय प्रभावों को न्यूनतम रखते हुए सतत औद्योगिक विकास के लिए महत्वपूर्ण सहयोग प्रदान करते हैं। EIA के अलावा, संस्थान जल उपचार के लिए निर्मित आर्द्रभूमियों जैसे इंजीनियरिंग प्रणालियों को डिजाइन और कार्यान्वित करने और शून्य तरल निष्कासन (ZLD) अनुपालक प्रक्रियाओं के विकास में सक्रिय रूप से शामिल है, जो सतत जल प्रबंधन में इसकी विशेषज्ञता को दर्शाता है। संस्थान द्वारा किए गए वैज्ञानिक अध्ययन में तटीय और समुद्री जल में अपशिष्ट जल निकासी के लिए उपयुक्त स्थानों की पहचान भी शामिल है, ताकि पर्यावरणीय सुरक्षा सुनिश्चित की जा सके। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के अनुसंधान प्रयास उन्नत क्षेत्रों जैसे कि सूक्ष्मजीवीय जैव उपचार, प्रवाल-सूक्ष्मजीव अंतःक्रिया और झिल्ली सूक्ष्मजैविकी तक फैले हुए हैं। इसके अलावा, संस्थान ने महत्वपूर्ण कार्बनिक प्रदूषकों का पता लगाने और समुद्री जल से ऊर्जा खनिजों को पुनः प्राप्त करने के लिए विश्लेषणात्मक विधियों के विकास में उल्लेखनीय प्रगति की है। टाटा केमिकल्स, निरमा, और गुजरात मैरीटाइम बोर्ड जैसे उद्योगों और आंध्र प्रदेश प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड और कर्नाटक राज्य औद्योगिक और बुनियादी ढांचा विकास निगम जैसे सरकारी निकायों के साथ सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के सहयोग इसकी जटिल पर्यावरणीय मुद्दों को हल करने में महत्वपूर्ण भूमिका को रेखांकित करते हैं। संस्थान ने गुजरात में पर्यावरणीय गुणवत्ता और सामाजिक संरचना के मूल्यांकन जैसे पहलुओं पर कार्य करते हुए कल्पसर परियोजना जैसे महत्वपूर्ण कार्यक्रमों में भी उल्लेखनीय योगदान दिया है। इस पृष्ठभूमि पर, 2019-20 की अवधि के दौरान इस दिशा में किए गए कुछ महत्वपूर्ण कार्य नीचे उल्लिखित हैं।

### Thematic core competence

CSIR-CSMCRI has firmly established its core competency in addressing pressing environmental challenges with a particular focus on marine and coastal ecosystems. Over the years, the institute has been at the forefront of Environmental Impact Assessment (EIA) studies, supported by its accreditation from NABET, Quality Council of India, in key sectors such as distilleries, ship-breaking units, ports and harbors, and common effluent treatment plants (CETPs). These studies involve extensive baseline data collection, environmental monitoring, and the formulation of Environmental Management Plans



(EMPs), providing critical support for sustainable industrial development while minimizing environmental impacts. In addition to EIAs, the institute is actively involved in designing and implementing engineered systems like constructed wetlands for wastewater treatment and developing Zero Liquid Discharge (ZLD) compliant processes, showcasing its expertise in sustainable water management. Scientific studies conducted by the institute also include identifying optimal discharge locations in coastal and marine waters to ensure environmental safety. The research endeavors of CSIR-CSMCRI span advanced areas such as microbial bioremediation, coral-microbe interactions, and membrane microbiology. Furthermore, the institute has made notable advancements in developing analytical methods for detecting critical organic pollutants and recovering energy minerals from seawater. CSIR-CSMCRI's collaborations with industries, including Tata Chemicals, Nirma, and the Gujarat Maritime Board, along with government bodies like the Andhra Pradesh Pollution Control Board and Karnataka State Industrial and Infrastructure Development Corporation, underline its pivotal role in addressing complex environmental issues. The institute has also contributed significantly to projects like the Kalpasar project, assessing environmental quality and social dynamics across Gujarat. Building on this, some significant activities undertaken in this direction during the 2019-20 period are outlined below.

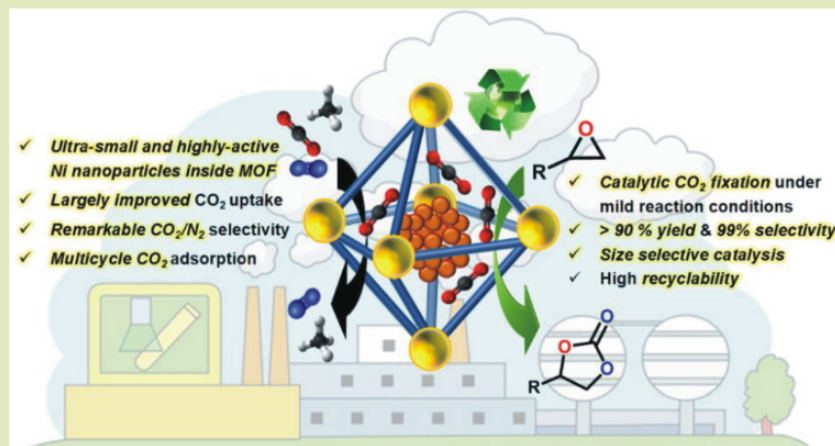
## सुदृढ़ एमओएफ के अंदर अति-सूक्ष्म Ni-नैनोकणों के साथ बेहतर CO<sub>2</sub> अधिशोषण और विलायक-मुक्त स्थिरीकरण

### Ultra-small Ni-nanoparticle inside robust MOF for improved CO<sub>2</sub> adsorption and solvent-free fixation

कार्बन डाइऑक्साइड (CO<sub>2</sub>) का स्थिरीकरण और रूपांतरण कार्बन उत्सर्जन को कम करने के लिए सबसे आकर्षक टिकाऊ तकनीक है। अतिरिक्त कार्यात्मकता जोड़कर, किसी विशिष्ट प्रणाली में इन दोनों महत्वपूर्ण गुणों में उल्लेखनीय सुधार किया जा सकता है। इस अध्ययन में, हमने एक सुदृढ़ तथा एमीन-कार्यात्मकृत धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क (MOF) के छिद्रों के भीतर समान रूप से वितरित अति-सूक्ष्म आकार के निकल (Ni) नैनोकणों (NPs) के आवरण (encapsulation) का अन्वेषण किया है। परिणामस्वरूप, CO<sub>2</sub> अधिशोषण क्षमता में 35% का महत्वपूर्ण सुधार हुआ, साथ ही मूल MOF की तुलना में आइसोस्टेरिक अधिशोषण ऊष्मा में 10 kJ/mol की बड़ी वृद्धि हुई है। उल्लेखनीय रूप से, CO<sub>2</sub> का N<sub>2</sub> और CH<sub>4</sub> की तुलना में अधिशोषण चयनात्मकता में उल्लेखनीय सुधार देखा गया (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>:

Carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) capture and transformation is one of the most promising sustainable technologies for reducing carbon emissions. By adding additional functionality, both of these key properties can be significantly enhanced within a specific system. In this study, we have explored the encapsulation of well-dispersed Ni nanoparticles (NPs) with ultra-small sizes inside the pores of an amine-functionalized, robust metal-organic framework (MOF). As a result, the CO<sub>2</sub> uptake capacity is remarkably enhanced by 35%, along with a substantial 10 kJ/mol increase in the isosteric heats of adsorption, compared to the pristine MOF. Notably, CO<sub>2</sub> adsorption selectivity over N<sub>2</sub> and CH<sub>4</sub> shows significant improvement (CO<sub>2</sub>/N<sub>2</sub>:





**चित्र:** विलायक-रहित सौम्य परिस्थितियों में  $\text{CO}_2$  के स्थिरीकरण तथा उसे चक्रीय कार्बोनेट में रूपांतरण हेतु Ni-नैनोकण संलग्न MOF का चित्रात्मक प्रस्तुतीकरण।

**Figure:** Illustration of Ni-NP loaded MOF for capture-cum-transformation of  $\text{CO}_2$  to cyclic carbonate under solvent-less mild condition.

145.7,  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ : 12.65), जबकि अनेक  $\text{CO}_2$  अधिशोषण चक्रों में उत्कृष्ट शोषण पुनरावृत्ति प्रदर्शित हुई। ये परिणाम  $\text{CO}_2$  अणुओं और NPs के बीच अनुकूल अंतःक्रियाओं को सत्यापित करते हैं, जो संशोधित फ्रेमवर्क के लिए  $\text{CO}_2$  पृथक्करण की उच्च क्षमता की संभावनाएं दर्शाता है। इसके अतिरिक्त, नैनोकण-संलग्न MOF विलायक-रहित परिस्थितियों में  $\text{CO}_2$  का चक्रीय कार्बोनेट में उत्कृष्ट चक्रीय योग अभिक्रिया (cycloaddition) दर्शाता है, जिसमें, सौम्य अभिक्रियात्मक परिवेश में, 97.6% उत्पादकता तथा 99% चयनात्मकता प्राप्त होती है। उत्प्रेरक अपने असंशोधित समकक्ष की तुलना में कहीं अधिक सक्रियता प्रदर्शित करता है तथा इसे, बिना किसी उल्लेखनीय सक्रियता हास के, कई बार पुनः उपयोग किया जा सकता है। ऐलिफैटिक एवं एरोमैटिक एपॉक्साइड्स की विस्तृत श्रृंखला में उत्कृष्ट उत्पादकता और चयनात्मकता बनी रहती है, जबकि बड़े सबस्ट्रेट्स में परिवर्तन अत्यंत न्यून होता है, जो उत्प्रेरक की सराहनीय आकार-चयनात्मकता को और अधिक प्रमाणित करता है।

145.7,  $\text{CO}_2/\text{CH}_4$ : 12.65), while multiple  $\text{CO}_2$  uptake cycles demonstrate outstanding sorption recurrence. These results validate the favorable interactions between  $\text{CO}_2$  molecules and the NPs, promising superior  $\text{CO}_2$  sequestration potential for the post-modified framework. Furthermore, the NP-loaded MOF demonstrates excellent solvent-free  $\text{CO}_2$  cycloaddition to cyclic carbonate, achieving a 97.6% yield and 99% selectivity under mild reaction conditions. The catalyst exhibits significantly higher activity than its unmodified counterpart and can be recycled several times without significant loss in activity. The outstanding yield and selectivity are maintained across a wide range of aliphatic and aromatic epoxides, while larger substrates show negligible conversion, further corroborating the catalyst's admirable size selectivity.

Inorganic Chemistry, 58 (2019) 8100–8110

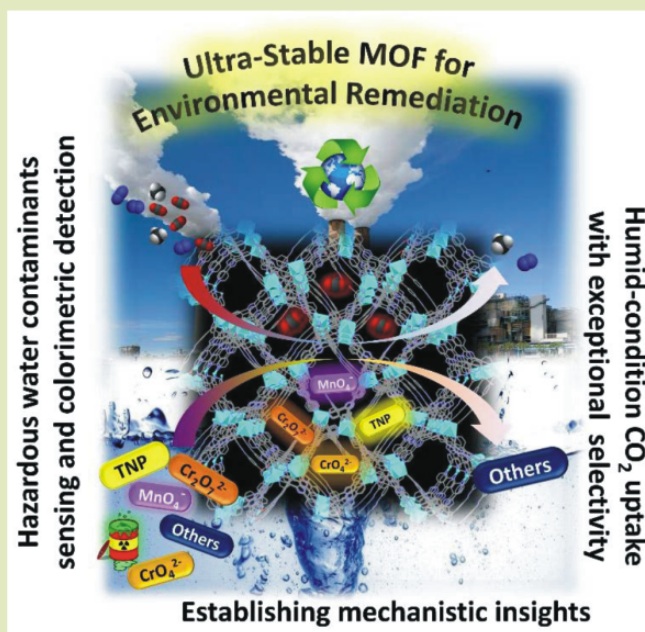


## CO<sub>2</sub> के आर्द्रता-सहिष्णु स्थिरीकरण तथा विषैले ऑक्सो-ऋणायनों के रंगमापी संसूचक हेतु N-कार्यात्मकृत आवेशित MOF

### N-functionalized charged MOF for moisture-tolerant CO<sub>2</sub> capture and colorimetric toxic oxo-anion sensor

धातु-कार्बनिक फ्रेमवर्क (MOFs) अन्य सामग्रियों की तुलना में कार्बन डाइऑक्साइड (CO<sub>2</sub>) स्थिरीकरण और विषाक्त प्रदूषकों के संदीप्ति संसूचन में विशिष्ट श्रेष्ठता दिखाते हैं। विशेष रूप से, इन दोनों विशेषताओं का संयोजन, साथ ही MOF में जल स्थिरता और छिद्र कार्यात्मकता का विकास, पर्यावरणीय सुधार अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण है। Ni(II) फ्रेमवर्क, CSMCRI-3, धनायनिक द्वितीयक संरचनात्मक इकाइयाँ और नाइट्रोजन-समृद्ध कार्बनिक ढांचे के संयोजन से निर्मित है, जिसमें उच्च प्रदीप्ति गुण होते हैं। गैर-प्रवेशी संरचना, जिसमें सूक्ष्म छिद्रयुक्त नलिकाओं के भीतर अउपसहसंयोजित नाइट्रोजन परमाणु उपस्थित हैं, कठोर परिस्थितियों में अद्वितीय स्थिरता प्रदर्शित करती है और मजबूत ढांचा-CO<sub>2</sub> अंतःक्रियाओं को दर्शाती है, जिसमें N<sub>2</sub> (292.5)

Metal-organic frameworks (MOFs) exhibit distinct advantages for carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) capture and luminescent sensing of toxic pollutants compared to other materials. Specifically, combining both features, along with the development of water stability and pore functionality in MOFs, is crucial for environmental remediation applications. The Ni(II) framework, CSMCRI-3, is constructed from a combination of cationic secondary building units and nitrogen-rich organic struts with highly fluorescent properties. The non-penetrated structure, featuring uncoordinated nitrogen atoms within microporous channels, demonstrates remarkable stability under harsh conditions and exhibits strong CO<sub>2</sub>-framework



**चित्र:** आर्द्रता-सहिष्णु CO<sub>2</sub> स्थिरीकरण और विस्फोटक तथा विषाक्त ऑक्सो-ऋणायनिक प्रजातियों के तीव्र संसूचन में सक्षम रासायन-सुदृढ़ विलायक-मुक्त MOF का चित्रण।

**Figure:** Representation of the chemo-robust MOF for moisture-tolerant CO<sub>2</sub> capture with acute detection of explosive and toxic oxo-anionic species.



और  $\text{CH}_4$  (11.7) की तुलना में  $\text{CO}_2$  का अत्यधिक चयनात्मक अधिशोषण होता है। विशेष रूप से, जल वाष्प के निरंतर संपर्क से  $\text{CO}_2$  के ग्रहण और मुक्तिकरण चक्रों पर कोई प्रभाव नहीं पड़ता, जो छिद्रयुक्त संरचना की फ्ल्यू गैस के पृथक्करण की क्षमता को दर्शाता है, जिसमें कुछ आर्द्रता समाहित है। इसके अतिरिक्त, MOF जल में तीन विषाक्त ऑक्सो-ऋणायनों ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ) का अत्यधिक विशिष्ट एवं तीव्र पहचान करता है, जो प्रत्येक विश्लेष्य की पहचान पर यह उल्लेखनीय रूप से 'टर्न-ऑफ' प्रतिक्रिया देता है और तीव्र रंग परिवर्तन दिखाता है।

interactions, with highly selective  $\text{CO}_2$  adsorption over  $\text{N}_2$  (292.5) and  $\text{CH}_4$  (11.7). Notably, prolonged exposure to water vapor does not affect the  $\text{CO}_2$  uptake-release cycles, indicating the potential of the porous structure for the separation of flue gas containing some moisture. Additionally, the MOF shows exceptionally specific and rapid detection of three toxic oxo-anions ( $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{MnO}_4^-$ ) in water, exhibiting remarkable turn-off responses and sharp colorimetric changes upon detection of each individual analyte.

ACS Appl. Mater. Interfaces 11 (2019) 40134–40150

## अनजान विस्फोटक FOX-7 का पता लगाने के लिए लैंथनाइड उपसहसंयोजी बहुलक की द्वि-आयामी नैनोशीट्स

### Two-dimensional nanosheets of lanthanide coordination polymer for detection of unfamiliar explosive FOX-7

1,1-डाइएमिनो-2,2-डाइनाइट्रोएथीन या FOX-7 एक असंवेदनशील उच्च विस्फोटक है। यह बाइंडर मिश्रण में RDX की तुलना में 8870 मीटर/सेकंड की थोड़ी उच्च विस्फोट गति प्रदर्शित करता है। FOX-7 की खुरदरी प्रकृति इसे कम संवेदनशील उच्च विस्फोटक रचनाओं के विकास में एक महत्वपूर्ण घटक बनाती है, जिसका आगे की शस्त्रागार अनुप्रयोगों में उपयोग किया जा सकता है। पारंपरिक विस्फोटकों के उपयुक्त प्रतिस्थापन के रूप में FOX-7 की बढ़ती मांग मानव सुरक्षा के लिए चिंता का विषय है। इस नए विस्फोटक का त्वरित और कुशलता से पता लगाना एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। इस अध्ययन में विलयन और ठोस अवस्था दोनों में FOX-7 के माइक्रोमोलर स्तर पर पता लगाने के लिए संदीप्ति लैंथनाइड उपसहसंयोजी बहुलक की 2D नैनोशीट्स विकसित की गईं। लैंथनाइड आयन,  $\text{Eu(III)}$  और/ या  $\text{Tb(III)}$ , और एक बिस-टर्पिरिडीन लिगैंड (L) को उपसहसंयोजी बहुलकों के संश्लेषण के लिए निर्माण ब्लॉक्स के रूप में उपयोग किया गया। संदीप्ति 2D नैनोशीट्स को एक उपयुक्त विलायक प्रणाली में उपसहसंयोजी बहुलकों के परतदार आरंभिक स्रोत के परत-उत्खनन द्वारा प्राप्त किया

1,1-Diamino-2,2-dinitroethene, or FOX-7, is an insensitive high explosive. It exhibits a slightly superior detonation velocity of 8870 m/s compared to RDX in a binder mixture. The coarse nature of FOX-7 makes it a critical component in the development of low-vulnerability high-explosive compositions for further application in weaponry. The growing demand for FOX-7 as a suitable replacement for conventional explosives raises concerns for human security. Achieving rapid and efficient detection of this new explosive is a challenging task. This study developed 2D nanosheets of luminescent lanthanide coordination polymer for the micromolar-level detection of FOX-7 in both solution and solid-state. Lanthanide ions,  $\text{Eu(III)}$  and/ or  $\text{Tb(III)}$ , along with a bis-terpyridine ligand (L), were used as building blocks for the synthesis of coordination polymers. Luminescent 2D nanosheets were obtained by exfoliating the layered precursor of the coordination polymers in a suitable





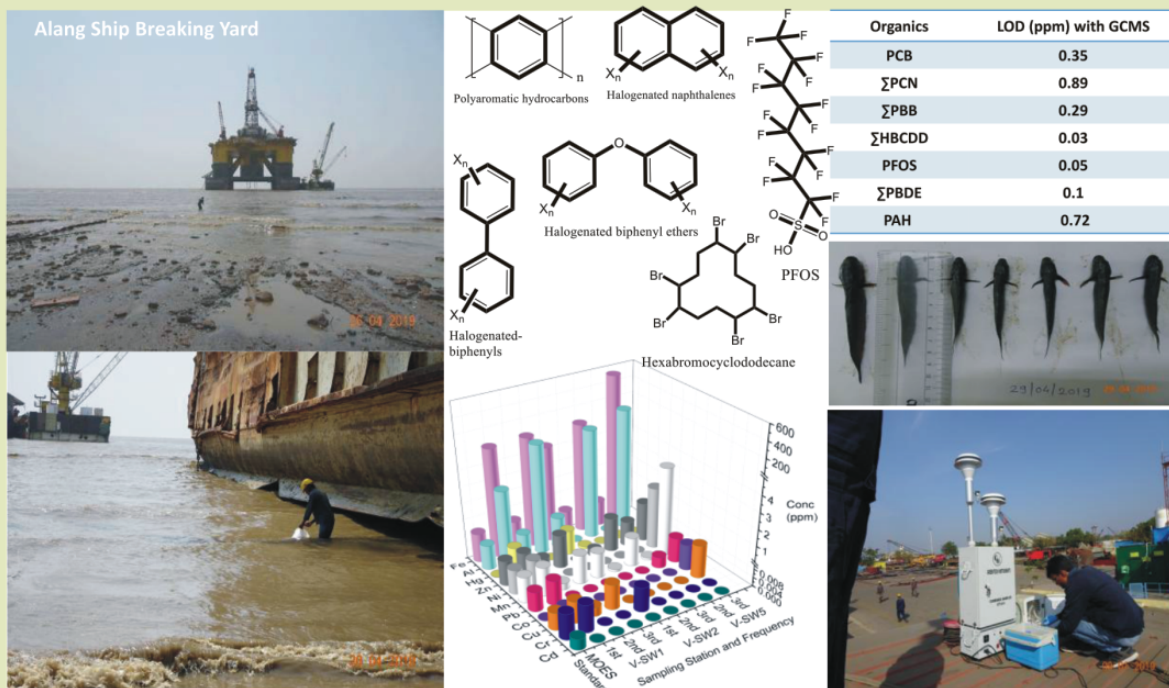
गया, तदपश्चात् ध्वनि-सहायित रणनीति का पालन किया गया। इन नैनोशीटों का पार्श्विक आकार माइक्रोमीटर स्तर (0.3–1  $\mu\text{m}$ ) पर है तथा इनकी मोटाई अत्यंत पतली, लगभग 2–6.5 nm है। परख प्रक्रिया के दौरान पराबैंगनी प्रकाश विकिरण में इन नैनोशीट्स में एक स्पष्ट रूप से दृश्य रंग परिवर्तन देखा गया, जिसमें रंग लाल और हरे से परिवर्तित होकर रंगहीन हो गया। उल्लेखनीय है कि ठोस अवस्था में पहचान की इस तकनीक से इस महत्वपूर्ण विस्फोटक के त्वरित स्थल-परिक्षण हेतु एक व्यावसायिक स्प्रे किट विकसित करने की संभावनाएँ खुलती हैं।

solvent system, following a sonication-assisted strategy. These nanosheets exhibit lateral sizes on the micrometer scale (0.3–1  $\mu\text{m}$ ) and an ultrathin thickness of 2–6.5 nm. A visually distinct color change of the nanosheets, from red and green to colorless, was observed upon UV light irradiation during the detection process. Notably, the solid-state detection technique opens the possibility for developing a commercial spray kit for rapid onsite screening of this important explosive.

## उभरते मंद अपघटनशील प्रदूषकों की पहचान और मात्रात्मक विश्लेषण Identification and quantification of emerging persistent pollutants

हमने समुद्र जल, तलछट, मृदा, वायु और मछली जैसी जटिल प्रणालियों में स्थायी प्रदूषकों के मूल्यांकन पर काम किया है। इन प्रणालियों में कार्बनिक प्रदूषकों के मूल्यांकन के लिए निष्कर्षण और विश्लेषणात्मक विधियाँ विकसित की गई हैं। निम्नलिखित प्रदूषकों के लिए विधि विकास सफलतापूर्वक संपन्न किया गया है: पॉलीसाइक्लिक एरोमैटिक हाइड्रोकार्बन

We have worked on the estimation of persistent pollutants in complex matrices such as seawater, sediment, soil, air, and fish. For the estimation of organic pollutants in these matrices, both extraction and analytical methods have been developed. Method development has been achieved for the



चित्र: उभरते मंद अपघटनशील प्रदूषकों का नमूना संग्रहण, पहचान और मात्रात्मक विश्लेषण।

**Figure:** Sampling, identification, and quantification of emerging persistent pollutants.

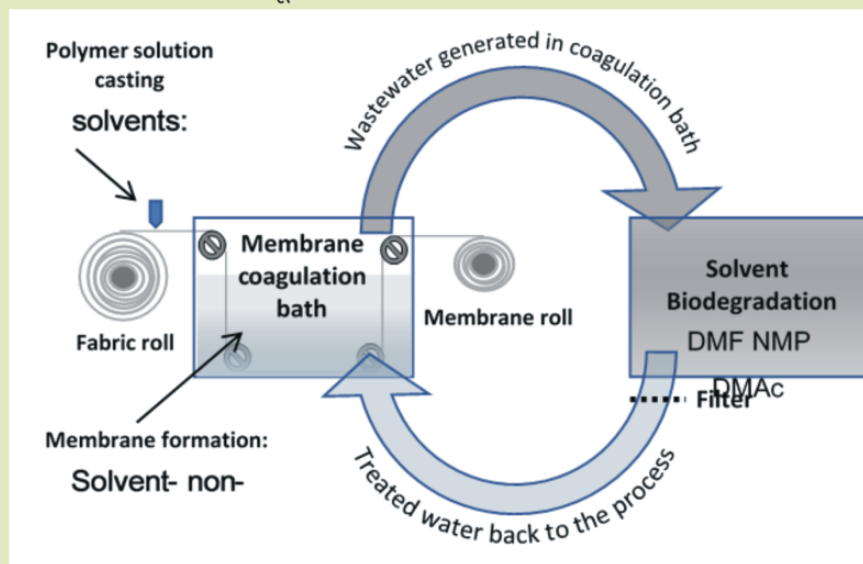
(PAHs) (सभी 16 यौगिक जो संदूषक माने जाते हैं), परक्लोरीनीकृत बाइफिनाइल्स (PCBs) (8 विभिन्न प्रकार के PCBs), परब्रोमीनीकृत बाइफिनाइल्स ( $\Sigma$ PBB), परक्लोरीनीकृत नेफथलीन ( $\Sigma$ PCN), हेक्साब्रोमो साइक्लोडोडेकन ( $\Sigma$ HBCDD), तथा परब्रोमीनीकृत डाइफिनाइल ईथर ( $\Sigma$ PBDE)। जल एवं मृदा नमूनों में इन प्रदूषकों का मूल्यांकन अत्यंत आवश्यक है, क्योंकि ये जैविक रूप से विघटित नहीं होते, दूर-दराज क्षेत्रों तक पहुँच सकते हैं, और दीर्घकाल तक पर्यावरण में विद्यमान रहते हैं।

following pollutants: polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) (all 16 derivatives considered as contaminants), perchlorinated biphenyls (PCBs) (8 different PCBs), perbrominated biphenyls ( $\Sigma$ PBB), perchlorinated naphthalenes ( $\Sigma$ PCN), hexa-bromo-cyclododecane ( $\Sigma$ HBCDD), and perbrominated diphenyl ethers ( $\Sigma$ PBDE). The estimation of these pollutants in water and soil samples is critical, as they are non-biodegradable, can travel long distances, and persist in the environment for extended periods.

### जल में हानिकारक एप्रोटिक ध्रुवीय विलायकों का सरल जैवअपघटन Facile biodegradation of hazardous aprotic polar solvents in water

N, N-डाइमिथाइलफॉर्माइड (DMF), डाइमिथाइलएसीटामाइड (DMAc), और N-मेथाइल-2-पायरोलिडोन (NMP) हानिकारक विलायक हैं, जो विभिन्न उद्योगों में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं। ये सभी विलायक पानी के साथ अत्यधिक मिश्रणशील होते हैं, जिससे दूषित अपशिष्ट जल के माध्यम से पर्यावरण प्रदूषण लगभग

N,N-Dimethylformamide (DMF), dimethylacetamide (DMAc), and N-methyl-2-pyrrolidone (NMP) are hazardous solvents extensively used in various industries. These solvents are highly miscible with water, making environmental pollution through contaminated



**चित्र:** बैसिलस सेरीअस APS1 के उपयोग द्वारा अपशिष्ट जल से खतरनाक विलायकों (DMF, DMAc, और NMP) के जैव-अपघटन की योजनाबद्ध प्रस्तुति।

**Figure:** Schematic representation of the application of *Bacillus cereus* APS1 in the biodegradation of hazardous solvents (DMF, DMAc, and NMP) from wastewater.



अनिवार्य हो जाता है। ऐसे अपशिष्ट जल के प्रशोधन के लिए जैव-अपघटन एक सुविधाजनक और किफायती तरीका है। हालांकि, इन विलायकों के प्रति जीवाणु स्ट्रेन की संवेदनशीलता उनके व्यावहारिक उपयोग को अक्सर सीमित कर देती है। DMF-समृद्ध स्रोत से रणनीतिक रूप से अलग किया गया बैसिलस सेरीयस APS1 नामक जीवाणु स्ट्रेन, DMF और DMAc तथा NMP जैसे समान एमाइड विलायकों के प्रति उत्कृष्ट सहनशीलता प्रदर्शित करता है। यह स्ट्रेन DMF को एकमात्र कार्बन और नाइट्रोजन स्रोत के रूप में उपयोग करके वृद्धि करने में सक्षम है, तथा 30,000 मि.ग्रा./ली. या उससे अधिक सांद्रता पर इसका सफलतापूर्वक खनिजमुक्तिकरण कर सकती है। साथ ही, यह स्ट्रेन DMAc और NMP को भी कार्बन और नाइट्रोजन के स्रोत के रूप में प्रभावी ढंग से उपयोग करती है, तथा 10,000 मि.ग्रा./ली. की सांद्रता पर इनका खनिजमुक्तिकरण प्राप्त करती है। इन विलायकों को उच्च सांद्रता पर खनिजमुक्तिकरण करने के लिए आवश्यक समय काफी कम है। जैवअपघटन प्रक्रिया से प्राप्त उपचारित अपशिष्ट जल उच्च गुणवत्ता का होता है, और प्रयोगशाला परीक्षण स्थितियों में पुनः प्राप्त जल का सफलतापूर्वक झिल्ली निर्माण प्रक्रिया में पुनः उपयोग किया गया।

effluents almost unavoidable. Biodegradation is a convenient and cost-effective method for treating such wastewater. However, the sensitivity of bacterial strains to these solvents often limits their practical applications. A bacterial strain, *Bacillus cereus* APS1, strategically isolated from a DMF-rich source, has demonstrated excellent tolerance to DMF and similar amide solvents such as DMAc and NMP. This strain is capable of growing in DMF as the sole source of carbon and nitrogen, successfully demineralizing it at concentrations of 30,000 mg/L and above. Additionally, the strain efficiently utilizes DMAc and NMP as sources of carbon and nitrogen, achieving demineralization at concentrations of 10,000 mg/L. The time required to demineralize these solvents at high concentrations is significantly low. The treated effluent resulting from the biodegradation process is of high quality, and under laboratory test conditions, the reclaimed water was successfully reused in the membrane preparation process.

## वायु पृथक्करण के लिए उच्च ऑक्सीजन पारगम्य जिओलाइट-4A

### पॉली(डाइमेथाइलसिलोक्सेन) झिल्ली

#### High oxygen permeable Zeolite-4A poly(dimethylsiloxane) membrane for air separation

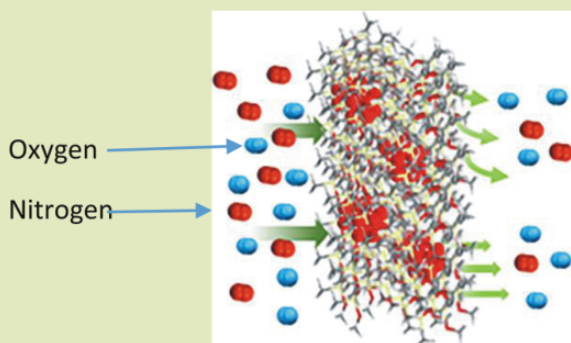
जिओलाइट 4A-PDMS संमिश्र झिल्लियों का निर्माण PDMS झिल्ली की बहुलकीकरण प्रक्रिया के दौरान ज़ेओलाइट 4A नैनोस्केल क्रिस्टलों को सम्मिलित करके किया गया, जिसमें टोलूइन और n-हेप्टेन विलायकों का उपयोग किया गया। इसके बाद उनमें ऑक्सीजन गैस की पारगम्यता और चयनात्मकता का अध्ययन किया गया। यह पाया गया कि झिल्लियों में ज़ेओलाइट 4A की मात्रा बढ़ने पर पॉलिमर श्रृंखलाओं के मध्यखंडीय अंतर, साथ ही पॉलिमर श्रृंखलाओं का समूहन या क्लस्टरिंग, दोनों में वृद्धि हुई। 1 wt% ज़ेओलाइट 4A लोडिंग पर, दोनों प्रकार की झिल्लियों (टोलूइन और n-हेप्टेन आधारित) में O<sub>2</sub> पारगम्यता तथा

Zeolite 4A-PDMS composite membranes were prepared by incorporating Zeolite 4A nanoscale crystals during the polymerization process of the PDMS membrane, using toluene and n-heptane solvents. Their oxygen gas permeability and selectivity were then explored. It was observed that the intersegmental distance between polymer chains, as well as polymer chain aggregation or clustering, increased with higher Zeolite 4A content in the membranes. An increase in O<sub>2</sub> permeability and O<sub>2</sub>/N<sub>2</sub> selectivity was observed for both types of membranes (toluene and n-





$O_2/N_2$  चयनात्मकता में वृद्धि देखी गई। PDMS/ टोलूइन झिल्ली ने 1 wt% ज़ेओलाइट 4A लोडिंग के साथ 2.6 की  $O_2/N_2$  चयनिकता और 1052 बैरर की  $O_2$  पारगम्यता के साथ सबसे अच्छा प्रदर्शन किया। PDMS/ टोल्यूइन झिल्लियों में जब 10 wt% ज़ेओलाइट 4A मिलाया गया, तो  $O_2$  पारगम्यता बढ़कर 1245 बैरर हो गई, और  $O_2/N_2$  चयनता लगभग 1.7 रही, जो कि संतोषजनक मानी जा सकती है। इसके विपरीत, समान मात्रा में लोडिंग के साथ PDMS/ n-हेप्टेन झिल्ली ने उत्कृष्ट  $O_2$  पारगम्यता (6773 बैरर) दिखाई, लेकिन इसकी  $O_2/N_2$  चयनता अपेक्षाकृत कम ( $\sim 1.2$ ) रही।



heptane) with 1 wt% Zeolite 4A loading. The best performance, with an  $O_2/N_2$  selectivity of 2.6 and  $O_2$  permeability of 1052 Barrer, was exhibited by the PDMS/ toluene membrane loaded with 1 wt% Zeolite 4A. The PDMS/ toluene membranes with 10 wt% Zeolite 4A loading showed an increase in  $O_2$  permeability to 1245 Barrer, with a fair  $O_2/N_2$  selectivity of  $\sim 1.7$ . In contrast, the PDMS/n-heptane membrane with the same loading exhibited excellent  $O_2$  permeability of 6773 Barrer but a lower  $O_2/N_2$  selectivity of  $\sim 1.2$ .

**चित्र:** ज़ेओलाइट 4A-PDMS झिल्ली की उच्च ऑक्सीजन पारगम्यता का योजनाबद्ध प्रस्तुतीकरण।

**Figure:** A schematic representation of high oxygen permeability of Zeolite 4A-PDMS membrane.

J. Appl. Polym. Sci. 136 (2019) 48047

## झिल्लियों के माध्यम से पानी से कीटनाशकों का उन्मूलन

### Remediation of pesticides from water through Membranes

$Cu^{2+}$  के साथ क्रमिक अंतरापृष्ठीय बहुलकीकरण द्वारा तैयार की गई पतली-फिल्म पॉली(पिपराज़ीन-एमाइड) संमिश्र झिल्लियों से महत्वपूर्ण निष्कर्ष प्राप्त हुए। द्विसंयोजक और एकसंयोजक लवणों के प्रति चयनात्मकता अंतरापृष्ठीय बहुलकीकरण के दौरान प्रयुक्त अभिकर्मकों के क्रम पर निर्भर करती है। तांबा-संयोजित झिल्ली (Cu+PIP+TMC) हेक्साकोनाज़ोल को 91.5% तक पृथक् करने की उच्च क्षमता दर्शाती है, जबकि झिल्ली-II (PIP+Cu(II)+TMC) केवल 53.9% पृथक्करण दिखाती है। निस्संदेह की कार्यक्षमता जल आपूर्ति मैट्रिक्स की प्रकृति पर निर्भर करती है। प्रवाह दर में गिरावट का क्रम इस प्रकार है: फ़ील्ड पानी > नल का पानी > आयनमुक्त पानी। विभिन्न जल मैट्रिक्स में हेक्साकोनाज़ोल के पृथक्करण व्यवहार अध्ययन का किया गया, जिसमें ई. कोलाई और बैसिलस सबटिलिस के विरुद्ध

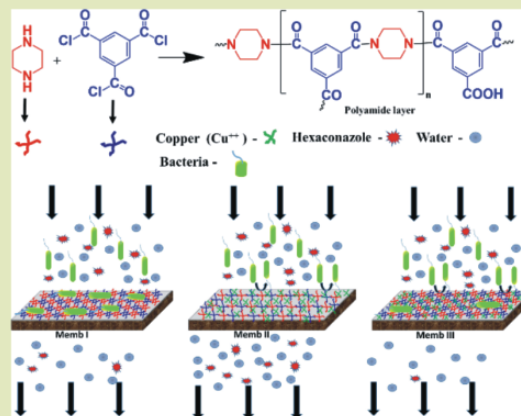
Thin-film Poly(piperazine-amide) composite membranes, prepared using sequential interfacial polymerization with  $Cu^{2+}$ , have yielded significant findings. The selectivity for bivalent versus monovalent salts depends on the sequence of reagents used during interfacial polymerization. The copper-incorporated membrane (Cu+PIP+TMC) exhibits higher hexaconazole separation (91.5%) compared to Memb-II (PIP+Cu(II)+TMC), which shows a separation of 53.9%. Filtration performance depends on the nature of the feed water matrix. The flux decline follows this order: field water > tap water > deionized water. The separation behavior of hexaconazole in different water matrices has been studied, showing antibacterial properties against *E. coli* and

जीवाणुरोधी गुण पाए गए। 1,3-फिनाइलीन डायमीन और 1,3,5-ट्राइमेसॉयल क्लोराइड के अंतरापृष्ठीय बहुलकीकरण द्वारा स्वदेशी रूप से तैयार की गई असममित पॉलीसल्फोन आधार पर लेपित पतली-फिल्म संमिश्र पॉलीएमाइड झिल्ली के माध्यम से जल से 43 कीटनाशकों को हटाने की दक्षता का मूल्यांकन किया गया।

*Bacillus subtilis*. The removal efficiency of 43 pesticides from water by a thin-film composite polyamide membrane, indigenously prepared through interfacial polymerization of 1,3-phenylene diamine and 1,3,5-trimesoyl chloride coated on an asymmetric polysulfone support, was evaluated.

**चित्र:** तांबा समायोजित झिल्लियों के माध्यम से हेक्साकोनाज़ोल का पृथक्करण और जीवाणुरोधी गुण।

**Figure:** Separation of hexaconazole and antibacterial feature through copper incorporated membranes.



Journal of Hazardous Materials – 379 (2019)102-111  
Applied water Science- 10 (2020) 244-251

## शून्य-अपशिष्ट क्षीण वॉश प्रबंधन तकनीक: पोटेश, कार्बनिक तत्व एवं शून्य तरल निष्कासन अनुपालन

### Zero-waste spent wash management technology: potash, organics & zero Liquid Discharge compliance

गन्ने के शीरे आधारित अल्कोहल आसवनियों से निकलने वाला अपशिष्ट जल (जिसे 'क्षीण वॉश' भी कहा जाता है) अत्यधिक प्रदूषक भार वाला होता है और एक गंभीर पर्यावरणीय संकट माना जाता है, जिसे भारत सरकार/केन्द्रीय प्रदूषण नियंत्रण बोर्ड (CPCB) द्वारा 'रेड' श्रेणी में वर्गीकृत किया गया है। संस्थान की बौद्धिक संपदा संरक्षित 'शून्य-अपशिष्ट क्षीण वॉश प्रबंधन तकनीक' इस अपशिष्ट जल का उपयोग एक संसाधन के रूप में करती है, जिससे दो मूल्यवर्धित उत्पाद — पोटेश उर्वरक तथा कम-पोटेशियम कार्बनिक पदार्थ (पोटाश-मुक्त विनास – एक पशु आहार बाइंडर) — प्राप्त किए जाते हैं, साथ ही आसवनी में जल की पुनर्प्राप्ति एवं पुनर्चक्रण भी सुनिश्चित किया जाता है। हमारे

The effluent from sugarcane molasses-based alcohol distilleries (also known as Spent Wash) has a very high pollutant load and is considered a serious environmental threat, designated as 'RED' category by CPCB/Gol. The Institute's IP-protected 'Zero-Waste Spent Wash Management Technology' utilizes this effluent as a resource for the recovery of potash fertilizer and low-potassium organics (de-potash vinasse – a cattle feed binder) as two value-added products, while recovering and recycling water within the distillery. Our technology partner, M/s Chem Process Systems Private Limited, has installed the first commercial plant at Aurangabad Distillery



प्रौद्योगिकी साझेदार, मेसर्स केम प्रोसेस सिस्टम्स प्राइवेट लिमिटेड ने औरंगाबाद डिस्टिलरी लिमिटेड, वालचंदनगर, महाराष्ट्र में पहला वाणिज्यिक संयंत्र स्थापित किया है। इस संयंत्र को 2019 में कमीशन किया गया था और यह प्रति वर्ष लगभग 4500 टन पोटैश उर्वरक उत्पादन करने की क्षमता रखता है। उत्पादों का मूल्यांकन और अनुमोदन शीर्ष एजेंसियों और प्रतिष्ठित पीएसयू द्वारा किया गया है। प्रौद्योगिकी के प्रमुख लाभों में स्वदेशी पोटैश उर्वरक (आयात प्रतिस्थापन), जल संसाधन संरक्षण, एथनोल उत्पादन में वृद्धि, उद्योग और किसानों के लिए अतिरिक्त राजस्व धाराएं, आदि शामिल हैं। प्राप्त उल्लेखनीय प्रशंसाओं में शामिल हैं: (i) भारत के माननीय प्रधानमंत्री का प्रशंसा संदेश, (ii) नवाचार हेतु सीएसआईआर प्रौद्योगिकी पुरस्कार – 2019 (जो भारत के माननीय राष्ट्रपति द्वारा प्रदान किया गया), तथा (iii) एनआरडीसी राष्ट्रीय नवाचार पुरस्कार – 2019, सहित अन्य। यह प्रौद्योगिकी राष्ट्रीय मिशनों जैसे 'मेक इन इंडिया,' 'स्वच्छ भारत,' 'नमामि गंगे,' और UNSDGs (2, 6, 8, 13, 14 और 15) के साथ अच्छी तरह से मेल खाती है।

Limited, Walchandnagar, Maharashtra. This plant was commissioned in 2019 and is rated to produce approximately 4500 tons of potash fertilizer per annum. The products have been evaluated and endorsed by apex agencies as well as reputed PSUs. The major benefits of the technology include indigenous potash fertilizer (import substitution), conservation of water resources, a boost to ethanol production, additional revenue streams for both industries and farmers, among others. Notable recognitions received include: (i) a message of appreciation from the Honourable Prime Minister of India, (ii) the CSIR Technology Award for Innovation – 2019 (presented by the Honourable President of India), and (iii) the NRDC National Innovation Award - 2019, among others. This technology is well-aligned with flagship National Missions such as 'Make in India,' 'Swachh Bharat,' 'Namami Gange,' and the UNSDGs (2, 6, 8, 13, 14, & 15).



**चित्र:** औरंगाबाद डिस्टिलरीज लिमिटेड, वालचंदनगर, महाराष्ट्र में संयंत्र का चित्र।

**Figure:** Photograph of the plant at Aurangabad Distilleries Ltd., Walchandnagar, Maharashtra.

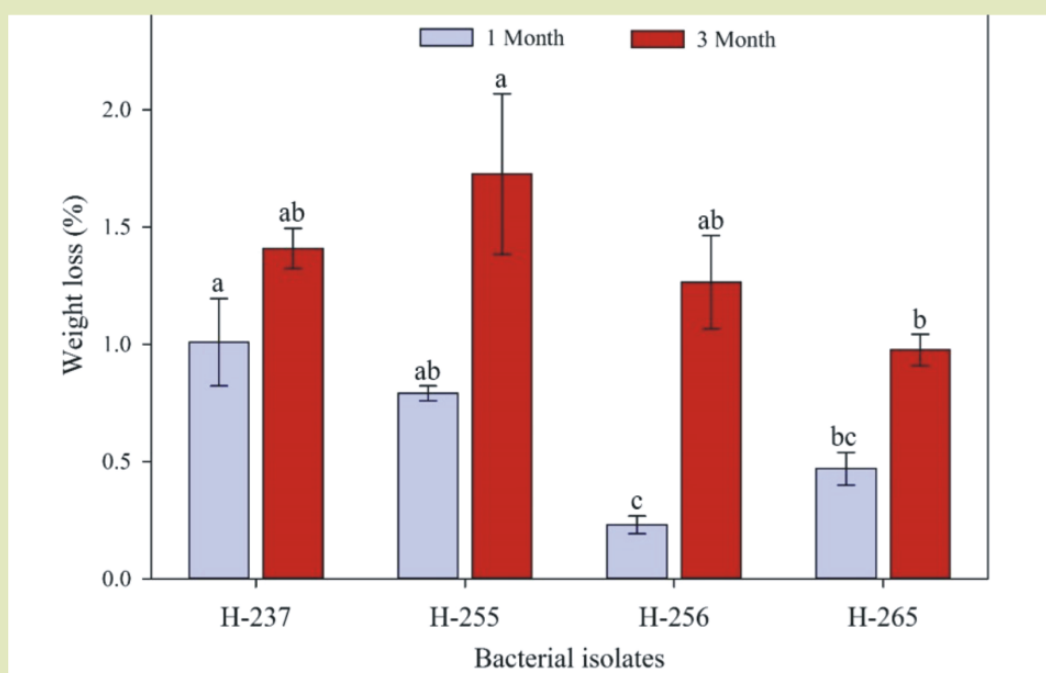




## समुद्री जीवाणुओं द्वारा प्लास्टिक कचरे का जैव अपघटन Biodegradation of plastics wastes by marine bacteria

निम्न-घनत्व पॉलीएथिलीन (LDPE) समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र में प्रदूषण का एक महत्वपूर्ण कारण है। समुद्री पारिस्थितिकी तंत्र से LDPE का जैव अपघटन करने में सक्षम चार जीवाणु प्रजातियों को अलग किया गया। इन जीवाणु प्रजातियों को H-237, H-255, H-256, और H-265 नाम दिया गया और 16S rRNA जीन अनुक्रमण के आधार पर कोबेटिया स्प., हैलोमोनस स्प., एक्विगुबैक्टीरियम स्प. तथा एल्केनिवोरैक्स स्प. के साथ उनकी निकट समानता पाई गई। इन जीवाणुओं को 90 दिनों तक बुशनैल-हास माध्यम में LDPE फिल्मों को एकमात्र कार्बन स्रोत के रूप में उपयोग करते हुए अलग-अलग इनक्यूबेट किया गया। जैव अपघटन परीक्षण के दौरान, जीवाणु प्रजातियों ने LDPE सतह पर जैविक फिल्म (बायोफिल्म) बनाई, जिससे फिल्म की तापीय स्थिरता में कमी आई। इनक्यूबेशन अवधि के अंत में, H-255

Low-density polyethylene (LDPE) is a significant source of pollution in marine environments. Four bacterial strains capable of biodegrading LDPE were isolated from the marine ecosystem. These bacterial isolates, designated as H-237, H-255, H-256, and H-265, were identified through 16S rRNA gene sequencing and showed close similarity to *Cobetia* sp., *Halomonas* sp., *Exiguobacterium* sp., and *Alcanivorax* sp., respectively. The isolates were individually incubated for 90 days with LDPE films as the sole carbon source in Bushnell-Haas medium. During the biodegradation assay, the bacterial isolates formed viable biofilms on the LDPE surface, which reduced the thermal stability of the film. At the end of the incubation period, the



**चित्र:** चार समुद्री जीवाणु प्रजातियों द्वारा उपचारित LDPE फिल्म के भार ह्रास का प्रतिशत। त्रुटि रेखाएं मानक त्रुटि (n=3) को दर्शाती हैं। भिन्न अक्षर नमूना दिनों के बीच महत्वपूर्ण अंतर ( $p < 0.05$ ) को इंगित करते हैं।

**Figure:** Percentage weight loss of LDPE film after treatment with four marine bacterial strains. Error bars represent the standard error (n=3). Different letters indicate significant differences between sampling days ( $p < 0.05$ ).



जीवाणु प्रजाति द्वारा LDPE फिल्म का अधिकतम भार ह्रास 1.72% पाया गया। LDPE फिल्म से जीवाणुओं के जुड़ाव के कारण सतही अपरदन, खुरदुरापन में वृद्धि तथा विघटन जैसे भौतिक परिवर्तन हुए, जिन्हें फील्ड एमिशन स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (FE-SEM) एवं एटॉमिक फोर्स माइक्रोस्कोपी (AFM) के माध्यम से प्रमाणित किया गया। LDPE फिल्म की रासायनिक संरचना में बदलाव का विश्लेषण एटेनुएटेड टोटल रिफ्लेक्शन फुरियर-ट्रांसफॉर्म इंफ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपी (ATR-FTIR) का उपयोग करके किया गया। ATR-FTIR विश्लेषण में यह पाया गया कि नियंत्रण LDPE फिल्म की तुलना में C-H स्ट्रेचिंग और C=C बॉन्ड स्ट्रेचिंग से संबंधित शिखरों में विस्थापन हुआ, साथ ही नए शिखरों का निर्माण भी हुआ जो C-O तथा -C=C- बंधों की उपस्थिति को दर्शाते हैं। LDPE के जैवअपघटन के अतिरिक्त प्रमाण कार्बन पुनःखनिजीकरण तथा एंजाइम सक्रियता परीक्षणों के माध्यम से प्राप्त हुए। यह अध्ययन दर्शाता है कि समुद्री जीवाणुओं द्वारा LDPE फिल्मों का सक्रिय जैवअपघटन होता है, और यह संकेत देता है कि ये जीवाणु समुद्री पर्यावरण में प्लास्टिक प्रदूषण को कम करने में संभावित रूप से उपयोगी हो सकते हैं।

maximum weight loss of the LDPE film, 1.72%, was observed with the bacterial isolate H-255. Bacterial attachment to the LDPE film caused physical changes, including surface erosion, increased roughness, and degradation, which were confirmed through field emission scanning electron microscopy (FE-SEM) and atomic force microscopy (AFM). Chemical changes in the LDPE film were analyzed using attenuated total reflection Fourier-transform infrared spectroscopy (ATR-FTIR). The ATR-FTIR analysis revealed shifts in the peaks corresponding to C-H stretching and C=C bond stretching, as well as the formation of new peaks indicating C-O and -C=C- bonds compared to the control LDPE film. Further evidence of LDPE biodegradation was provided by carbon remineralization and enzymatic activity assays. This study demonstrates the active biodegradation of LDPE films by marine bacteria and suggests that these bacteria have potential applications in reducing plastic pollution in marine environments.

## L5-TM और L7-ETM+ चित्रों का उपयोग करके मन्नार की खाड़ी जैवमंडल संरक्षित क्षेत्र के क्रुसडाई द्वीप की तटीय विशेषताओं में परिवर्तन का पता लगाना

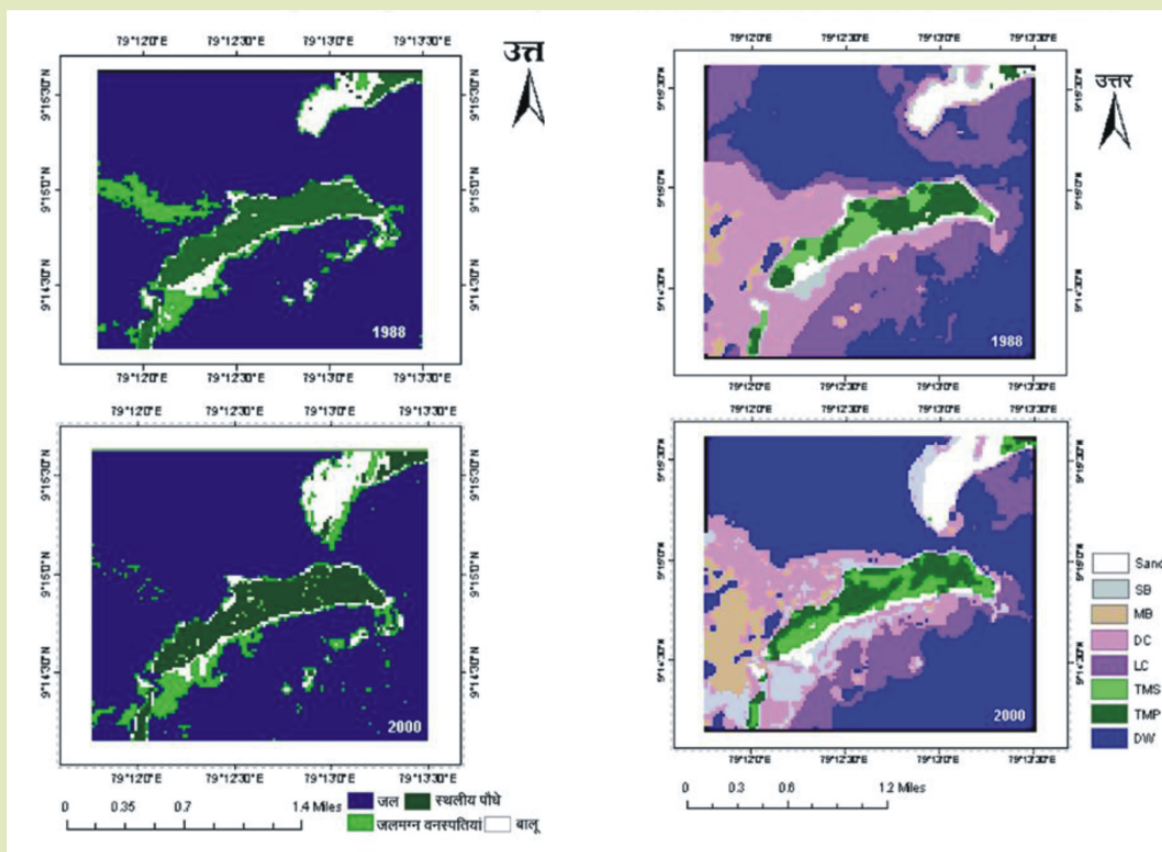
### Change detection in coastal feature of the Krusadai Island, Gulf of Mannar biosphere reserve using L5-TM and L7-ETM+ images

रिमोट सेंसिंग एक तकनीक है जो किसी वस्तु का अध्ययन बिना भौतिक संपर्क के करने में सक्षम बनाती है। रिमोट सेंसिंग तकनीकों और उपग्रह छवियों का उपयोग विभिन्न समुद्री पर्यावरण जैसे प्रवाल भित्ति, सूक्ष्म शैवाल प्रस्फुटन, और मैंग्रोव वनों को मानचित्रित करने के लिए किया जाता है, ताकि जलवायु परिवर्तन और इसके पारिस्थितिक प्रभावों का विश्लेषण किया जा सके। वर्तमान अध्ययन में मन्नार की खाड़ी जैवमंडल संरक्षित क्षेत्र के अंतर्गत स्थित क्रुसदाई द्वीप की तटीय रेखा एवं तटीय वनस्पति में हुए परिवर्तनों का मानचित्रण L5-TM तथा L7-ETM+ सेंसरों द्वारा प्राप्त डिजिटल छवियों की सहायता से किया गया। 1988 और

Remote sensing is a technique that enables the study of objects without physical contact. Remote sensing techniques and satellite images are widely used to map various marine environments, such as coral reefs, microalgal blooms, and mangrove forests, to analyze climate change and its ecological impacts. In the present study, changes in the coastline and coastal vegetation of Krusadai Island, located within the Gulf of Mannar Biosphere Reserve, were mapped using digital images captured by L5-TM and L7-ETM+ sensors. The changes that occurred between 1988 and 2000 were

2000 के बीच हुए परिवर्तनों का पता लगाया और मापा गया।  
विश्लेषण की सटीकता उल्लेखनीय पाई गई।

detected and measured. The accuracy of the  
analysis was found to be remarkable.



**चित्र:** 1988 और 2000 के बीच परिवर्तन विश्लेषण: A) कुल रेतीले क्षेत्र, तटीय पौधों एवं जलमग्न वनस्पति में परिवर्तन का विश्लेषण। B) रेतीले क्षेत्र, जलमग्न वनस्पति, कीचड़ तट, मृत प्रवाल, जीवित प्रवाल, मैंग्रोव झाड़ियाँ एवं मैंग्रोव वृक्षों में परिवर्तन का विश्लेषण।

**Figure:** Change detection between 1988 and 2000. A) Change detection in total sandy area, coastal Plant and submerged vegetation. B) Change detection in sandy area, submerged vegetation, Mud Bank, Dead Coral, Live Coral, Mangrove shrubs and Mangrove plants.

भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका 27 (2019) 79-90

## गन्ने की खेती के लिए वैकल्पिक कृषि पद्धति में ग्रेसिलेरिया आधारित समुद्री शैवाल जैव उत्तेजक के उपयोग से प्राप्त पर्यावरणीय लाभ

### Environmental benefits of using Gracilaria based seaweed biostimulant in an alternative agricultural practice for sugarcane cultivation

अनुशासित मात्रा में उर्वरकों के साथ ग्रेसिलेरिया आधारित जैव उत्तेजक (GSWE) को गन्ने की खेती में शामिल करने से पौधा एवं पेड़ी फसलों दोनों में उपज में 8% की वृद्धि प्राप्त हुई।

The inclusion of Gracilaria-based biostimulant (GSWE) in sugarcane cultivation, along with the recommended rate of fertilizers, increased the yield by 8% in both plant and ratoon crops. This





यह उपज वृद्धि मुख्य रूप से गन्ने की लंबाई, गन्ने के भार तथा पेराई योग्य गन्नों की संख्या में वृद्धि के कारण हुई। फलस्वरूप, लाभ-लागत अनुपात में सुधार हुआ, जो 5% GSWE के प्रयोग से बढ़कर 2.17 हो गया। इसके अतिरिक्त, सभी परीक्षण सांद्रताओं पर मापी गई 18 प्रभाव श्रेणियों में से 9 में अनुकूल पर्यावरणीय लाभ प्राप्त हुए। जलवायु परिवर्तन प्रभाव श्रेणी में कुल लाभ 274 किलोग्राम CO<sub>2</sub> समतुल्य प्रति हेक्टेयर प्रति 2 वर्ष था, अथवा 5% GSWE के प्रयोग पर यह लाभ प्रति टन गन्ना उत्पादन के लिए 2.17 किलोग्राम CO<sub>2</sub> समतुल्य था। मानव विषाक्तता, ओजोन क्षरण तथा स्थलीय पारिस्थितिक विषाक्तता प्रभाव श्रेणियों में भी कम से कम 8% की कमी देखी गई।

yield enhancement was primarily due to increases in cane length, cane weight, and the number of millable canes. As a result, the benefit-to-cost ratio improved, rising to 2.17 with 5% GSWE. Furthermore, this also led to favorable environmental benefits in 9 out of 18 impact categories measured at all tested concentrations. The absolute gain in the climate change impact category was 274 kg CO<sub>2</sub> equivalents ha<sup>-1</sup> 2y<sup>-1</sup>, or 2.17 kg CO<sub>2</sub> equivalents per tonne of cane production when 5% GSWE was applied. A reduction of at least 8% was also observed in the human toxicity, ozone depletion, and terrestrial ecotoxicity impact categories.





## विषयवस्तु: सामाजिक सेवा

## THEME : SOCIAL SERVICE

### विषयगत प्रमुख क्षमताएं

सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई समाज कल्याण के प्रति अपनी प्रतिबद्धता को विज्ञान आधारित पहलों के माध्यम से निरंतर बनाए रखे है। संस्थान ने अपने उन्नत वैज्ञानिक उपकरण सुविधाओं, जो कि आणविक स्पेक्ट्रोस्कोपी, पृथक्करण तकनीकों और सतह विश्लेषण जैसी अत्याधुनिक तकनीकों से लैस हैं, को अकादमिक संस्थानों, उद्योगों और अनुसंधान एवं विकास संगठनों के लिए सशुल्क उपलब्ध कराया है, जिसमें शैक्षणिक संस्थानों के लिए विशिष्ट छूट प्रदान की जाती है। यह वैज्ञानिक ज्ञान के प्रसार और देश के शैक्षणिक और अनुसंधान पारिस्थितिकी तंत्र को सुदृढ़ करने में सहायक है। सामुदायिक जागरूकता और कौशल विकास कार्यक्रमों के माध्यम से, सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई सूक्ष्म शैवाल (माइक्रोएल्गी) के बड़े पैमाने पर उत्पादन, नमक उत्पादन की गुणवत्ता और मात्रा में सुधार और नमक श्रमिकों (अघरिया) के लिए कार्य वातावरण को अधिक सुरक्षित और कुशल बनाने जैसे क्षेत्रों में सामाजिक-आर्थिक स्थिति को बेहतर बनाने पर ध्यान केंद्रित करता है। जलवायु परिवर्तन, ऊर्जा संकट और प्राकृतिक संसाधनों की कमी जैसी वैश्विक चुनौतियों का समाधान करने के लिए, संस्थान स्थायी वैकल्पिक समाधान और नीतिगत सुझाव प्रदान करता है। सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई प्राकृतिक आपदाओं जैसे बाढ़, चक्रवात और सूखे के दौरान सुरक्षित पेयजल प्रदान करने के लिए मोबाइल जल शुद्धिकरण इकाइयों की तैनाती कर आपदा प्रतिक्रिया में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसके अलावा, यह शैक्षणिक और वैज्ञानिक जागरूकता को बढ़ावा देता है और "जिज्ञासा" कार्यक्रम और ओपन-डे जैसी पहलों के माध्यम से युवाओं में वैज्ञानिक रुचि और जिज्ञासा को प्रोत्साहित करता है। इस संक्षिप्त आत्मनिरीक्षण के साथ, हम गर्व के साथ वर्ष 2019-20 के दौरान समाज के प्रति हमारे विनम्र योगदान को प्रस्तुत कर रहे हैं।

### Thematic core competence

CSIR-CSMCRI upholds its commitment to societal well-being through impactful science-driven initiatives. The institute provides access to its advanced scientific instrumentation facilities, equipped with cutting-edge technologies for molecular spectroscopy, separation techniques, and surface characterization, to academia, industries, and R&D organizations on a fee basis, with significant discounts for educational institutions. This enables the dissemination of scientific knowledge and supports the nation's academic and research ecosystem. Through dedicated outreach and skill development programs, CSIR-CSMCRI focuses on enhancing socioeconomic conditions by promoting the mass cultivation of microalgae for value-added products, improving salt production standards, and creating safer and more efficient work environments for salt workers (Agharias). To address global challenges like climate change, energy crises, and resource depletion, the institute provides sustainable alternative solutions and policy inputs. CSIR-CSMCRI also





plays a critical role in disaster response by deploying mobile water purification units to deliver safe drinking water during natural calamities such as floods, cyclones, and droughts. Furthermore, it prioritizes education and awareness, nurturing scientific temper among young minds through initiatives like open-day programs and the “Jigyasa” program, designed to inspire curiosity and interest in science. With this brief introspection, we are proudly outlining some of our humble contributions toward society during 2019-20.

### केंद्रीकृत परिष्कृत उपकरण सुविधा (सीआईएफ)

#### Centralized sophisticated instrument facility (CIF)

केन्द्रीय नमक एवं समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, भावनगर में स्थित विश्लेषणात्मक और पर्यावरण विज्ञान प्रभाग और केंद्रीयकृत उपकरण सुविधा (ईएसडी सीआईएफ) उन्नत विश्लेषणात्मक सेवाओं के लिए एक अत्याधुनिक केंद्र के रूप में कार्य करता है। यह सुविधा कुशल और अनुभवी विशेषज्ञों की एक टीम द्वारा संचालित है, जो शैक्षणिक संस्थानों, विश्वविद्यालयों, सरकारी अनुसंधान एवं विकास प्रयोगशालाओं और उद्योगों को सैंपल परीक्षण, विधि विकास और विशेषज्ञ परामर्श जैसी सेवाएं शुल्क के आधार पर प्रदान करती है। आधुनिक विश्लेषणात्मक उपकरणों के व्यापक सेट से सुसज्जित, ईएसडी & सीआईएफ स्पेक्ट्रल मापन, संरचनात्मक निर्धारण और रासायनिक विश्लेषण में विशेषज्ञता रखता है। इस सुविधा की क्षमताओं और सेवाओं का विस्तृत विवरण संस्थान की आधिकारिक वेबसाइट पर उपलब्ध है। नीचे दी गई तालिका इस वर्ष केंद्रीयकृत परिष्कृत उपकरण सुविधा द्वारा किए गए सैंपल विश्लेषण के प्रकारों को दर्शाती है।

The Analytical & Environmental Science Division and Centralized Instrument Facility (AESD & CIF) at the Central Salt & Marine Chemicals Research Institute (CSMCRI), Bhavnagar, serves as a cutting-edge hub for advanced analytical services. Operated by a skilled team of experts, this facility supports educational institutions, universities, government R&D labs, and industries by offering sample analysis, method development, and expert consultation on a fee-for-service basis. Featuring a comprehensive suite of modern analytical equipment, AESD & CIF specializes in spectral studies, structural determination, and chemical analysis. For a detailed overview of the facility's capabilities and services, please visit the institute's official website. The table below highlights the types of sample analyses performed at the Centralized Sophisticated Instrument Facility during this year.

#### अप्रैल 2019 - मार्च 2020 के दौरान विश्लेषित नमूनों का विवरण

#### Details of the samples analysed during April 2019 – March 2020

विश्लेषण Analysis	उपकरण Instruments	विश्लेषण किए गये नमूनों की संख्या No. of samples analyzed	कुल योग Total
NMR Analysis	FT-NMR (Bruker, 500 MHz)	$^1\text{H}$ -3983; $^{13}\text{C}$ -1943; $^{31}\text{P}$ -137; $^{51}\text{V}$ -8; $^7\text{Li}$ -23; 2D- 57; DEPT-36 <b>External:</b> $^1\text{H}$ -32; $^{13}\text{C}$ -8; $^{31}\text{P}$ -1	6228



	FT-NMR (JEOL ECZ600R, 600 MHz)	$^1\text{H}$ -850; $^{13}\text{C}$ -468; $^{31}\text{P}$ - 14; $^{51}\text{V}$ -4; $^{19}\text{F}$ -19; 2D- 37; DEPT-11 <b>Solid State:</b> $^1\text{H}$ -26; $^{13}\text{C}$ -224; $^{31}\text{P}$ -17; $^{29}\text{Si}$ - 19; $^{15}\text{N}$ - 6; 2D-1 <b>External:</b> $^1\text{H}$ -116, $^{13}\text{C}$ -19; 2D- 3; $^{13}\text{C}$ -solid-5; $^{27}\text{Al}$ -5; $^{31}\text{P}$ - 3	1847
	FT-NMR (Bruker 200MHz)	$^1\text{H}$ -1333; $^{13}\text{C}$ -610; $^{31}\text{P}$ - 5; 2D- 3; DEPT-10	1961
EPR Spectrometer	Magnet-TECS MS-5000	---	376
Infrared Spectra	FT-IR spectrometer (Perkin Elmer)	---	1802
IR Imaging and ATR	FT-IR, Carry 680 & Microscope Carry 620 (Agilent Technology)	Imaging-o, ATR-347 Solid/Liquid-o	37
Raman Spectrometer	LabRam HR Evolution HORIBA	Not working	---
XRD (single crystal)	Bruker Smart Apex CCD	114 (solved 106)	114
XRD (powder)	Philips X'pert MPD System Empyrean	---	1142
TEM Analysis	JEOL, Model JEM 2100	---	506
FE-SEM analysis	JSM-7100F	---	1485
AFM	NT-MDT, Model: Ntegra Aura	---	469
Thermal Analyser (TGA, DSC, DMA)	NETZSCH	TGA-548, DMA & DSC-407	1050
	Mettler Toledo	95	
CHNS/O Analysis	Elementar, Vario Micro Cube	---	556
Inductive Coupled	Perkin Elmer,	773 (extra elements - 509)	773



Plasma (ICP)-OES	Optima 2000		
Inductive Coupled Plasma (ICP)-MS	ICAP RQ	---	4281
Ion Chromatography	Thermo Fisher (ICS-5000+ DC-Dionex)	---	554
Surface area Analysis	3Flex Surface Analyzer	---	329
Particle size distribution	Mastersizer Particlesize Analyser	---	105
LC-MS (Q-TOFF)	LC (Waters), MS (Micromass)	---	2397
MALDI-TOF/TOF	ABSCIEX, Model:4800plus	---	158
Luminescence spectra	Horiba Jobin (Fluoro-log)	---	6317
	Edinburgh Inst. ( $\mu$ F 920H).	---	1022
UV-VIS-NIR	Varian Cary 500	---	4554
	Shimadzu, UV-3600	---	764
	Advanced Photonics (Portable UV)	---	82
Isothermal Titration Calorimetry	Microcal iTC 200	---	00
Circular Dichroism (CD) Polarimeter	Jasco, Model J-815	---	75
HPLC	Shimadzu	---	1414
	Waters	---	982





GC	Thermo, model Trace GC-Ultra	Not working	---
GC-MS	Shimadzu, Model 2010, MS QP2010	---	1214
	TQ 8040	---	1978
TOC	Elementar, Model Liquid TOC	---	374
TCSPC (Time Correlated Single Photon Counting)	Edinburgh Instruments, Model: OB920	---	59
Rheometer	Anton Paar, Mod. Physica-MCR-301	---	50
Rancimat	Biodiesel Rancimat Matrohm	---	5

### छात्र संपर्क कार्यक्रम: जिज्ञासा

#### Student outreach program: JIGYASA

गुजरात में एकमात्र सी.एस.आर.आई. संस्थान के रूप में, सी.एस.एम.सी.आर.आई. ने "जिज्ञासा" कार्यक्रम के माध्यम से स्कूल स्तर पर युवा मनो में वैज्ञानिक दृष्टिकोण विकसित करने के लिए वैज्ञानिक समुदाय की जिम्मेदारी को पूरा करने में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। इस छात्र-वैज्ञानिक संवाद पहल के तहत, सी.एस.आर.आई.-सी.एस.एम.सी.आर.आई. ने वित्तीय वर्ष 2019-20 के दौरान कई कार्यक्रमों का आयोजन किया। इन कार्यक्रमों का उद्देश्य छात्रों को अनुसंधान और प्रयोगशाला आधारित गतिविधियों के माध्यम से व्यावहारिक अनुभव प्रदान करना था। गुजरात के विभिन्न हिस्सों से हजारों छात्र और सैकड़ों शिक्षक संस्थान के दौरे पर आए, साथ ही समुद्री शैवाल अनुसंधान केंद्र, मंडापम क्षेत्रीय केंद्र का भी दौरा किया। 20 फरवरी 2020 को, सी.एस.एम.सी.आर.आई. द्वारा "जिज्ञासा" कार्यक्रम का आयोजन समुद्री शैवाल अनुसंधान केंद्र, मंडापम कैम्प में किया गया। संस्थान में, छात्रों को समुद्री अनुसंधान, नमक उत्पादन प्रक्रियाओं, और तटीय पारिस्थितिकी तंत्र अध्ययन

As the sole CSIR institute in Gujarat, CSMCRI has significantly contributed to fulfilling the scientific community's responsibility to foster scientific temper among young minds at the school level through the "Jigyasa" Program. As part of the implementation of this Student-Scientist Interaction initiative, several programs were conducted by CSIR-CSMCRI during the fiscal year 2019-20. These programs aimed to engage school students by providing them with a hands-on experience in research and laboratory-based activities. Thousands of students and hundreds of teachers from various parts of Gujarat visited the institute, as well as the MARS Mandapam field station. On 20th February 2020, the "Jigyasa" Program was organized by CSMCRI at the Marine Algal Research Station, Mandapam Camp. At Institute, students were exposed to marine research, salt production processes, and coastal ecosystem studies, engaging in field-



के बारे में जानकारी दी गई, जिसमें उन्होंने प्रयोगशाला के बाहर प्रयोगों में भाग लिया और वास्तविक अनुसंधान सेटिंग्स में उपयोग किए जाने वाले वैज्ञानिक उपकरणों को देखा। इन दौरों के दौरान, छात्रों और शिक्षकों ने संस्थान के विभिन्न विभागों के वैज्ञानिकों और तकनीकी कर्मचारियों से बातचीत की। कर्मचारियों ने कार्यक्रम में सक्रिय रूप से भाग लिया और वैज्ञानिक गतिविधियों/परियोजनाओं की बुनियादी बातों और उनके वास्तविक जीवन में रोमांचक उपयोगों को प्रदर्शन और हस्तगत प्रयोगों के माध्यम से प्रदर्शित किया। छात्र अत्यधिक उन्नत उपकरणों को देखकर मंत्रमुग्ध हो गए और प्रयोग करने तथा सवाल पूछने के लिए उत्साह से स्वयंसेवक बने। कार्यक्रम का सारांश नीचे दी गई तालिका में प्रस्तुत किया गया है।

based experiments and observing scientific equipment used in real-world research settings. During these visits, students and teachers interacted with scientists and technical staff from various disciplines of the institute. The staff actively participated in the program, demonstrating the basics of scientific activities/projects and their fascinating real-life applications through demonstrations and hands-on experiments. Students were captivated by the highly sophisticated instruments, enthusiastically volunteering to conduct experiments and ask questions. The summary of the program is provided in the table below.

Date	Program Name	No. of days	No. of KV Schools	No. of students	No. of teachers
09.07.2019	Jigyasa: Student-Scientist Interaction Program 1st visit	01	Ahmedabad Cluster	75	12
19.07.2019	Jigyasa: Student-Scientist Interaction Program 2 <sup>nd</sup> visit Gandhinagar group	01	Gandhinagar Cluster	75	12
31.07.2019	Jigyasa: Student-Scientist Interaction Program 3 <sup>rd</sup> visit	01	<u>Dantiwada,</u> <u>Mehsana,</u> <u>Gandhidham,</u> Bhuj group	75	10
06.08.2019	Jigyasa: Student-Scientist Interaction Program 4 <sup>th</sup> visit	01	Naliya, Porbandar, Rajkot, Junagarh, Diu, Dharangadhra and Bhavnagar	75	12
21.08.2019	Jigyasa: Student-Scientist Interaction Program 5 <sup>th</sup> visit	01	Jamnagar and Jetpur group	75	10
04.09.2019	Jigyasa: Student-Scientist Interaction Program 6 <sup>th</sup> visit	01	Darjipura, Cambay, VV Nagar, Godhra and Dahod group	75	10
13.09.2019	Jigyasa: Student-Scientist Interaction Program 7 <sup>th</sup> visit	01	Surat (03 schools), Ankleshwar and Silvassa group	75	11
26.09.2019	Visit of schools and colleges students to CSMCRI on the occasion of open day organized as part of CSIR Foundation day function	01	43 schools and colleges	1258	90
20.02.2020	Visit of class 8 & 9 students at MARS Mandapam field station	01	Kendriya Vidyalaya, Mandapam (Morning Session)	50	---
			Govt. Girls Higher Secondary School, Mandapam (Afternoon Session)	50	





**चित्र:** सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई, भावनगर परिसर तथा मण्डपम फील्ड स्टेशन में आयोजित जिज्ञासा कार्यक्रमों की कुछ झलकियाँ

**Figure:** Some glimpses of JIGYASA programs conducted at CSIR-CSMCRI, Bhavnagar campus as well as Mandapam field station.

## मृदा परीक्षण प्रयोगशाला का उद्घाटन Inauguration of soil testing laboratory

सी.एस.एम.सी.आर.आई. लगातार भारत में नमक उद्योग के विकास और तकनीकी प्रगति के लिए कार्य कर रहा है, जिसका मुख्य उद्देश्य नमक निर्माताओं द्वारा उत्पादित नमक की गुणवत्ता और उत्पादन क्षमता में सुधार करना है। इस नई मृदा परीक्षण प्रयोगशाला में उन्नत स्वचालित और हस्त-चलित उपकरणों का उपयोग करके विभिन्न भारतीय मानक मृदा परीक्षण किए जाएंगे। इन परीक्षणों में मृदा की भार वहन क्षमता, वर्गीकरण, पारगम्यता, कण आकार वितरण, सघनता,

CSMCRI is consistently working towards the development and technological advancement of the salt industry, focusing on improving the quality and yield of salt produced by manufacturers in India. In this new soil testing laboratory, various Indian Standard soil tests will be conducted using advanced automatic and manual equipment. These tests include assessments of soil's load-bearing capacity, classification, permeability, grain size





छिद्रता, आद्रता सामग्री, शुष्क घनत्व, विशिष्ट घनत्व, कृषि क्षेत्र रिसाव दर, सिकुड़न सीमा, प्लास्टिकता और तरलता, महीनता, और रासायनिक संरचना का आकलन शामिल है। इन सभी मृदा गुणों और नमूना परीक्षणों का नये नमक उद्यान विकसित करने तथा मौजूदा नमक उत्पादन इकाइयों की दक्षता और उत्पादन क्षमता बढ़ाने में अत्यंत महत्वपूर्ण योगदान होता है। यह प्रयोगशाला पर्यावरण प्रभाव आकलन (EIA) अध्ययन के लिए आवश्यक प्रमुख मृदा और जल विश्लेषण परीक्षणों की भी सुविधा प्रदान करती है। इन परीक्षणों में लवणता, प्रतिरोधकता, विद्युत चालकता, pH, कुल घुलित ठोस (TDS), जैव रासायनिक ऑक्सीजन मांग (BOD), रासायनिक ऑक्सीजन मांग (COD), मृदा का तापमान, और जल की खारापन जैसे मानक शामिल हैं। यह नई विकसित प्रयोगशाला और उन्नत उपकरण सुविधा नमक उद्योग के उत्थान में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगी, जिससे नमक निर्माताओं को नमक कार्यों के आधुनिकीकरण और मशीनीकरण में सहायता मिलेगी।

distribution, compactness, porosity, moisture content, dry density, specific gravity, field percolation rate, shrinkage limit, plasticity and liquidity, fineness, and chemical composition. All these soil properties and sample tests are crucial for developing new salt works and enhancing the efficiency and production capabilities of existing salt operations. This laboratory also facilitates major soil and water analysis tests essential for environmental impact assessment (EIA) studies. These tests include parameters such as salinity, resistivity, electrical conductivity, pH, total dissolved solids (TDS), biochemical oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD), soil temperature, and water brackishness. This newly developed laboratory and its advanced equipment will play a significant role in uplifting the salt industry by supporting salt manufacturers in the modernization and mechanization of salt works.

## आधुनिककरण और मशीनीकरण के लिए प्रयोगात्मक नमक फार्म के वैज्ञानिक डिजाइन और लेआउट का प्रदर्शन

### Showcasing scientific design and layout for modernizing and mechanizing experimental salt farms

सौर नमक उद्यानों की वैज्ञानिक संरचना और रूपरेखा वाष्पीकरण प्रक्रिया को बढ़ाने और तटीय भूमि के समान क्षेत्र से नमक उत्पादन बढ़ाने का एकमात्र तरीका है। मौजूदा नमक उद्यानों को संशोधित करने और नए नमक उद्यानों को विकसित करने के लिए एक चरणबद्ध वैज्ञानिक संरचना प्रक्रिया पेश की गई है, जिसका उद्देश्य आधुनिककरण और मशीनीकरण के माध्यम से नमक उत्पादन और गुणवत्ता में वृद्धि करना है। सी.एस.एम.सी.आर.आई. का एक प्रयोगात्मक नमक फार्म (ESF) भावनगर तट के पास स्थित है। मौजूदा नमक फार्म की संरचना में पहचानी गई बाधाओं को दूर किया गया और वैज्ञानिक तथा उन्नत सिविल निर्माण तकनीकों का उपयोग करके इसकी क्षमता को बढ़ाया गया। इन तकनीकों में शामिल हैं:

- नमक कक्षों को आयतन-घनत्व संबंधों के आधार पर डिजाइन करना।

The scientific design and layout of solar salt works is the key to enhancing the evaporation process, thereby increasing salt yield from the same area of coastal land. A step-by-step scientific design procedure has been introduced for modifying existing salt works and developing new ones to boost salt production and quality through modernization and mechanization. CSMCRI operates an Experimental Salt Farm (ESF) near the Bhavnagar Coast. Limitations in the existing salt farm design were identified, and its capacity was enhanced using advanced scientific and civil construction techniques. These include:

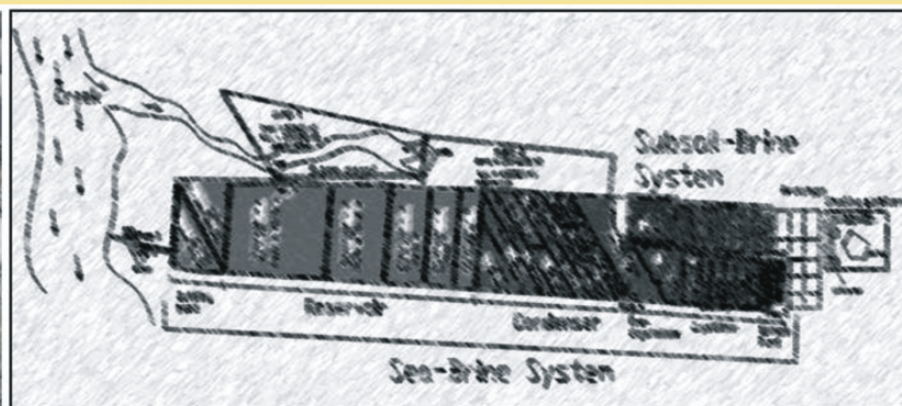
- Designing salt compartments based on volume-density relationships.



- पंपिंग लागत को कम करना और सघन चरण और क्रिस्टलाइजर में सौर ऊर्जा का अधिकतम उपयोग सुनिश्चित करना।
- रिसाव को कम करना और क्रिस्टलाइजर में संग्रहीत सांद्र ब्राइन को तनु होने से बचाना, जिससे वर्षा जल प्रबंधन में सुधार हो।
- जिप्सम, बिटर्न आदि जैसे मूल्य-वर्धित उप-उत्पादों का उचित प्रबंधन।
- Minimizing pumping costs and maximizing solar energy utilization through circulation at the condensing stage and in crystallizers.
- Reducing percolation losses and preventing the dilution of concentrated brine in crystallizers for improved rainwater management.
- Proper management of value-added byproducts such as gypsum and bittern.

इस आधुनिक नमक फार्म को प्रति एकड़ क्षेत्र में उत्पादकता बढ़ाने के लिए संरचित किया गया है, जो संरचनात्मक क्षति से बचाता है, उन्नत बाढ़ प्रबंधन को लागू करता है, और वार्षिक रखरखाव लागत को कम करता है, साथ ही मशीनीकृत संचालन का समर्थन करता है। यह नमक निर्माता, विशेष रूप से गुजरात और भारत के अन्य हिस्सों के लिए वैज्ञानिक संरचना और रूपरेखा प्रदर्शित करने हेतु एक प्रशिक्षण मंच के रूप में भी कार्य करेगा।

This model salt farm is designed to increase productivity per acre by protecting salt works from structural damage, implementing advanced flood management, and reducing annual maintenance costs, all while supporting mechanized operations. Additionally, it serves as a training platform to demonstrate scientific design and layout to salt manufacturers from Gujarat and across India.



**चित्र:** सी.एस.एम.सी.आर.आई. के प्रयोगात्मक नमक खेत में आधुनिक नमक उद्यान के विकास के लिए तैयार वैज्ञानिक संरचना, जो उत्पादकता और दक्षता को बढ़ाने के लिए रूपरेखा और निर्माण में उन्नति को प्रदर्शित करता है।

**Figure:** Scientific design prepared for the development of a model salt work at the Experimental Salt Farm, CSMCRI, showcasing advancements in layout and construction to enhance productivity and efficiency.

## लैपपॉट: एक वैद्युतरासायनिक खिलौना

### LapPot: An Electrochemical toy

पोटेंशियोस्टैट विद्युत रासायनिक विश्लेषण में उपयोग किया जाने वाला एक आवश्यक उपकरण है। वाणिज्यिक पोटेंशियोस्टैट उच्च परिशुद्धता और सटीकता प्रदान करते हैं, हालांकि समान रूप से उच्च लागत पर जो ₹5,00,000/- से

Potentiostat is an essential instrument used in electrochemical analysis. Commercial potentiostats deliver high precision and accuracy, although at equally high cost which varies from ₹5,00,000/- to over ₹15,00,000/. As





लेकर ₹15,00,000/- तक हो सकता है। नतीजतन, ये उपकरण भारत में अकादमिक सेटिंग्स या अन्य प्रारंभिक शोध अध्ययनों में व्यापक उपयोग के लिए आसानी से उपलब्ध नहीं हैं। इसलिए, आसानी से निर्मित पोटेन्शियोस्टैट सर्किट की आवश्यकता थी जो कि सम्मानजनक परिशुद्धता और सटीकता प्रदान करते हुए लागत-प्रभावी भी हो। लैपपॉट उपरोक्त समस्या का समाधान है। डिवाइस की कीमत कम करने के लिए एक परंपरागत पोटेन्शियोस्टैट की उन्नत और गैर-आवश्यक विशेषताओं को हटा दिया गया है। यह अनुमान लगाया गया है कि इस अनुरूप डिवाइस की कीमत मौजूदा पोटेन्शियोस्टैट की तुलना में लगभग 15-20 गुना कम होगी। इसके अलावा, इस तथ्य को ध्यान में रखते हुए कि उपकरण के प्राथमिक उपयोगकर्ता नौसिखिए छात्र हैं, डिवाइस को अत्यधिक मजबूत बनाने के लिए कई संशोधन किए गए हैं। इसमें 3डी प्रिंटेड विद्युतरासायनिक सेल है जिसमें छिपे इलेक्ट्रोड कनेक्शन हैं, जिसे यूएसबी कनेक्टर के माध्यम से लैपपॉट से जोड़ा जा सकता है। सुरक्षित कनेक्शन के अलावा यूएसबी कनेक्टर नाद और आईआर ड्रॉप को कम करता है। डेटा निगरानी के लिए लैपपॉट को पीसी/ लैपटॉप से सीरियल कनेक्टर के द्वारा जोड़ा जा सकता है।

a result, these instruments are not easily accessible for widespread use in academic settings or other initial research studies in India. Therefore, there was a need for an easily manufactured potentiostat circuit that is cost-effective while still providing respectable precision and accuracy. The LapPot is a solution to the above problem. The advanced and non-essential features of a typical potentiostat are removed to bring the price of the device low. It is anticipated that the price of this tailored device will be around 15-20 times lower than the existing potentiostat. Further, several modifications have been made to make the device highly robust considering the fact that the primary users of the instrument are novice students. It has 3D printed electrochemical cell having concealed electrode connections, which can be connected to the LapPot through an USB connector. Apart from secure connection the USB connector reduced the noise and the iR drop. LapPot can be connected to PC/ laptop for monitoring the data using serial communication.



चित्र: लैपपॉट की एक तस्वीर।

Figure: A photograph of LapPot.





## सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई. का ओडिशा 'फानी' तूफान पीड़ितों के प्रति राहत प्रयास

### CSIR-CSMCRI responds to the Odisha "Fani" cyclone victims

जब चक्रवात फानी ने ओडिशा को प्रभावित किया, तो इसने पीने के पानी की आपूर्ति को बाधित कर दिया और पुरी जिले में कई तालाबों और कुओं को प्रदूषित कर दिया। 3 मई 2019 को चक्रवात ने ओडिशा के तटीय भाग को प्रभावित किया, और तत्काल कार्रवाई करते हुए सी.एस.आई.आर. के महानिदेशक ने सी.एस.आई.आर.-आई.एम.एम.टी., भुवनेश्वर और सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई., भावनगर के निदेशकों से परामर्श कर पानी के निष्कर्षण यूनिट को त्वरित रूप से तैनात करने के निर्देश दिए। टीम 7 मई 2019 को RWSS (ओडिशा) के साथ समन्वय में स्थल पर पहुंची और काकतपुर, जो कोणार्क से कुछ किलोमीटर दूर स्थित था, में यूनिट को सक्रिय किया गया। इस यूनिट ने प्रति दिन लगभग 17,000 लीटर पानी आपूर्ति किया जिसको चक्रवात के कारण पूरी तरह से बिजली गायब होने के कारण यह अपने खुद के इंजन पावर पर कार्य कर रहा था। पूरी अवधि में बिजली उपलब्ध नहीं थी। काकतपुर ब्लॉक में दो दिन सेवा देने के बाद, यूनिट को पुरी जिले के सत्यबदी ग्राम पंचायत के बादहाट गांव में स्थानांतरित कर दिया गया, जो पुरी से कुछ किलोमीटर दूर था। विश्व स्वास्थ्य संगठन (WHO) की एक टीम ने हमारे स्थल का दौरा किया और पानी की गुणवत्ता से अत्यधिक संतुष्ट हुई, जैसा कि गांववासियों ने भी व्यक्त किया। मिशन की सफलतापूर्वक समाप्ति के बाद, लगभग 15,000 से 17,000 लीटर पानी प्रति दिन वितरित किया गया, जब तक स्थिति सामान्य नहीं हो गई।

As Cyclone Fani struck Odisha, it paralyzed the drinking water supply and contaminated many ponds and wells, especially in the severely affected Puri district. On May 3, 2019, the cyclone reached the coastal part of Odisha, and immediate action was taken by the DG of CSIR, in consultation with the Directors of CSIR-IMMT, Bhubaneswar and CSIR-CSMCRI, Bhavnagar, for the quick deployment of a water desalination unit. The team arrived at the site on May 7, 2019, in coordination with RWSS (Odisha), and the unit became operational at Kakatpur, a block a few kilometers away from Konark. The desalination unit supplied nearly 17,000 liters of water per day to those in need, functioning on its own engine power due to the absence of electricity caused by the cyclone. The power was unavailable throughout the operation. After serving the Kakatpur block for two days, the unit was relocated to Badahat village under Satyabadi G.P. in Puri district, a few kilometers from Puri. A team from the World Health Organization (WHO) visited the site and expressed immense satisfaction with the quality of the water, as sentiment shared by the villagers also. After successfully completing the mission, approximately 15,000 to 17,000 liters of water were distributed per day until the situation was restored.



**चित्र:** चक्रवात फानी प्रभावित समुदायों की सहायता में सी.एस.आई.आर.-सी.एस.एम.सी.आर.आई. के प्रयास की तस्वीरें

**Figure:** Images of CSIR-CSMCRI's efforts in assisting the cyclone Fani affected communities.

## समुद्री शैवाल प्रशिक्षण कार्यक्रम Seaweed training programme

एन.एफ.डी.बी., हैदराबाद द्वारा प्रायोजित परियोजना के तहत, तमिलनाडु के रामनाथपुरम् और तूतिकोरिन जिलों के ग्रामीण तटीय गांवों के 250 तटीय मछुआरों को समुद्री शैवाल खेती का प्रशिक्षण दिया गया, जो आगरोफाइट्स की खेती पर केंद्रित था और स्थायी आय सुनिश्चित करता है। वर्ष 2019-2020 के दौरान, "ट्रेनर्स ऑफ ट्रेनी" (TOT) कार्यक्रम के तहत 40 लाभार्थियों को एक सप्ताह का समुद्री शैवाल खेती प्रशिक्षण प्रदान किया गया। आंध्र प्रदेश कौशल विकास निगम, विजयवाड़ा द्वारा प्रायोजित परियोजना के तहत, आंध्र प्रदेश के दो तटीय जिलों (विशाखापत्तनम और पूर्वी गोदावरी) के तीन तटीय गांवों में 629 ग्रामीण तटीय जनसंख्या (98 पुरुष और 531 महिलाएं) को समुद्री शैवाल खेती का प्रशिक्षण दिया गया। विशाखापत्तनम जिले के मंगामरीपेटा में 24-25 सितंबर 2019 के दौरान 23 लाभार्थियों (8 पुरुष और 15 महिलाएं) को प्रशिक्षण दिया गया। पूर्वी गोदावरी जिले के भैरवपालम में 19-20 दिसंबर 2019 के दौरान 535 लाभार्थियों (86 पुरुष और 449 महिलाएं) को प्रशिक्षण दिया गया, जबकि पूर्वी गोदावरी जिले के मुलापेटा में 21-22 दिसंबर 2019 के दौरान 71 लाभार्थियों (4 पुरुष और 67 महिलाएं) को प्रशिक्षण दिया

Under the NFDB, Hyderabad-sponsored project, seaweed cultivation training was provided to 250 coastal fisherfolk from rural coastal villages in the Ramnad and Tuticorin districts of Tamil Nadu, focusing on agarophytes cultivation and ensuring assured income. During the year 2019-2020, a one-week seaweed cultivation training was conducted for 40 beneficiaries under the Trainers of Trainee (TOT) programme. As part of the Andhra Pradesh Skill Development Corporation, Vijayawada-sponsored project, seaweed cultivation training was imparted to 629 coastal rural individuals (98 males and 531 females) across three coastal villages in two districts (Visakhapatnam and East Godavari) of Andhra Pradesh. In Mangamaripeta, Visakhapatnam district, training was given to 23 beneficiaries (8 males and 15 females) from September 24-25, 2019. In Bhairavapalem, East Godavari district, 535 beneficiaries (86 males and 449 females) received training from December 19-20, 2019, while in Mulapeta, East Godavari district, training was provided to 71 beneficiaries (4 males and 67 females) from



[A]



[B]

**चित्र:** [A] समुद्री शैवाल खेती का क्षेत्रीय प्रदर्शन, जिसमें प्रारंभिक बीज डालने की प्रक्रिया दिखाई गई है; [B] आंध्र प्रदेश के विशाखापत्तनम जिले के मंगामरीपेटा में समुद्री शैवाल प्रशिक्षण कार्यक्रम।

**Figure:** [A] A Field demonstration of seaweed farming showing initial seeding process; [B] Seaweed training programme at Mangamaripeta, Visakhapatnam district, Andhra Pradesh.





गया। इसके अतिरिक्त, आंध्र प्रदेश के गुंटूर जिले के बापतला और सूर्यलंक में 10 तटीय ग्रामीण लाभार्थियों को समुद्री शैवाल खेती का प्रशिक्षण दिया गया और 10 ट्यूब नेट स्तर पर कैपाफाईकस खेती स्थापित की गई।

December 21-22, 2019. Additionally, seaweed cultivation training was given to 10 coastal rural beneficiaries in Suryalanka, Bapatla, Guntur district, Andhra Pradesh, and Kappaphycus farming was established at 10 tube net levels.

## समुद्री शैवाल संसाधनों पर सर्वेक्षण

### Survey on seaweed resources

मन्नार की खाड़ी में समुद्री जैवमंडल आरक्षित क्षेत्र के द्वीपों में समुद्री शैवाल संसाधनों का सर्वेक्षण और *कप्पाफाईकस अल्वारेजी* की उपस्थिति का पता लगाने के लिए सर्वेक्षण किये जाते रहे हैं। वर्ष 2019-2020 के दौरान तीन सर्वेक्षण किए गए, जिससे कुल सर्वेक्षणों की संख्या पाँच हो गई। पूरे मन्नार की खाड़ी के 19 द्वीपों के ज्वार क्षेत्र में कुल 137 समुद्री शैवाल प्रजातियां दर्ज की गईं, जिनमें 48 हरे, 48 लाल और 41 भूरे रंग की प्रजातियां शामिल हैं। क्रुसडाई द्वीप में समुद्री शैवाल की सबसे अधिक आवरण प्रतिशतता (84%) पाई गई, जबकि नल्लाथानी और अप्पा द्वीपों में समुद्री शैवाल की सबसे अधिक प्रजातियां दर्ज की गईं। वेंबर और किलक्काराई द्वीप समूह ने मन्नार और तूतीकोरिन द्वीप समूह की तुलना में अधिक समुद्री शैवाल विविधता प्रदर्शित की। मंडपम समूह के द्वीपों में सारगस्सम प्रजातियों की अधिक संख्या पाई गई जैसा की उच्च सापेक्ष आवृत्ति से ज्ञात होता है। इसके विपरीत, मनाली और मनालिपुट्टी द्वीपों में रेतीली और कीचड़युक्त आधार के कारण समुद्री शैवाल का आवरण और प्रजातियों की संख्या कम पाई गई। मंडपम समूह के द्वीपों में समुद्र के पानी में पोषक तत्वों की मात्रा अधिक पाई गई। तीन सर्वेक्षणों के दौरान, 19 सर्वेक्षित द्वीपों में से किसी के भी ज्वार क्षेत्र में *कप्पाफाईकस अल्वारेजी* की उपस्थिति दर्ज नहीं की गई। इसके अलावा, क्रुसडाई द्वीप पर नमूना लेने के दौरान मूंगा विरंजन और बीमारियों के कोई संकेत नहीं पाए गए।

Surveys have been continually conducted to assess seaweed resources and determine the presence of *Kappaphycus alvarezii* in the islands of the Gulf of Mannar Marine Biosphere Reserve. Three surveys were carried out during 2019-2020, bringing the cumulative total to five surveys. A total of 137 seaweed species were recorded across the intertidal regions of 19 islands in the Gulf of Mannar, including 48 green, 48 red, and 41 brown species. Krusadai Island had the highest percentage of seaweed cover (84%), while Nallathanni Island and Appa Island recorded the maximum number of seaweed species. The Vembar and Kilakkarai groups of islands exhibited greater seaweed diversity compared to the Mandapam and Tuticorin groups. The Mandapam group of islands had a higher abundance of *Sargassum* species, characterized by a high relative frequency. In contrast, Manali and Manaliputti Islands showed lower seaweed cover and fewer species due to sandy and muddy substrata. Seawater nutrient content was found to be higher in the Mandapam group of islands. Across all three surveys, the occurrence of *Kappaphycus alvarezii* was not observed in the intertidal regions of any of the 19 islands. Additionally, no signs of coral bleaching or disease were observed during sampling on Krusadai Island.







## अनुलग्नक

## Annexure

1. शोध पत्र [Research Papers]	113
2. पुस्तक/ पुस्तक में अध्याय [Book/ Chapters in Books]	128
3. दायर पेटेंट/ स्वीकृत पेटेंट [Patents- Filed/ Granted]	132
A. सम्मेलनों में मौखिक/ पोस्टर प्रस्तुति [Oral/ Poster presentation in Conferences]	137
4. B. कार्यशाला और व्यापार मेलों में प्रदर्शनी [Demonstrations at workshops and trade fairs]	140
5. आमंत्रित व्याख्यान [Invited Talks]	140
मानव संसाधन विकास [Human Resource Development]	
A. स्टाफ सदस्यों द्वारा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भागीदारी [Training Programmes Attended by Staff Members]	143
6. B. पीएच.डी. [Ph.D.]	143
C. विभिन्न संस्थानों के पाठ्यक्रम के तहत लघु अवधि प्रशिक्षण [Short Term Training under Curriculum of various Institutes]	146
D. कौशल विकास पहल [Skill Development Initiatives]	151
7. पुरस्कार और सम्मान [Awards and Recognitions]	152
8. पेशेवर निकायों की सदस्यता [Membership of Professional Bodies]	152
A. विदेश में प्रतिनियुक्ति [Deputation Abroad]	153
9. B. विदेशी अतिथियों की यात्रा [Visit of foreigners]	153
10. प्रतिष्ठित आगंतुक और व्याख्यान [Distinguished Visitors & Lectures]	154
11. जन-शक्ति सारांश [Manpower Summary]	156
12. नियुक्तियां [Appointments]	158
13. सेवानिवृत्ति/ स्वैच्छिक सेवानिवृत्ति/ स्थानांतरण/ पदच्युति/ त्यागपत्र [Superannuation/ Voluntary retirement/ Transfer/ Dismissal/ Resignation]	160
14. स्मृति-शेष [Always in Memories]	161



15. अंतर-संस्था संबंध [Interagency Linkages]	161
16. बजट सारांश [Budget Summary]	169
17. अनुसंधान परिषद [Research Council]	170
18. प्रबंधन परिषद [Management Council]	170
वैधानिक समितियाँ [Statutory Committees]	
A. एससी / एसटी के लिए शिकायत निवारण समिति [Grievance Redressal Committee for SCs/STs]	171
19. B. स्थानीय शिकायत समिति [Local Grievance Committee]	172
C. आंतरिक शिकायत समिति [Internal Complaints Committee]	172
D. राजभाषा कार्यान्वयन समिति [Official Language Implementation Committee]	172
20. आरक्षण नीति कार्यान्वयन [Reservation Policy Implementation]	173
21. आरटीआई अनुपालन [RTI Compliance]	174
22. ज्ञान संसाधन [Knowledge Resources]	174
23. राजभाषा प्रसार [Official Language Dissemination]	175
24. सम्मेलन/ कार्यशालाएं/ कार्यक्रम/ बैठकों का आयोजन [Seminars/ Workshops/ Events/ Meetings Organized]	180





## 1. शोध पत्र [Research Papers]

1. Amine functionalized graphene oxide containing C16 chain grafted with poly(ether sulfone) by DABCO coupling: Anion exchange membrane for vanadium redox flow battery. Shukla, G.; Shahi, V. K. *Journal of Membrane Science* 575 (2019) 109-117.
2. Sustainable methodology for production of potassic fertilizer from agro-residues: Case study using empty cotton boll. Patel, H.; Maiti, S.; Muller, F.; Maiti, P. *Journal Of Cleaner Production*. 215 (2019) 22-23.
3. Design of nano-sized  $\text{Pr}^{3+}$ - $\text{Co}^{2+}$ -substituted M-type strontium hexaferrites for optical sensing and electromagnetic interference (EMI) shielding in K-u band. Mohammed, J.; Trudel, T. T. C.; Hafeez, H. Y.; Basandrai, D.; Bhadu, G. R.; Godara, S. K.; Narang, S. B.; Srivastava, A. K. *Applied Physics A-Materials Science & Processing*. 125 (2019) 251.
4. Binuclear Double-Stranded Helicates and Their Catalytic Applications in Desymmetrization of Mesodials. Chinnaraja, E.; Arunachalam, R.; Suresh, E.; Sen, S. K.; Natarajan, R.; Subramanian, P. S. *Inorganic Chemistry* 58 (2019) 4465-4479.
5. Triazine based polyimide framework derived N-doped porous carbons: a study of their capacitive behaviour in aqueous acidic electrolyte. Deka, N.; Patidar, R.; Kasthuri, S.; Venkatramaiah, N.; Dutta, G. K. *Materials Chemistry Frontiers* 3 (2019) 680-689.
6. Indium-Catalyzed Denitrogenative Transannulation of Pyridotriazoles: Synthesis of Pyrdo[1,2-a] indoles. Rawat, D.; Ravi, C.; Joshi, A.; Suresh, E.; Jana, K.; Ganguly, B.; Adimurthy, S. *Organic Letters* 21 (2019) 2043-2047.
7. Pd-II-Catalyzed methoxylation of  $\text{C}(\text{sp}^3)\text{-H}$  bonds adjacent to benzoxazoles and benzothiazoles. Kumar, J.; Gupta, A.; Bhadra, S. *Organic & Biomolecular Chemistry* 17 (2019) 3314-3318.
8. Aerobic oxidative alkynylation of H-phosphonates and amides: an efficient route for the synthesis of alkynylphosphonates and ynamides using a recyclable Cu-MnO catalys. Singh, H.; Sahoo, T.; Sen, C.; Galani, S. M.; Ghosh, S. C. *Catalysis Science & Technology* 9 (2019) 1691-1698.
9. Ferrocenium Ion Confinement in Polyelectrolyte for Electrochemical Nitric Oxide Sensor. Mathi, S.; Gupta, P. K.; Kumar, R.; Nagarale, R. K.; Sharma, A. *ChemistrySelect* 4 (2019) 3833-3840. ISSN: 2365-6549.
10. Engineering of a novel gene from a halophyte: Potential for agriculture in degraded coastal saline soil. Kumari, A.; Jha, B. *Land Degradation & Development* 30 (2019) 595-607.
11. Polyaniline-co-epichlorohydrin nanoporous anion exchange membranes for diffusion dialysis. Prajapati, P. K.; Nimiwal, R.; Singh, P. S.; Nagarale, R. K. *Polymer* 170 (2019) 168-178.
12. Lipid content and fatty acid profile of selected halophytic plants reveal a promising source of renewable energy. Patel, M. K.; Pandey, S.; Brahmabhatt, H. R.; Mishra, A.; Jha, B. *Biomass & Bioenergy* 124 (2019) 25-32.



13. Development of highly sensitive  $H_2O_2$  redox sensor from electrodeposited tellurium nanoparticles using ionic liquid. Waldiya, M.; Bhagat, D.; Narasimman, R.; Singh, S.; Kumar, A.; Ray, A.; Mukhopadhyay, I. *Biosensors & Bioelectronics* 132 (2019) 319-325.
14. Desymmetrization of meso diols using enantiopure zinc (II) dimers: Synthesis and chiroptical properties. Chinnaraja, E.; Arunachalam, R.; Samanta, J.; Natarajan, R.; Subramanian, P. S. *Applied Organometallic Chemistry* 33 (2019) e4827.
15. Fabrication of a low-cost functionalized poly(vinylidene fluoride) nanohybrid membrane for superior fuel cells. Prakash, O.; Jana, K. K.; Manohar, M.; Shahi, V. K.; Khan, S. A.; Avasthi, D.; Maiti, P. *Sustainable Energy & Fuels* 3 (2019) 1269-1282.
16. Nutraceutical Potential of Seaweed Polysaccharides: Structure, Bioactivity, Safety, and Toxicity. Tanna, B.; Mishra, A. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 18 (2019) 817-831.
17. Surfactant-Assisted Selective Oxidation of Aromatic Amines to Nitro Compounds by in Situ-Formed Performic Acid. Ravi, K.; Bankar, B. D.; Jindani, S.; Biradar, A. V. *ACS Omega* 4 (2019) 9453-9457.
18. Novel nanocomposite derived from ZnO/CdS QDs embedded crosslinked chitosan: An efficient photocatalyst and effective antibacterial agent. Midya, L.; Patra, A. S.; Banerjee, C.; Panda, A. B.; Pal, S. *Journal Of Hazardous Materials* 369 (2019) 398-407.
19. Ionic Liquid Assisted Gelatin Films: Green, UV Shielding, Antioxidant, and Antibacterial Food Packaging Materials. Mehta, M. J.; Kumar, A. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering* 7 (2019) 8631-8636.
20. Catalyst-free Azo-arylation of Arenes/Heteroarenes at Room Temperature. Kumar, R.; Ravi, C.; Joshi, A.; Semwal, R.; Adimurthy, S. *ChemistrySelect* 4 (2019) 5740-5744.
21. Stimuli Responsive, Self-Sustainable, and Self-Healable Functionalized Hydrogel with Dual Gelation, Load-Bearing, and Dye-Absorbing Properties. Kuddushi, M.; Rajput, S.; Shah, A.; Mata, J.; Aswal, V. K.; El Seoud, O.; Kumar, A.; Malek, N. I. *ACS Applied Materials & Interfaces* 11 (2019) 19572-19583.
22. Microspheres/Custard-Apples Copper (II) Chelate Polymer: Characterization, Docking, Antioxidant and Antibacterial Assay. Bagade, R.; Chaudhary, R. G.; Potbhare, A.; Mondal, A.; Desimone, M.; Dadure, K.; Mishra, R.; Juneja, H. *ChemistrySelect* 4 (2019) 6233-6244.
23. Phytosynthesis of nearly monodisperse CuO nanospheres using *Phyllanthus reticulatus*/*Conyza bonariensis* and its antioxidant/antibacterial assays. Potbhare, A. K.; Chaudhary, R. G.; Chouke, P. B.; Yerpude, S.; Mondal, A.; Sonkusare, V. N.; Rai, A. R.; Juneja, H. D. *Materials Science & Engineering C-Materials for Biological Applications*. 99 (2019) 783-793.
24. Low-energy reverse osmosis membrane with high boron rejection by surface modification with a polysaccharide. Raval, H.; Sundarkumar, V. *Canadian Journal of Chemical Engineering* 97 (2019) 1575-1580.



25. Electrospinning production of nanofibrous membranes. Mishra, R. K.; Mishra, P.; Verma, K.; Mondal, A.; Chaudhary, R. G.; Abolhasani, M. M.; Loganathan, S. *Environmental Chemistry Letters* 17 (2019) 767-800.
26. Differential coral response to algae contact: Porites tissue loss, praise for Halimeda interaction at southeast coast of India. Thinesh, T.; Jose, P. A.; Ramasamy, P.; Meenatchi, R.; Selvan, K. M.; Selvin, J. *Environmental Science and Pollution Research* 26 (2019) 17845-17852.
27. Electromagnetic interference (EMI) shielding, microwave absorption, and optical sensing properties of BaM/CCTO composites in K-u-band. Mohammed, J.; Carol, T. T. T.; Hafeez, H. Y.; Basandrai, D.; Bhadu, G. R.; Godara, S. K.; Narang, S. B.; Srivastava, A. K. *Results in Physics* 13 (2019) 102307.
28. An Ionophore for High Lithium Loading and Selective Capture from Brine. Gohil, H.; Chatterjee, S.; Yadav, S.; Suresh, E.; Paital, A. R. *Inorganic Chemistry* 58 (2019) 7209-7219.
29. 3-Benzyl-Hexahydro-Pyrrolo [1,2a] Pyrazine-1,4-Dione Extracted From *Exiguobacterium indicum* Showed Anti-biofilm Activity Against *Pseudomonas aeruginosa* by Attenuating Quorum Sensing. Singh, V. K.; Mishra, A.; Jha, B. *Frontiers in Microbiology* 10 (2019) 1269.
30. KOH/DMSO: A basic suspension for transition metal-free Tandem synthesis of 2,3-dihydroquinazolin-4(1H)-ones. Dutta, A.; Damarla, K.; Bordoloi, A.; Kumar, A.; Sarma, D. *Tetrahedron Letters* 60 (2019) 1614-1619.
31. Cation exchange membrane based on side chain grafted sulfonic acid with poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) for electro-electrodialysis of HIX mixture. Das, A. K.; Bhushan, M.; Shahi, V. K. *Journal of Membrane Science*. 580 (2019) 134-142.
32. Bacterial community structure and functional diversity in subsurface seawater from the western coastal ecosystem of the Arabian Sea, India. Kumar, R.; Mishra, A.; Jha, B. *Gene* 701 (2019) 55-64.
33. Highly Active Ultrasmall Ni Nanoparticle Embedded Inside a Robust Metal-Organic Framework: Remarkably Improved Adsorption, Selectivity, and Solvent-Free Efficient Fixation of CO<sub>2</sub>. Singh, M.; Solanki, P.; Patel, P.; Mondal, A.; Neogi, S. *Inorganic Chemistry* 58 (2019) 8100-8110.
34. A fluorogenic BODIPY molecular rotor as an apoptosis marker. Ashokkumar, P.; Ashoka, A. H.; Collot, M.; Das, A.; Klymchenko, A. S. *Chemical Communications* 55 (2019) 6902-6905.
35. Tuning the morphology of PVDF membranes using inorganic clusters for oil/water separation. Muthukumar, K.; Kaleekkal, N. J.; Lakshmi, D. S.; Srivastava, S.; Bajaj, H. C. *Journal of Applied Polymer Science*. 136 (2019) 47641.
36. Optimization to prepare porous carbon from mustard husk using response surface methodology adopted with central composite design. Charola, S.; Patel, H.; Chandna, S.; Maiti, S. *Journal of Cleaner Production*. 223 (2019) 969-979.
37. Multi-tasking hydrated ionic liquids as sustainable media for the processing of waste human hair: a biorefinery approach. Singh, N.; Prasad, K. *Green Chemistry* 21 (2019) 3328-3333.





38. A consolidated road map for economically gainful efficient utilization of agro-wastes for eco-friendly products. Gajula, S.; Antonyraj, C. A.; Odaneth, A. A.; Srinivasan, K. *Biofuels Bioproducts & Biorefining-Biofpr* 13 (2019) 899-911.
39. Sequential Template Decomposition to Adjust the Performance of Imperfect Zeolite BEA Membranes. Reuss, S.; Reif, B.; Sanwald, D.; Schwieger, W.; Kaspereit, M.; Singh, P. S.; Al-Thabaiti, S. A.; Basahel, S. N.; Mokhtar, M.; Obaid, A. Y.; Alyoubi, A. O. *Chemie Ingenieur Technik* 91 (2019) 953-960.
40. Revealing the mechanistic pathway of cholinergic inhibition of Alzheimer's disease by donepezil: a metadynamics simulation study. Ghosh, S.; Jana, K.; Ganguly, B. *Physical Chemistry Chemical Physics* 21 (2019) 13578-13589.
41. Copper-Catalyzed C-4 Carboxylation of 1-Naphthylamide Derivatives with  $\text{CBr}_4/\text{MeOH}$ . Sahoo, T.; Sen, C.; Singh, H.; Suresh, E.; Ghosh, S. C. *Advanced Synthesis & Catalysis* 361 (2019) 3950-3957.
42. Physicochemical, scavenging and anti-proliferative analyses of polysaccharides extracted from psyllium (*Plantago ovata* Forssk) husk and seeds. Patel, M. K.; Tanna, B.; Gupta, H.; Mishra, A. Jha, B. *International Journal of Biological Macromolecules*. 133 (2019) 190-201.
43. Boron nitride: a promising material for proton exchange membranes for energy applications. Yadav, V.; Kulshrestha, V. *Nanoscale*. 11 (2019) 12755-12773.
44. Evaluation of traditional fish preservation method of Masmin from skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) in Lakshadweep, India, with respect to nutritional and environmental perspectives. Patel, N. P.; Halder, S. *Journal of Food Processing and Preservation*. 43 (2019) e14124.
45. Halophyte residue decomposition and microbial community structure in coastal soil. Chaudhary, D. R.; Rathore, A. P.; Jha, B. *Land Degradation & Development*. 30 (2019) 1479-1489.
46. Synthesis Route Impact on  $\text{BiVO}_4$  Nanoparticles and their Visible Light Photocatalytic Activity Under Green LED Irradiation. Natarajan, K.; Bajaj, H. C.; Tayade, R. J. *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. 19 (2019) 5100-5115.
47. High-performance membrane for vanadium redox flow batteries: Cross-linked poly(ether ether ketone) grafted with sulfonic acid groups via the spacer. Bhushan, M.; Kumar, S.; Singh, A. K.; Shahi, V. K. *Journal of Membrane Science*. 583 (2019) 1-8.
48. Fouling resistant amphiphilic poly(dimethylsiloxane)-linked-poly(ethylene glycol) network on ultrafiltration poly(vinylidene fluoride) membrane and effect of spatial chain arrangement on separation of oil-water emulsions. Bhalani, D. V.; Jewrajka, S. K. *Journal of Membrane Science*. 583 (2019) 278-291.
49. Potable water by solar thermal distillation in solar salt works and performance enhancement by integrating with evacuated tubes. Patel, J.; Markam, B. K.; Maiti, S. *Solar Energy*. 188 (2019) 561-572.
50. Differential bleaching and recovery pattern of southeast Indian coral reef to 2016 global mass bleaching event: Occurrence of stress-tolerant symbiont *Durussdinium* (Clade D) in corals of



- Palk Bay. Thinesh, T.; Meenatchi, R.; Jos, P. A.; Kiran, G. S.; Selvin, J. Marine Pollution Bulletin. 145 (2019) 287-294.
51. Green solvents for the dissolution and processing of biopolymers. Prasad, K.; Sharma, M. Current Opinion in Green and Sustainable Chemistry. 18 (2019) 72-78.
  52. Transition metal containing ionic liquid-assisted one-pot synthesis of pyrazoles at room temperature. Konwar, M.; Elnagdy, H. M. F.; Gehlot, P. S.; Khupse, N. D.; Kumar, A.; Sarma, D. Journal of Chemical Sciences. 131 (2019) 80.
  53. Direct alpha-Chalcogenation of Aliphatic Carboxylic Acid Equivalents. Gupta, A.; Rahaman, A.; Bhadra, S. Organic Letters. 21 (2019) 6164-6168.
  54. Synthesis and characterization of aluminium modified graphene oxide: an approach towards defluoridation of potable water. Rajput, A.; Raj, S. K.; Sharma, P. P.; Yadav, V.; Sarvaia, H.; Gupta, H.; Kulshrestha, V. Journal of Dispersion Science and Technology. 40 (2019) 1101-1109.
  55. Cycloaddition of CO<sub>2</sub> with an Epoxide-Bearing Oxindole Scaffold by a Metal-Organic Framework-Based Heterogeneous Catalyst under Ambient Conditions. Parmar, B.; Patel, P.; Pillai, R. S.; Tak, R. K.; Kureshy, R. I.; Khan, N. H.; Suresh, E. Inorganic Chemistry. 58 (2019) 10084-10096.
  56. Poly(piperizinamide) with copper ion composite membranes: Application for mitigation of Hexaconazole from water and combat microbial contamination. Mehta, R.; Brahmabhatt, H.; Bhojani, G.; Mukherjee, M.; Bhattacharya, A. Journal of Hazardous Materials. 376 (2019) 102-111.
  57. Simultaneous morphological transformation of metal salt and conformations of DNA in a bio-based ionic liquid. Bhatt, J.; Pereira, M. M.; Prasad, K. International Journal of Biological Macromolecules. 135 (2019) 926-930.
  58. Visible Light-Promoted Photocatalytic C-5 Carboxylation of 8-Aminoquinoline Amides and Sulfonamides via a Single Electron Transfer Pathway. Sen, C.; Sahoo, T.; Singh, H.; Suresh, E.; Ghosh, S. C. Journal of Organic Chemistry. 84 (2019) 9869-9896.
  59. Facile Process for Metallizing DNA in a Multitasking Deep Eutectic Solvent for Ecofriendly C-C Coupling Reaction and Nitrobenzene Reduction. Chakraborty, S.; Mruthunjayappa, M. H.; Aruchamy, K.; Singh, N.; Prasad, K.; Kalpana, D.; Ghosh, D.; Kotrappanavar, N. S.; Mondal, D. ACS Sustainable Chemistry & Engineering. 7 (2019) 14225-14235.
  60. Anti-quorum Sensing and Anti-biofilm Activity of *Delftia tsuruhatensis* Extract by Attenuating the Quorum Sensing-Controlled Virulence Factor Production in *Pseudomonas aeruginosa*. Singh, V. K.; Mishra, A.; Jha, B. Frontiers in Cellular and Infection Microbiology 9 (2019) 308.
  61. A new strategy to generate super and hyper acids with simple organic molecules exploiting sigma-hole interaction. Saha, A.; Si, M. K.; Ganguly, B. Physical Chemistry Chemical Physics 21 (2019) 17772-17778.



62. Bifunctional coordination polymers as efficient catalysts for carbon dioxide conversion. Arunachalam, R.; Chinnaraja, E.; Valkonen, A.; Rissanen, K.; Subramanian, P. S. *Applied Organometallic Chemistry*. 33 (2019) e5202.
63. Protein-Mimicking Functions of Nano-Size Monoamido Amino Acids Derived from Polysaccharides of Marine Origin. Chador, D. A.; Chudasama, N. A.; Vadodariya, N.; Meena, R.; Prasad, K.; Siddhanta, A. K. *Macromolecular Chemistry and Physics*. 220 (2019) 1900201.
64. Stabilization of palladium nanoparticles on chitosan derived N-doped carbon for hydrogenation of various functional groups. Advani, J. H.; Khan, N. H.; Bajaj, H. C.; Biradar, A. V. *Applied Surface Science*. 487 (2019) 1307-1315.
65. Oxy-functionalization of olefins with neat and heterogenized binuclear V (IV)O and Fe(II) complexes: Effect of steric hindrance on product selectivity and output in homogeneous and heterogeneous phase. Parmar, D. K.; Butani, P. M.; Thumar, N. J.; Jasani, P. M.; Padaliya, R. V.; Sandhiya, P. R.; Nakum, H. D.; Khan, Md. N.; Makwana, D. *Molecular Catalysis*. 474 (2019) 110424.
66. Production of quality seaweed biomass through nutrient optimization for the sustainable land-based cultivation. Suthar, P.; Gajaria, T. K.; Reddy, C. R. K. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*. 42 (2019) 101583.
67. Population structure and developmental stage-associated ecophysiological responses of *Salicornia brachiata*. Rathore, M. S.; Balar, N.; Jha, B. *Ecological Research*. 34 (2019) 644-658.
68. Fouling resistant membrane tailored by polyethylene glycol in oxidative environment for desalination. Kavaiya, A. R.; Raval, H. D. *Membrane and Water Treatment* 10 (2019) 381-385.
69. Synthesis of Saponite Based Nanocomposites to Improve the Controlled Oral Drug Release of Model Drug Quinine Hydrochloride Dihydrate. Kumaresan, S.; Pawar, R. R.; Kevadiya, B. D.; Bajaj, H. C. *Pharmaceuticals*. 12 (2019) 105.
70. Adenine-Based Zn(II)/Cd(II) Metal-Organic Frameworks as Efficient Heterogeneous Catalysts for Facile CO<sub>2</sub> Fixation into Cyclic Carbonates: A DFT-Supported Study of the Reaction Mechanism. Rachuri, Y.; Kurisingal, J. F.; Chitumalla, R. K.; Vuppala, S.; Gu, Y.; Jang, J.; Choe, Y.; Suresh, E. *Inorganic Chemistry*. 58 (2019) 11389-11403.
71. Antibiotic-triggered reversible luminescence switching in amine-grafted mixed-linker MOF: exceptional turn-on and ultrafast nanomolar detection of sulfadiazine and adenosine monophosphate with molecular keypad lock functionality. Goswami, R.; Mandal, S. C.; Seal, N.; Pathak, B.; Neogi, S. *Journal of Materials Chemistry A*. 7 (2019) 19471-19484.
72. Structural insights into the interactions of flavin mononucleotide (FMN) and riboflavin with FMN riboswitch: a molecular dynamics simulation study. Wakchaure, P. D.; Jana, K.; Ganguly, B. *Journal Of Biomolecular Structure & Dynamics*. 38 (2020) 3856-3866.





73. N-Doped Yellow TiO<sub>2</sub> Hollow Sphere-Mediated Visible-Light-Driven Efficient Esterification of Alcohol and N-Hydroxyimides to Active Esters. Singha, K.; Ghosh, S. C.; Panda, A. B. *Chemistry-An Asian Journal*. 14 (2019) 3205-3212.
74. Pd-Catalyzed regioselective synthesis of 2,6-disubstituted pyridines through denitrogenation of pyridotriazoles and 3,8-diarylation of imidazo[1,2-a]pyridines. Joshi, A.; Semwal, R.; Suresh, E.; Adimurthy, S. *Chemical Communications*. 55 (2019) 10888-10891.
75. An Unexplored Lewis Acidic Catalytic System for Synthesis of Pyrazole and its Biaryls Derivatives with Antimicrobial Activities through Cycloaddition- Iodination- Suzuki Reaction. Konwar, M.; Phukan, P.; Chaliha, A. K.; Buragohain, A. K.; Damarla, K.; Gogoi, D.; Kumar, A.; Sarma, D. *ChemistrySelect*. 4 (2019) 10236-10245.
76. Copper-catalyzed synthesis of spiro-indolofurobenzopyrans: tandem reactions of diazoamides and O-propargyl salicylaldehydes. Muthusamy, S.; Prabu, A.; Suresh, E. *Organic & Biomolecular Chemistry*. 17 (2019) 8088-8093.
77. Immobilization of an acid-base cooperative catalyst on MCM-41 as a heterogeneous approach for the asymmetric cyanoethoxycarbonylation of isatins. Ansari, A.; Patel, P.; Kumar, G.; Khan, N. H. *New Journal of Chemistry*. 43 (2019) 14511-14517.
78. Cross talk between ROS homeostasis and antioxidative machinery contributes to salt tolerance of the xero-halophyte *Haloxylon salicornicum*. Panda, A.; Rangani, J.; Parida, A. K. *Environmental and Experimental Botany*. 166 (2019) 103799.
79. Concentration-dependent fabrication of short-peptide-based different self-assembled nanostructures with various morphologies and intracellular delivery property. Sivagnanam, S.; Arul, A.; Ghosh, S.; Dey, A.; Ghorai, S.; Das, P. *Materials Chemistry Frontiers*. 3 (2019) 2110-2119.
80. Seaweed resources in India - current status of diversity and cultivation: prospects and challenges. Ganesan, M.; Trivedi, N.; Gupta, V.; Madhav, S. V.; Reddy, C. R. K.; Levine, I. A. *Botanica Marina*. 62 (2019) 463-482.
81. Variation in the proximate composition of edible marine macroalga *Ulva rigida* collected from different coastal zones of India. Balar, N.; Sharnagat, P.; Kumari, P.; Mantri, V. A. *Journal of Food Science and Technology-Mysore*. 56 (2019) 4749-4755.
82. Hydrogen bond assisted photoinduced intramolecular electron transfer and proton coupled electron transfer in an ultrafast time domain using a ruthenium-anthraquinone dyad. Dey, A.; Dana, J.; Aute, S.; Das, A.; Ghosh, H. N. *Photochemical & Photobiological Sciences*. 18 (2019) 2430-2441.
83. An overview on agarophyte trade in India and need for policy interventions. Mantri, V. A.; Ganesan, M.; Gupta, V.; Krishnan, P.; Siddhanta, A. K. *Journal of Applied Phycology*. 31 (2019) 3011-3023.
84. Functional Validation of *JcWRKY2*, a Group III Transcription Factor Toward Mitigating Salinity Stress in Transgenic Tobacco. Dabi, M.; Agarwal, P.; Agarwal, P. K. *DNA and Cell Biology*. 38 (2019) 1278-1291.



85. A non-gassing electroosmotic pump with sandwich of poly(2-ethyl aniline)-Prussian blue nanocomposite and PVDF membrane. Chola, N. M.; Sreenath, S.; Dave, B.; Nagarale, R. K. *Electrophoresis*. 40 (2019) 2979-2987.
86. Estimation of bisulfate in edible plant foods, dog urine, and drugs: picomolar level detection and bio-imaging in living organisms. Nair, R. R.; Raju, M.; Bhai, S.; Raval, I. H.; Halder, S.; Ganguly, B.; Chatterjee, P. B. *Analyst*. 144 (2019) 5724-5737.
87. Electrocatalytic Oxygen Evolution in Acidic and Alkaline Media by a Multistimuli-Responsive Cobalt(II) Organogel. Saha, E.; Karthick, K.; Kundu, S.; Mitra, J. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 7 (2019) 16094-16102.
88. Fully Biosourced Materials from Combination of Choline Chloride Based Deep Eutectic Solvents and Guar Gum. Depoorter, J.; Mourlevat, A.; Sudre, G.; Morfin, I.; Prasad, K.; Serghei, A.; Bernard, J.; Fleury, E.; Charlot, A. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 7 (2019) 16747-16756.
89. Homogeneous phase crosslinked poly(acrylonitrile-co-2-acrylamido-2-methyl-1-propanesulfonic acid) conetwork cation exchange membranes showing high electrochemical properties and electrodialysis performance. Pal, S.; Mondal, R.; Guha, S.; Chatterjee, U.; Jewrajka, S. K. *Polymer*. 180 (2019) 121680.
90. Arginine and lysine-functionalized layered double hydroxides as efficient sorbents for radioactive  $\text{Co}^{2+}$  removal by chelate-facilitated immobilization. Koilraj, P.; Kalusulingam, R.; Sasaki, K. *Chemical Engineering Journal*. 374 (2019) 359-369.
91. Transformation of Spent Li-Ion Battery in to High Energy Supercapacitors in Asymmetric Configuration. Natarajan, S.; Ulaganathan, M.; Bajaj, H. C.; Aravindan, V. *ChemElectroChem*. 6 (2019) 5283-5292.
92. Phenolic, flavonoid, and amino acid compositions reveal that selected tropical seaweeds have the potential to be functional food ingredients. Tanna, B.; Brahmabhatt, H. R.; Mishra, A. *Journal of Food Processing and Preservation*. 43 (2019) e14266.
93. *Tinospora cordifolia* derived biomass functionalized ZnO particles for effective removal of lead(ii), iron(iii), phosphate and arsenic(iii) from water. Vyas, G.; Bhatt, S.; Paul, P. *RSC Advances*. 9 (2019) 34102-34113.
94. Quantum chemical and well-tempered metadynamics study to design adenine analogs for orthogonal Preq(1) riboswitch. Jana, K.; Wakchaure, P. D.; Ghosh, S.; Bandyopadhyay, T.; Ganguly, B. *Journal of Biomolecular Structure & Dynamics*. 38 (2020) 4635-4643.
95. Development of fluorescent protein-based biosensing strains: A new tool for the detection of aromatic hydrocarbon pollutants in the environment. Patel, R.; Zaveri, P.; Mukherjee, A.; Agarwal, P. K.; More, P.; Munshi, N. S. *Ecotoxicology and Environmental Safety*. 182 (2019) 109450.
96. Devising Chemically Robust and Cationic Ni(II)-MOF with Nitrogen-Rich Micropores for Moisture-Tolerant  $\text{CO}_2$  Capture: Highly Regenerative and Ultrafast Colorimetric Sensor for



- TNP and Multiple Oxo-Anions in Water with Theoretical Revelation. Goswami, R.; Seal, N.; Dash, S. R.; Tyagi, A.; Neogi, S. *ACS Applied Materials & Interfaces*. 11 (2019) 40134-40150.
97. In-sight studies on concentration polarization and water splitting during electro-deionization for rapid production of ultrapure water (@18.2 M Omega cm) with improved efficiency. Kumar, S.; Bhushan, M.; Manohar, M.; Makwana, B. S.; Shahi, V. K. *Journal of Membrane Science*. 589 (2019) 117248.
  98. Multiproduct biorefinery from *Arthrospira* spp. towards zero waste: Current status and future trends. Mitra, M.; Mishra, S. *Bioresource Technology*. 291 (2019) 121928.
  99. Deciphering hydrogen peroxide-induced signalling towards stress tolerance in plants. Khedia, J.; Agarwal, P.; Agarwal, P. K. *Biotech*. 9 (2019) 395.
  100. An effective approach of bacterial siderophore as nitrogen source triggering the desired biochemical changes in microalgae *Chlorella variabilis* ATCC 12198. Rajapitamahuni, S.; Bhayani, K.; Bachani, P.; Bharadwaj, S. V. V.; Mishra, S. *Algal Research-Biomass Biofuels and Bioproducts*. 43 (2019) 101610.
  101. Copper-Catalyzed Multicomponent Reactions (MCRs) for Disulfenylation of Imidazo[1,2-a]pyridines Using Elemental Sulfur and Arylhalides and Intramolecular Cyclization of Haloinimidazo[1,2-a]pyridines. Semwal, R.; Ravi, C.; Saxena, S.; Adimurthy, S. *Journal of Organic Chemistry*. 84 (2019) 14151-14160.
  102. Sugar contents and oligosaccharide mass profiling of selected red seaweeds to assess the possible utilization of biomasses for third-generation biofuel production. Khatri, K.; Rathore, M. S.; Agrawal, S.; Jha, B. *Biomass & Bioenergy*. 130 (2019) 105392.
  103. Adsorptive dehydration of ethanol using 3A zeolite: an evaluation of transport behaviour in a two-phase zeolite pellet. Shukla, P.; Dong, K. Y.; Rudolph, V.; Bhatia, S. K.; Bajaj, H. C.; Jasra, R. V. *Adsorption Journal of The International Adsorption Society*. 25 (2019) 1611-1623.
  104. Thermally induced characterization and modeling of physicochemical, acoustic, rheological, and thermodynamic properties of novel blends of (HEF plus AEP) and (HEF plus AMP) for CO<sub>2</sub>/H<sub>2</sub>S absorption. Balchandani, S.; Mandal, B.; Dharaskar, S.; Kumar, A.; Bandyopadhyay, S. *Environmental Science and Pollution Research*. 26 (2019) 32209-32223.
  105. Tunable M-type nano barium hexaferrite material by Zn<sup>2+</sup>/Zr<sup>4+</sup> co-doping. Godara, S. K.; Kaur, V.; Narang, S. B.; Singh, M.; Bhadu, G. R.; Chaudhari, J. C.; Mudsainiyad, R. K.; Sood, A. K. *Materials Research Express*. 6 (2019) 116111.
  106. Mutation-Induced Conformational Changes and Energetics for Binding of FMN Ligand in Flavin Mononucleotide Riboswitch by Molecular Dynamics Simulations. Wakchaure, P. D.; Ganguly, B. *Croatica Chemica Acta*. 92 (2019) 241-247.
  107. Photoinduced Reversible Bending and Guest Molecule Release of Azobenzene-Containing Polydiacetylene Nanotubes. Jang, D.; Pramanik, S. K.; Das, A.; Baek, W.; Heo, J. M.; Ro, H. J.; Jun, S.; Park, B. J.; Kim, J. M. *Scientific Reports*. 9 (2019) 15982.





108. High oxygen permeable Zeolite-4A poly(dimethylsiloxane) membrane for air separation. Prajapati, P. K.; Kansara, A. M.; Aswal, V. K.; Singh, P. S. *Journal of Applied Polymer Science*. 136 (2019) 48047.
109. Molecular species delimitation of reef-building coral genera, *Porites* and *Turbinaria* (Anthozoa: Scleractinia), from the intertidal fringing reefs of Gulf of Kutch, India reveals unrecognized diversity. Shimpi, G. G.; Patel, N. P.; Halder, S. *Systematics and Biodiversity*. 17 (2019) 541–557.
110. Polyoxometalate based hybrid chiral material: Synthesis, characterizations and aerobic asymmetric oxidation reaction. Patel, A.; Patel, K. *Journal of Coordination Chemistry*. 72 (2019) 3417-3429.
111. Stability and acidic pH-mediated leakage of guest molecules from self-assembly of poly(amidoamine)-graft-alkyl copolymers. Kumar, A.; Nutan, B.; Jewrajka, S. K. *Polymer*. 183 (2019) 121894.
112. Small Molecule as Fluorescent Probes for Monitoring Intracellular Enzymatic Transformations. Singh, H.; Tiwari, K.; Tiwari, R.; Pramanik, S. K.; Das, A. *Chemical Reviews*. 119 (2019) 11718-11760.
113. Geminiviruses: Molecular biodiversity and global distribution in *Jatropha*. More, P.; Agarwal, P.; Agarwal, P. K. *Physiological And Molecular Plant Pathology*. 108 (2019) 101439.
114. Role of backbones on the interaction of metal ions with deoxyribonucleic acid and peptide nucleic acid: A DFT study. Bhai, S.; Ganguly, B. *Journal of Molecular Graphics & Modelling*. 93 (2019) 107445.
115. Solubility Behavior of Calcium Sulfate Dihydrate (Gypsum) in an Aqueous Sodium Chloride System in the Presence of Hydroxyalkyl Ammonium Acetate Ionic Liquids Additives: Morphology Changes and Physicochemical Solution Properties at 35 degrees C. Shukla, J.; Mehta, M. J.; Kumar, A. *Journal of Chemical and Engineering Data*. 64 (2019) 5132-5141.
116. Insights into life cycle patterns, spore formation, induction of reproduction, biochemical and molecular aspects of sporulation in green algal genus *Ulva*: implications for commercial cultivation. Balar, N. B.; Mantri, V. A. *Journal of Applied Phycology*. 32 (2019) 473-484.
117. Life cycle-based selection of elite germplasm in industrially important red alga *Gracilaria dura*: implications for commercial farming. Jaiswar, S.; Mantri, V. A. *Current Science*. 117 (2019) 1777-1778.
118. Catalytic Non-redox Carbon Dioxide Fixation in Cyclic Carbonates. Subramanian, S.; Oppenheim, J.; Kim, D.; Nguyen, T. S.; Silo, W. M. H.; Kim, B.; Goddard, W. A.; Yavuz, C. T. *Chem*. 5 (2019) 3232-3242.
119. HBF<sub>4</sub>/ACN: A simple and efficient protocol for the synthesis of pyrazoles under ambient reaction conditions. Hazarika, R.; Konwar, M.; Damarla, K.; Kumar, A.; Sarma, D. *Synthetic Communications*. 50 (2019) 329-337.



120. Pd-Catalyzed ortho Selective C-H Acyloxylation and Hydroxylation of Pyridotriazoles. Rawat, D.; Kumar, R.; Adimurthy, S. *European Journal of Organic Chemistry*. 2019 (2019) 7874-7879.
121. The JcWRKY tobacco transgenics showed improved photosynthetic efficiency and wax accumulation during salinity. More, P.; Agarwal, P.; Joshi, P. S.; Agarwal, P. K. *Scientific Reports*. 9 (2019) 19617.
122. Microbial mechanism for enhanced methane emission in deep soil layer of Phragmites-introduced tidal marsh. Kim, J.; Chaudhary, D. R.; Lee, J.; Byun, C.; Ding, W.; Kwon, B. O.; Khim, J. S.; Kang, H. *Environment International*. 134 (2019) 105251.
123. Carboxymethylagarose-based multifunctional hydrogel with super stretchable, self-healable having film and fiber forming properties. Chaudhary, J. P.; Kholiya, F.; Vadodariya, N.; Budheliya, V. M.; Gogda, A.; Meena, R. *Arabian Journal of Chemistry*. 13 (2020) 1661-1668.
124. Characterization of Agar-CMC/Ag-MMT nanocomposite and evaluation of antibacterial and mechanical properties for packaging applications. Makwana, D.; Castano, J.; Somani, R. S.; Bajaj, H. C. *Arabian Journal of Chemistry*. 13 (2020) 3092-3099.
125. Seaweed Biodiversity of India: Reviewing Current Knowledge to Identify Gaps, Challenges, and Opportunities. Mantri, V. A.; Kavale, M. G.; Kazi, M. A. *Diversity-Basel*. 12 (2020) 13.
126. Selective, bifunctional Cu-WO<sub>x</sub>/Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> catalyst for hydrodeoxygenation of fatty acids. Janampelli, S.; Sethia, G.; Darbha, S. *Catalysis Science & Technology*. 10 (2020) 268-277.
127. Aqueous systems of a surface active ionic liquid having an aromatic anion: phase behavior, exfoliation of graphene flakes and its hydrogelation. Kaur, M.; Singh, G.; Damarla, K.; Singh, G.; Wang, H. Y.; Wang, J. J.; Aswal, V. K.; Kumar, A.; Kang, T. S. *Physical Chemistry Chemical Physics*. 22 (2020) 169-178.
128. On the influence of salt concentration on the transport properties of reverse osmosis membranes in high pressure and high recovery desalination. Ebrahim, M. A.; Karan, S.; Livingston, A. G. *Journal of Membrane Science*. 594 (2020) 117339.
129. Single crystal, DNA interaction and cytotoxicity studies of rhenium(I) organometallic compounds. Varma, R. R.; Pursuwani, B. H.; Suresh, E.; Bhatt, B. S.; Patel, M. N. *Journal of Molecular Structure*. 1200 (2020) 127068.
130. Large Area Self-Assembled Ultrathin Polyimine Nanofilms Formed at the Liquid-Liquid Interface Used for Molecular Separation. Tiwari, K.; Sarkar, P.; Modak, S.; Singh, H.; Pramanik, S. K.; Karan, S.; Das, A. *Advanced Materials*. 32 (2020) 1905621.
131. Ectopic expression of C-4 photosynthetic pathway genes improves carbon assimilation and alleviate stress tolerance for future climate change. Yadav, S.; Mishra, A. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 26 (2020) 195-209.
132. PEGylated gold nanoparticles promoted rapid macromolecular chain-end transformation and formation of injectable hydrogels. Nutan, B.; Jewrajka, S. K. *Journal of Materials Chemistry B*. 8 (2020) 465-477.



133. Protonation-induced pH increase at the triblock copolymer micelle interface for transient membrane permeability at neutral pH. Sarkar, Y.; Roy, S.; Majumder, R.; Das, S.; Bhalani, D. V.; Ray, A.; Jewrajka, S. K.; Parui, P. P. *Soft Matter*. 16 (2020) 798-809.
134. CO<sub>2</sub> fixation by cycloaddition of mono/disubstituted epoxides using acyl amide decorated Co(II) MOF as a synergistic heterogeneous catalyst. Patel, P.; Parmar, B.; Pillai, R. S.; Ansari, A.; Khan, N. H.; Suresh, E. *Applied Catalysis A-General*. 590 (2020) 117375.
135. Enantioselective Michael Addition Reaction Catalysed by Enantiopure Binuclear Nickel(II) Close-Ended Helicates. Chinnaraja, E.; Arunachalam, R.; Samanta, K.; Natarajan, R.; Subramanian, P. S. *Advanced Synthesis & Catalysis*. 362 (2020) 1144-1155.
136. Two-dimensional lanthanide coordination polymer nanosheets for detection of FOX-7. Mahapatra, T. S.; Dey, A.; Singh, H.; Hossain, S. S.; Mandal, A. K.; Das, A. *Chemical Science*. 11 (2020) 1032-1042.
137. Surface segregation of segmented amphiphilic copolymer of poly (dimethylsiloxane) and poly(ethylene glycol) on poly(vinylidene fluoride) blend membrane for oil-water emulsion separation. Roy, S.; Bhalani, D. V.; Jewrajka, S. K. *Separation And Purification Technology*. 232 (2020) 115940.
138. Exploiting sigma-hole interaction to design small uncharged ligand molecules to stabilize G-quadruplex-DNA: a computational study. Si, M. K.; Saha, A.; Ganguly, B. *Journal of Molecular Modeling*. 26 (2020) 38.
139. Cross-linked amphoteric membrane: Sulphonated poly(ether ether ketone) grafted with 2,4,6-tris(dimethylaminomethyl)phenol using functionalized side chain spacers for vanadium redox flow battery. Kumar, S.; Bhushan, M.; Shahi, V. K. *Journal of Power Sources*. 448 (2020) 227358.
140. Callus culture and plantlet regeneration in date palm (*Phoenix dactylifera* L.): an important horticultural cash crop for arid and semi-arid horticulture. Rathore, M. S.; Patel, P. R.; Siddiqui, S. A. *Physiology and Molecular Biology of Plants*. 26 (2020) 391-398.
141. Metal-based surface active ionic liquids: Self-assembling characteristics and C-C bond functionalization of tertiary amines with TMSCN in aqueous micellar solutions. Kulshrestha, A.; Kumar, G.; Khan, N. H.; Kumar, A. *Journal of Molecular Liquids*. 299 (2020) 112157.
142. Scaling the production of *Monostroma* sp. by optimizing culture conditions. Kavale, M. G.; Italiya, B.; Veeragurunathan, V. *Journal of Applied Phycology*. 32 (2020) 451-457.
143. Science behind biostimulant action of seaweed extract on growth and crop yield: insights into transcriptional changes in roots of maize treated with *Kappaphycus alvarezii* seaweed extract under soil moisture stressed conditions. Kumar, R.; Trivedi, K.; Anand, K. G. V.; Ghosh, A. *Journal of Applied Phycology*. 32 (2020) 599-613.
144. Detailed Oil Compositional Analysis Enables Evaluation of Impact of Temperature and Biomass-to-Catalyst Ratio on ex Situ Catalytic Fast Pyrolysis of Pine Vapors over ZSM-5. Patel, H.; Hao, N. J.; Iisa, K.; French, R. J.; Orton, K. A.; Mukarakate, C.; Ragauskas, A. J.; Nimlos, M. R. *ACS Sustainable Chemistry & Engineering*. 8 (2020) 1762-1773.





145. Recent Advances in Fluorescent Probes for Detection of HOCl and HNO. Ashoka, A. H.; Ali, F.; Tiwari, R.; Kumari, R.; Pramanik, S. K.; Das, A. ACS Omega. 5 (2020) 1730-1742.
146. Synthesis of highly fluorescent and water soluble graphene quantum dots for detection of heavy metal ions in aqueous media. Raj, S. K.; Yadav, V.; Bhadu, G. R.; Patidar, R.; Kumar, M.; Kulshrestha, V. Environmental Science and Pollution Research. 28 (2021) 46336–46342.
147. Polyaniline@porous polypropylene for efficient separation of acid by diffusion dialysis. Prajapati, P. K.; Reddy, N. N.; Nimiwal, R.; Singh, P. S.; Adimurthy, S.; Nagaral, R. K. Separation and Purification Technology. 233(2020) 115989.
148. Assembly of MIL-101(Cr)-sulphonated poly(ether sulfone) membrane matrix for selective electrodialytic separation of  $Pb^{2+}$  from mono-/bi-valent ions. Sharma, P.; Shahi, V. K. Chemical Engineering Journal. 382 (2020) 122688.
149. Catalytic Approaches for the Direct Heterofunctionalization of Aliphatic Carboxylic Acids and Their Equivalents with Group 16 Elements. Kumar, J.; Rahaman, A.; Singh, A. K.; Bhadra, S. Chemistry-An Asian Journal. 15 (2020) 673-689.
150. A Remote 'Imidazole'-Based Ruthenium(II) Para-Cymene Pre-catalyst for the Selective Oxidation Reaction of Alkyl Arenes and Alcohols. Dutta, M.; Bania, K. K.; Pratihari, S. Chemistry-An Asian Journal. 15 (2020) 926-932.
151. Acid stable bi-functional cation exchange membrane based on modified poly(vinylidene fluoride-co-hexafluoropropylene) for electrochemical Bunsen process. Das, A. K.; Shahi, V. K. Journal of Power Sources. 450 (2020) 227622.
152. High performance cross-linked dehydro-halogenated poly (vinylidene fluoride-co-hexafluoro propylene) based anion-exchange membrane for water desalination by electrodialysis. Singh, A. K.; Kumar, S.; Bhushan, M.; Shahi, V. K. Separation and Purification Technology. 234 (2020) 116078.
153. Characterization of phenazine-1-carboxylic acid by Klebsiella sp. NP-C49 from the coral environment in Gulf of Kutch, India. Patel, N. P.; Raju, M.; Haldar, S.; Chatterjee, P. B. Archives of Microbiology. 202 (2020) 351-359.
154. Pore-Functionalized and Hydrolytically Robust Cd(II)-Metal-Organic Framework for Highly Selective, Multicyclic CO<sub>2</sub> Adsorption and Fast-Responsive Luminescent Monitoring of Fe(III) and Cr(VI) Ions with Notable Sensitivity and Reusability. Singh, M.; Senthilkumar, S.; Rajput, S.; Neogi, S. Inorganic Chemistry. 59 (2020) 3012-3025.
155. Polyetherimide based anion exchange membranes for alkaline fuel cell: Better ion transport properties and stability. Yadav, V.; Rajput, A.; Sharma, P. P.; Jha, P. K.; Kulshrestha, V. Colloids and Surfaces A-Physicochemical and Engineering Aspects. 588 (2020) 124348.
156. Gemini basic ionic liquid as bi-functional catalyst for the synthesis of 2,3-dihydroquinazolin-4(1H)-ones at room temperature. Dutta, A.; Damarla, K.; Kumar, A.; Saikia, P. J.; Sarma, D. Tetrahedron Letters. 61 (2020) 151587.



157. Zn(II)/Cd(II) based mixed ligand coordination polymers as fluorosensors for aqueous phase detection of hazardous pollutants. Parmar, B.; Bisht, K. K.; Rachuri, Y.; Suresh, E. *Inorganic Chemistry Frontiers*. 7 (2020) 1082-1107.
158. Metabolic profiling and scavenging activities of developing circumscissile fruit of psyllium (*Plantago ovata* Forssk.) reveal variation in primary and secondary metabolites. Patel, M. K.; Mishra, A.; Jaiswar, S.; Jha, B. *BMC Plant Biology*. 20 (2020) 116.
159. Probing the Interaction of Nucleobases and Fluorophore-Tagged Nucleobases with Graphene Surface: Adsorption and Fluorescence Studies. Bhai, S.; Ganguly, B. *ChemistrySelect*. 5 (2020) 3191-3200.
160. Studies on Interaction Potency Model based Drug Synergy and Therapeutic Potential of Triple Stimuli Responsive Delivery of Doxorubicin and 5-Fluoro-2-Deoxyuridine against Lymphoma using Disulfide Bridged Cysteine over Mesoporous Silica Nanoparticles. P. Srivastava; S. K. Hira; A. Paladhi; R. Singh; U. Gupta; Divesh N. Srivastava; R. A. Singh, P. P. Manna. *Journal of Materials Chemistry B*, 08 (2020) 1411-1421.
161. Development of RuO<sub>2</sub>/CeO<sub>2</sub> heterostructure as an efficient OER electrocatalyst for alkaline water splitting. S. M. Galani; A. Mondal; Divesh N. Srivastava; A. B. Panda. *International Journal of Hydrogen Energy* 45 (2020) 18635-18644.
162. Large scale synthesis of Mo<sub>2</sub>C nanoparticle incorporated carbon nanosheet (Mo<sub>2</sub>C-C) for enhanced hydrogen evolution reaction. A. Mondal; K. Sinha, A. Paul, Divesh N. Srivastava, A. B. Panda. *International Journal of Hydrogen Energy* 45 (2020) 18623-18634.
163. AgVO<sub>3</sub> Nanorods Decorated with Polypyrrole and Tetraphenylporphyrin as Ternary Catalysts for Oxygen Electrode Reactions. P. Mondal; U. K. Ghorui; J. Satra; S. Mardanya; Divesh N. Srivastava; G. R. Bhadu; B. Adhikary. *ACS Appl. Nano Mater.* 3 (2020) 3876-3891.
164. A novel Polysulfone/Iron-Nickel oxide nanocomposite membrane for removal of heavy metal and protein from water. M. R. Raviya; M. V. Gauswami; H. D. Raval. *Water Environment Research* 92 (2020) 1990-1998.
165. A Highly Selective Turn-On Biosensor for Measuring Spermine/Spermidine in Human Urine and Blood. R. R. Nair; S. Debnath; S. Das; P. Wakchaure; B. Ganguly; P. B. Chatterjee. *ACS Applied Bio Materials* 2 (2019) 2374-2387.
166. Designing multi-component biodegradable/biocompatible amphiphilic polymer co-networks for biomedical applications. A. K. S. Chandel; S. K. Jewrajka. *RSC Polymer Chemistry Series* 33 (2020) 47-76.
167. Diamines as tunable chemicals in thin film composite membrane formation. R. Mehta; A. Bhattacharya. *Advances in Chemistry Research* 62 (2020) 201-231.
168. In vitro optimization for enhanced cellulose degrading enzyme from *Bacillus licheniformis* KY962963 associated with a microalgae *Chlorococcum* sp. using OVAT and statistical modeling. F. Shah; S. Mishra. *SN Applied Sciences* 2 (2020) 1923.
169. Synthetic polymer-based membranes for desalination. P. S. Singh; P. Ray; A. F. Ismail. *Synthetic Polymeric Membranes for Advanced Water Treatment, Gas Separation, and Energy Sustainability* (2020), 23-38.
170. Identification of the inorganic constituents in urinary stones using powder-XRD, FT-IR, FE-



- SEM, EDX and HR-TEM and structural characterization using powder-XRD data. R. Laiya; P. A. Bhatt; P. Paul. *Journal of the Indian Chemical Society* 97 (2020) 1487-1497.
171. Analytical methods for characterization of the mineralogical constituents of the urinary stones and influence of various factors for its reoccurrence. R. Laiya; P.A. Bhatt; A. Bhatt; P. Paul. *Journal of the Indian Chemical Society* 97 (2020) 75-84.
  172. Revealing the Origin of  $\pi$ -facial and Regioselectivity in the Diels-Alder Reaction of Unsymmetrical, Cage-annulated 1,3-Cyclohexadiene with Ethyl Propiolate Dienophile: a DFT Study. T. R. Patel; B. Ganguly. *ChemistrySelect* 5 (2020) 13524-13529.
  173. DES-N-doped oxygenated carbon dot colloidal solutions for light harvesting and bio-imaging applications. K. Damarla; S. Mehra; T. S. Kang; S. Yadav; A. Mishra; A. Kumar. *Materials Advances* 01 (2020) 3476-3482.
  174. Styrene-co-DVB grafted PVDF proton exchange membranes for vanadium redox flow battery applications. A. Rajput; H. Khan; S. K. Raj; R. Kothandaraman; V. Kulshrestha. *Materials Advances* 01 (2020) 1930-1938.
  175. Synthesis and characterization of nylon 6 polymer nanocomposite using organically modified Indian bentonite. S. Kumaresan; D. S. Rokade; Y. N. Marathe; P. G. Ingole; R. R. Pawar; H. V. Pol; H. C. Bajaj. *SN Applied Sciences* 2 (2020) 1412.
  176. Effects of *Ascophyllum* marine plant extract powder (AMPEP) on tissue growth, proximate, phenolic contents, and free radical scavenging activities in endemic red seaweed *Gracilaria corticata* var. *cylindrica* from India. P. Dawange; S. Jaiswar. *Journal of Applied Phycology* 32 (2020) 4127-4135.
  177. Catalytic Direct  $\alpha$ -Amination of Arylacetic Acid Synthons with Anilines. J. Kumar; E. Suresh; S. Bhadra. *Journal of Organic Chemistry* 85 (2020) 13363-13374.
  178. Exploiting  $\sigma$ -hole interaction to design small uncharged ligand molecules to stabilize G-quadruplex-DNA: a computational study. M. K. Si; A. Saha; B. Ganguly. *Journal of Molecular Modeling* 26 (2020) 38.
  179. Plant growth promoting rhizobacterium *Stenotrophomonas maltophilia* BJ01 augments endurance against  $N_2$  starvation by modulating physiology and biochemical activities of *Arachis hypogea*. A. Alexander; V. K. Singh; A. Mishra; B. Jha. *PLoS One* 14 (2019) e0222405.
  180. An Ionophore for High Lithium Loading and Selective Capture from Brine. H. Gohil; S. Chatterjee; S. Yadav; E. Suresh; A. R. Paital. *Inorganic Chemistry* 58 (2019) 7209-7219.
  181. Stimuli-Responsive Nanocapsules for the Spatiotemporal Release of Melatonin: Protection against Gastric Inflammation. S. K. Pramanik; U. Pal; P. Choudhary; H. Singh; R. J. Reiter; A. Ethirajan; S. Swarnakar; A. Das., *ACS Applied Bio Materials* 2 (2019) 5218-5226.
  182. एल5-टीएम तथा एल7-ईटीएम+ प्रतिबिंबों के उपयोग से मन्नार की खाड़ी (जैवमंडल रिजर्व) के कूसादाई द्वीप की तटीय विशेषता में परिवर्तन का संसूचन. सुबीर कुमार मंडल एवं कान्ति भूषण पाण्डेय. *भारतीय वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान पत्रिका* 27 (2019) 79-90.





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

<b>Title of the chapter</b>	Biofloculated industrial wastewater for ameliorating biofloculant production
<b>Authors</b>	Nidhi Joshi, Madhava Anil Kumar, Kalpana Mody
<b>Title of the Book</b>	Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Resource Recovery from Wastes
<b>Editor</b>	Sunita Varjani; Ashok Pandey; Edgard Gnansounou; Samir Kumar Khanal; Sindhu Raveendran
<b>Publisher</b>	Elsevier B.V.
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-0-444-64321-6 DoI: 10.1016/b978-0-444-64321-6.00005-7
<b>Publishing year</b>	2020
<b>Page numbers</b>	91-114

<b>Title of the chapter</b>	Approaches for recovering bio-based products from municipal and industrial wastes
<b>Authors</b>	Abhijit Dave, Mansi Bhatt, Madhava Anil Kumar
<b>Title of the Book</b>	Current Developments in Biotechnology and Bioengineering: Resource Recovery from Wastes
<b>Editor</b>	Sunita Varjani; Ashok Pandey; Edgard Gnansounou; Samir Kumar Khanal; Sindhu Raveendran
<b>Publisher</b>	Elsevier B.V.
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-0-444-64321-6 DoI: 10.1016/b978-0-444-64321-6.00010-0
<b>Publishing year</b>	2020
<b>Page numbers</b>	199-216

<b>Title of the chapter</b>	An Approach toward cellulase production, bioconversion, and utilization
<b>Authors</b>	Freny Shah, Bablesh Ranawat, Sandhya Mishra
<b>Title of the Book</b>	Advanced Bioprocessing for Alternative Fuels, Biobased Chemicals, and Bioproducts: Technologies and Approaches for Scale-Up and Commercialization Woodhead Publishing Series in Energy
<b>Editor</b>	Majid Hosseini
<b>Publisher</b>	Elsevier Inc.
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-0-12-817941-3 DoI: 10.1016/b978-0-12-817941-3.00011-5
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	207-223

<b>Title of the chapter</b>	Pathogenic microbial genetic diversity with reference to health
<b>Authors</b>	Shruti Chatterjee, Ishan H. Raval
<b>Title of the Book</b>	Microbial Diversity in the Genomic Era
<b>Editor</b>	Surajit Das, Hirak Ranjan Dash
<b>Publisher</b>	Academic Press, Elsevier, USA



<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-0-12-814849-5 DoI: 10.1016/b978-0-12-814849-5.00032-0
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	559-577

<b>Title of the chapter</b>	Recent advances and future prospective of biogas production
<b>Authors</b>	Rahulkumar Maurya, Sushma Rani Tirkey, Soundarya Rajapitamahuni, Arup Ghosh, Sandhya Mishra
<b>Title of the Book</b>	Advanced Bioprocessing for Alternative Fuels, Biobased Chemicals, and Bioproducts: Technologies and Approaches for Scale-Up and Commercialization Woodhead Publishing Series in Energy
<b>Editor</b>	Majid Hosseini
<b>Publisher</b>	Elsevier Inc.
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-0-12-817937-6 DoI: 10.1016/b978-0-12-817937-6.00009-6
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	159-178

<b>Title of the chapter</b>	Introgression of C4 Pathway Gene(s) in C3 Plants to Improve Photosynthetic Carbon Assimilation for Crop Improvement: A Biotechnological Approach.
<b>Authors</b>	Sonam Yadav, Avinash Mishra
<b>Title of the Book</b>	Photosynthesis, Productivity and Environmental Stress
<b>Editor</b>	P. Ahmad, M. A. Ahanger, M. N. Alyemeni, P. Alam
<b>Publisher</b>	John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 9781119501770 2019 DoI: 10.1002/9781119501800.ch13
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	267-282

<b>Title of the chapter</b>	Waste biomass utilization for liquid fuel: Challenges and solutions
<b>Authors</b>	Sourish Bhattacharya, Surajbhan Sevda, Pooja Bachani, Vamsi Bharadwaj, Sandhya Mishra
<b>Title of the Book</b>	Liquid Biofuel Production
<b>Editor</b>	Lalit Kumar Singh, Gaurav Chaudhary
<b>Publisher</b>	John Wiley & Sons, Inc
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 9781119459873 DoI: 10.1002/9781119459866.ch3
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	73-87

<b>Title of the chapter</b>	Graft modification of Polymers: Application in membranes
<b>Authors</b>	Romil Mehta, Paramita Manna, Amit Bhattacharya
<b>Title of the Book</b>	Encyclopedia of Polymer Applications



<b>Editor</b>	Munmaya Mishra
<b>Publisher</b>	Taylor & Francis
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: DoI: 978-1-4987-2993-2
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	1712-1728

<b>Title of the chapter</b>	Diamines as tunable chemicals in Thin Film Composite Membrane formation
<b>Authors</b>	Romil Mehta, A. Bhattacharya
<b>Title of the Book</b>	Advances in Chemistry Research
<b>Editor</b>	James C. Taylor
<b>Publisher</b>	Nova science Publishers
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-1-53617-921-7 DoI:
<b>Publishing year</b>	2020
<b>Page numbers</b>	

<b>Title of the chapter</b>	Exploring Human Bacterial Diversity Toward Prevention of Infectious Disease and Health Promotion
<b>Authors</b>	B. Yousuf, Avinash Mishra
<b>Title of the Book</b>	Microbial Diversity in the Genomic Era
<b>Editor</b>	Surajit Das, Hirak Ranjan Dash
<b>Publisher</b>	Academic Press, Elsevier, USA
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-0-12-814849-5 DoI:
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	519-533

<b>Title of the chapter</b>	Introgression of halophytic salt stress-responsive genes for developing stress tolerance in crop plants
<b>Authors</b>	R. K. Jha, J. Patel, Avinash Mishra, B. Jha Avinash
<b>Title of the Book</b>	Halophytes and climate change: adaptive mechanisms and potential uses
<b>Editor</b>	M. Hasanuzzaman, S. Shabala, M. Fujita
<b>Publisher</b>	CABI, Wallingford, UK
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 9781786394330 DoI:
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	275–286

<b>Title of the chapter</b>	Halotolerant Rhizobacteria: A Promising Probiotic for Saline Soil-Based Agriculture
<b>Authors</b>	A. Alexander, Avinash Mishra, B. Jha
<b>Title of the Book</b>	Saline Soil-based Agriculture by Halotolerant Microorganisms
<b>Editor</b>	M. Kumar, H. Etesami, V. Kumar
<b>Publisher</b>	Springer, Singapore





<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-981-13-8334-2 DoI:
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	53-73

<b>Title of the chapter</b>	Genome Editing: Advances and Prospects
<b>Authors</b>	J. Patel, Avinash Mishra
<b>Title of the Book</b>	Plant Biotechnology: Progress in Genomic Era
<b>Editor</b>	S. Khurana, R. Gaur
<b>Publisher</b>	Springer, Singapore
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-981-13-8498-1 DoI:
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	147-174

<b>Title of the chapter</b>	Recent Advances in the Transcriptomics of Seaweeds
<b>Authors</b>	B. Tanna, Avinash Mishra
<b>Title of the Book</b>	Encyclopedia of Marine Biotechnology
<b>Editor</b>	S. Kim
<b>Publisher</b>	John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 9781119143772 DoI:
<b>Publishing year</b>	2020
<b>Page numbers</b>	1909–1917

<b>Title of the chapter</b>	Microbial-assisted heavy metal remediation: Bottlenecks and prospects
<b>Authors</b>	A. Bhayani, K. Mehta, S. Bhattacharya, S. Mishra, R. Dineshkumar
<b>Title of the Book</b>	Removal of Toxic Pollutants through Microbiological and Tertiary Treatment
<b>Editor</b>	Maulin P Shah
<b>Publisher</b>	Elsevier
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: DoI: 10.1016/B978-0-12-821014-7.00014-9
<b>Publishing year</b>	2020
<b>Page numbers</b>	349-372

<b>Title of the chapter</b>	Plant mediated synthesis, applications and challenges of magnetic nanostructures
<b>Authors</b>	A. Bhayani, K. Mehta, S. Bhattacharya, S. Mishra, R. Dineshkumar
<b>Title of the Book</b>	Removal of Toxic Pollutants through Microbiological and Tertiary Treatment
<b>Editor</b>	Maulin P Shah
<b>Publisher</b>	Elsevier
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: DoI: 10.1016/B978-0-12-821014-7.00014-9



<b>Publishing year</b>	2020
<b>Page numbers</b>	349-372

<b>Title of the chapter</b>	Plant mediated synthesis, applications and challenges of magnetic nanostructures.
<b>Authors</b>	P. Dubey, G. Watal, K. B. Pandey.
<b>Title of the Book</b>	Magnetic Nanostructures: Environmental and Agricultural Applications.
<b>Editor</b>	A. Kamel, Mohamed A. Abd-Elsalam, Ram Prasad
<b>Publisher</b>	Springer Nature Switzerland
<b>Book identifier number (ISBN, ISSN, DOI etc.)</b>	ISBN: 978-3-030-16438-6 (Print) DoI: 10.1007/978-3-030-16439-3_3
<b>Publishing year</b>	2019
<b>Page numbers</b>	33-47

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

भारतीय पेटेंट दायर: (10 पेटेंट आवेदन)

[Indian Patent Filed: (10 Patent Applications)]

SN	Title	Inventors	Patent Application Number
1	An integrated zero discharge process for the production of keratin and melanin from waste human hair	Prasad Kamalesh, Singh Nripat, Maity Tapan Kumar	201911017481
2	Polymeric adsorbent for removal of hazardous ions and bacteria from water	Sharma Saroj, Gupta Anil Ramprakash, Singh Aneesha, Ranawat Bablesh	201911022082
3	A process for the preparation of thin film composite reverse osmosis membranes with enhanced antifouling property and permeate flux	Jewrajka Suresh Kumar, Saha Nirmal Kumar, Trivedi Jaladhi Sanjaykumar, Bhalani Dixit Vinubhai	201911023080
4	A process for the preparation of flavouring ketones	Biradar Ankush Venkatrao, Khan Noor Ul Hasan, Bajaj Hari Chand, Naikwadi Dhanaji Rajaram, Ravi Krishnan	201911024665
5	Fluorinated-aliphatic hydrocarbon based stable anion-exchange membrane and its method of preparation thereof	Shukla Geetanjali, Bhushan Mani, Kumar Sonu, Das Arindam Kumar, Sharma Prerana, Singh Anuj Kumar, Shahi Vinod Kumar, Bhargava Bharat, Parvatalu Damaraju	201911025144
6	Aqueous chitin solutions fortified with plant macronutrients and process for preparation thereof	Prasad Kamalesh, Singh Nripat, Sharma Gyanendra	201911026412



7	Crosslinked polyacrylonitrile based anion exchange membranes and process for the preparation thereof	Chatterjee Uma, Jewrajka Suresh Kumar, Mondal Rakhi, Pal Sandip	201911043025
8	Ultrathin polymer nanofilm composite membrane and a process for preparation thereof	Karan Santanu, Sarkar Pulak, Modak Solagna	201911054150
9	Highly selective ultrathin polymer nanofilm composite membrane and process for preparation thereof	Karan Santanu, Sarkar Pulak, Modak Solagna	201911054162
10	A process for the recovery of high purity salts from crudes containing sodium chloride and sodium sulphate	Kumar Arvind, Upadhyay Sumesh Chandra, Sanghavi Rahul Jasvantrai, Hamidani Abdul Hamid Usmanbhai, Vyas Bipin Gordhanbhai, Makwana Mahesh Harjibhai, Dobariya Rakesh Vinubhai, Bhatti Sameer Jayendrabhai, Gauswami Maulik Vinodpuri	202011009669

**भारतीय पेटेंट स्वीकृत: (12 पेटेंट आवेदन)**

**[Indian Patent Granted: (12 Patent Applications)]**

SN	Title	Inventors	Patent Application Number
1	A process for the preparation of recyclable chiral catalysts for asymmetric nitroaldol reaction for the synthesis of pharmaceutically important compounds	Kureshy Rukhsana Ilyas, Khan Noor -Ul Hasan, Abdi Sayed Hasan Razi, Bajaj Hari Chand, Roy Tamal, Das Anjan	312298
2	Improved v-trough solar concentrator system for enhanced power output from conventional photovoltaic array powering a community scale reverse osmosis desalination unit	Subarna Maiti, Pushpito Kumar Ghosh, Sodankur Thimmannabhat Rajan, Sohan Lal Daga, Jitendra Narsinhbhai Bharadia, Kairavi Gaurav Vyas, Pratap Shashikant Bapat, Pankaj Arvind Patel, Sanat Kumar Natvarlal Patel, Labhubhai Manajibhai Kachadia, Gaurang Shambhuprasad Trivedi, Praful Kalubhai Harsora, Hitesh Mohanbhai Tadv	313273
3	Thin film composite reverse osmosis membrane with antifouling properties and method of preparation of the same	Pushpito Kumar Ghosh, Suresh Kumar Jewrajka, Alamuru Venkata Rami Reddy, Sanjay Mandal, Sadhika Khullar	316694
4	Process for production of sulphate of potash from bittern through selective extraction of potassium	Pratyush Maiti, Pushpito Kumar Ghosh, Mahesh Ramniklal Gandhi, Ignesh Solanki, Harshad Raman Rahmbhatt	318659





5	Integrated process of production of potassium sulphate and ammonium sulphate from kainite mixed salt	Pushpito Kumar Ghosh, Pratyush Maiti, Maheshkumar Ramniklal Gandhi	319275
6	Improved solar dryer and method of operation for enhanced efficiency of drying	Pushpito Kumar Ghosh, Subarna Maiti, Pankaj Arvindbhai Patel, Jitendra Narsinhbhai Bharadia, Shobhit Singh Chauhan, Mahesh Laxmanbhai Sanghani, Pradip Vinubhai Parmar, Kruthika Eswaran, Paraskumar Vivekbabu Agravat	320446
7	New use of salt bitterns as draw solution in forward osmosis for energy efficient dewatering and process thereof	Pushpito Kumar Ghosh, Dibyendu Mondal, Sanna Kotrappanavar Nataraj, Alamuru Venkata Rami Reddy, Pratyush Maiti, Krishna Kanta Ghara, Sumesh Chandra Upadhyay	321169
8	A manually operated continuous flow type drinking water disinfectant using concentrated solar radiation	Sodankur Rajan Thimmannabhat, Ghosh Pushpito Kumar, Patel Sanatkumar Natvarlal, Bharadia Jitendrabhai Narsinhbhai	323486
9	Method for micro-propagation of jatropha curcas plants from leaf explants	Muppala Parandhami Reddy, Nitish Kumar, Gopalakrishnan Vijayanand, Singh Aneesha Harikrishna, Sweta Singh	325380
10	A modified thin film composite reverse osmosis membranes and a process for preparation thereof	Alamuru Venkata Rami Reddy, Saha Nirmal Kumar, Jewrajka Suresh Kumar, Jitendra Jaydevprasad Trivedi, Paramita Ray, Nagendra Pathak, Gaurang Shambuprasad Trivedi, Temubha Bhupatsinh Gohil, Rahul Shubhash Patil	325710
11	Dewatering process through forward osmosis (fo) using deep eutectic solvents with and without dispersed magnetic nanoparticles as novel draw solutions	Alamuru Venkata Rami Reddy, Nataraj Sanna Kotrappanavar, Kamalesh Prasad, Dibyendu Mondal, Polisetti Veera Babu, Jitkumar Bhatt, Ashesh Mahto	328967
12	Double fortified salt composition containing iron and iodine and process for the preparation thereof	Jatin Rameshchandra Chunawala, Pushpito Kumar Ghosh, Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Satish Hariray Mehta, Mrunalben Vinodray Sheth	330285



**विदेशी पेटेंट दायर: (2 आविष्कारों के लिए 6 पेटेंट आवेदन)**  
[Foreign Patent filed: (6 Filed for 2 Inventions)]

SN	Title	Inventors	Country	Patent Application Number
1.	A process for the preparation of potassic fertiliser from alcohol distillery effluent	Maiti Pratyush, Halder Soumya, Maiti Subarna	PH	1-2019-501059
			US	16/468603
			BR	BR 11 2019 013541 3
			TH	1901004250
2	A process for recovery of de-salted organics from spent wash	Maiti Pratyush, Patel Brijesh	WO	PCT/IN2019/050837
			PK	760/2019

**विदेशी पेटेंट स्वीकृत: (10 आविष्कारों के लिए 16 पेटेंट आवेदन)**  
[Foreign Patent Granted: (16 Granted for 10 Inventions)]

SN	Title	Inventors	Country	Patent Application Number
1	Preparation of functionalized castor oil derivatives using solid acid and base catalysts	Kannan Srinivasan, Sivashunmugam Sankaranarayanan	US	10260023
2	A process for preparation of synthetic hydrotalcite using industrial waste	Maheshkumar Ramniklal Gandhi, Jatin Rameshchandra Chunawala, Satish Hariray Mehta	EP	2890641
			DE	2890641
			GB	2890641
			NL	2890641
3	An improved process for preparation of magnesium oxide	Ghosh Pushpito Kumar, Joshi Himanshi Labhshanker, Deraiya Hasina Hajibhai, Gandhi Maheshkumar Ramniklal, Dave Rohit Harshdrai, Langalia Kaushik Jethalal, Mohandas Vadakke Puthoor	JO	3345
4	Preparation of AC@MOF composite with enhanced methane storage capacity	Bajaj Hari Chand, Somani Rajesh Shantilal, Rallapalli	EP	2691171
			GB	2691171
			DE	2691171



		Phani Bs, Patil Dinesh, Prasanth Karikkethu Prabhakaran, Raj Manoj C, Thakur Rajendra Singh, John Mathew, Newalkar Bharat Lakshman, Chaudhary Nettem Venkateswarlu	KR	10-2050608
5	Integrated process for potash recovery from biomethanated spent wash with concomitant environmental remediation of effluent	Pratyush Maiti, Krishna Kanta Ghara, Soumya Halder, Neha Pratap Patel, Subarna Maiti, Prasanta Das, Charola Samirkumar Kanjibhai	PK	142996
6	An integrated process to valorize seaweed biomass for a spectrum of bioproducts	Chennur Radhakrishna Reddy, Ravi Singh Baghel, Nitin Trivedi, Puja Kumari, Vishal Gupta, Kamlesh Prasad, Ramavatar Meena	AU	2014374908
7	A facile synthesis of seaweed polysaccharides based hydrophobic biocompatible crosslinked composite porous materials for energy-efficient separation	Ramavatar Meena, Naresh Dharmashibhai Sanandiya, Jai Prakash Chaudhary, Dibyendu Mondal, Nataraj Sanna Kotrappanavar	JP	6567513
8	Low fouling thin film composite reverse osmosis membranes with improved chlorine resistance and a process for preparation thereof	Alamuru Venkata Rami Reddy, Saha Nirmal Kumar, Jewrajka Suresh Kumar, Jitendra Jaydevprasad Trivedi, Paramita Ray, Nagendra Pathak, Gaurang Shambuprasad Trivedi, Temubha Bhupatsinh Gohil,	US	10384171





		Rahul Shubhash Patil		
9.	Novel ion exchange membrane and the process of preparation thereof	Uma Chatterjee, Suresh Kumar Jewrajka, Sreekumaran Thampy	JP	6605465
10	A novel method for the production of graphene sheets with tunable functionalities from seaweeds using deep eutectic solvents	Kamlesh Prasad, Mukesh Sharma, Dibyendu Mondal, Arka Saha, Nripat Singh	US	10549997

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

- 1. Presentation:** Heteroatom doped carbon catalyst for the electrochemical reduction of carbon dioxide to useful fuel and chemicals.; **Authors:** Kirti, Amravati Singh, Ankush V. Biradar, Divesh N. Srivastava; **Conference:** National seminar on catalysis for fine chemicals; **Venue:** CSIR-CSMCRI, Bhavnagar; **Date:** 25 Jul 2019.
- 2. Presentation:** A Biodegradable Polymer Composite Electrode Platform for Capacitive Energy Storage.; **Authors:** Kirti, Rajiv Gupta, Divesh N. Srivastava **Conference:** International Conference on Electrochemistry in Industry, Health and Environment EIHE-2020 **Venue:** BARC, Mumbai; **Date:** 20-25 Jan-2020.
- 3. Presentation:** Tunable heterojunction using conducting polymer for Photovoltaic Application **Authors:** Sunil Luhar, Rajeev Gupta, Divesh N. Srivastava **Conference:** International Conference on Electrochemistry in Industry, Health and Environment EIHE-2020 **Venue:** BARC, Mumbai; **Date:** 20- 25-Jan-2020.
- 4. Presentation:** Thin film Polyamide composite membranes, the milestone in water purification; **Authors:** A. Bhattacharya; **Conference:** National Webinar; **Venue:** Alipurduar College, W. Bengal; **Date:** 07 August 2020.
- 5. Presentation:** Metabolite profiling, and Biochemical activities of abundant tropical green seaweeds from Saurashtra coast of Gujarat reveal the nutraceutical potential of Caulerpa spp. **Authors:** Babita Choudhary, Bhakti Tanna, Avinash Mishra **Conference:** International Conference on New horizons in Biotechnology; **Venue:** CSIR-National Institute for Interdisciplinary science and Technology (CSIR-NIIST) and The Biotech Research Society (India) at Thiruvananthapuram, Kerala, India; **Date:** 20-24 November 2019.
- 6. Presentation:** Metabolomic and physio-biochemical analysis of groundnut under different combined abiotic stress conditions; **Authors:** J. Patel, Avinash Mishra, **Conference:** International Conference on New horizons in Biotechnology; **Venue:** CSIR-National Institute for Interdisciplinary science and Technology (CSIR-NIIST) and The Biotech Research Society (India) at Thiruvananthapuram, Kerala, India; **Date:** 20-24 November 2019.
- 7. Presentation:** Salt and Drought responsive gene (SbSDR1) from Salicornia brachiata acts as molecular switch and considered potential candidate for genetic transformation of groundnut (Arachis hypogaea L.); **Authors:** J. Patel, Avinash Mishra, **Conference:** International Conference



- on Panorama of Life Sciences; **Venue:** Department of Life sciences at M.K. Bhavnagar University, Bhavnagar, Gujarat, India; **Date:** 28 January 2020.
8. **Presentation:** Lipid content and fatty acid profiling of halophytes for renewable energy; **Authors:** J. Koshiya, Avinsah Mishra; **Conference:** International Conference on Panorama of Life Sciences; **Venue:** Department of Life sciences at M.K. Bhavnagar University, Bhavnagar, Gujarat, India; **Date:** 28 January 2020.
  9. **Presentation:** Isolation and cloning of antiporter gene promoter from extreme halophyte *Salicornia brachiata*; **Authors:** D. Hapani, Avinash Mishra; **Conference:** International Conference on Panorama of Life Sciences; **Venue:** Department of Life sciences at M.K. Bhavnagar University, Bhavnagar, Gujarat, India **Date:** 28 January 2020.
  10. **Presentation:** Extraction of sodium alginate from Indian alginophytes: Focus on plant stimulant and cellulose; **Authors:** Mansi Gajjar, Paritri Upadhyay, Kamalesh Prasad; **Conference:** Advances in Chemical Sciences and Technology for Environment and Sustainability (ACSTES - 2020); **Venue:** Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology (SVNIT) Surat; **Date:** 27 February 2020.
  11. **Presentation:** Extraction of sodium alginate from Indian alginophytes: A biorefinery approach; **Authors:** Paritri Upadhyay, Mansi Gajjar, Kamalesh Prasad; **Conference:** Advances in Chemical Sciences and Technology for Environment and Sustainability (ACSTES - 2020); **Venue:** Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology (SVNIT) Surat; **Date:** 27 February 2020.
  12. **Presentation:** Processing of waste human hair in an ionic liquid in a biorefinery mode; **Authors:** Nripat Singh, Kamalesh Prasad; **Conference:** Su-CHEM YUVA 2019; **Venue:** CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad; **Date:** 24-26 July 2019.
  13. **Presentation:** Processing the animal wool using green solvent and it's application: A biorefinery concept; **Authors:** Tapan Kumar Maity, Nripat Singh, Sanju Singh, Pradip Vaghela, Pramod B. Shinde, Arup Ghosh, Kamalesh Prasad; **Conference:** National Seminar on Catalysis and Fine Chemicals (NSCFC-2019); **Venue:** CSIR- Central Salt and Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar; **Date:** 25 July 2019.
  14. **Presentation:** Isolation and Characterisation of *Gracillaria dura* Associated Microbes for the Identification of Bioactive Potential; **Authors:** Doniya Elze Mathew, Sanju Singh, Pankaj Kumar, Vishal Ghadge, Vaibhav. A Mantri, Pramod B. Shinde; **Conference:** Bioprospecting of Algae: Resources, Conservation and Utilization; **Venue:** Central University of Kerala, Kasargod, Kerala; **Date:** 01-02 August 2019.
  15. **Presentation:** Endophytic Actinomycetes as a Source of Bioactive Compounds; **Authors:** Pankaj Kumar, Vishal Ghadge, Sanju Singh, Doniya Elze Mathew, Pramod B. Shinde; **Conference:** International Workshop on Biology and Applications of Actinomycetes; **Venue:** University of Mysore in association with Helmholtz Centre for Infection Research & Technical University of Braunschweig, Germany at Mysore; **Date:** 31 October – 01 November 2019.
  16. **Presentation:** Composite film of 4,4-bis(5-methyl- thiophen-2-yl)pentanoic acid, a biomass-derived plasticizer, and PVA with improved physicochemical & biological properties; **Authors:** Sreedhar Gundekari, Kannan Srinivasan; **Conference:** National Seminar on Catalysis for Fine Chemicals (NSCFC-2019); **Venue:** CSIR- Central Salt and Marine Chemicals Research Institute, Bhavnagar; **Date:** 25 July 2019.
  17. **Presentation:** Selective preparation of renewable ketals from biomass-based carbonyl compounds with polyols using  $\beta$ -zeolite as reusable catalyst; **Authors:** Sreedhar Gundekaria, Mariappan M,



Kannan Srinivasan; **Conference:** National Workshop on Catalysis – Catalysis for Clean Energy and Sustainable Future; **Venue:** Indian Institute of Technology-Delhi; **Date:** 31 May-01 June 2019.

18. **Presentation:** Direct synthesis of diethyl carbonate from carbon dioxide and ethanol over Pd/C catalyst; **Authors:** Mariyamuthu Mariyaselvakumar, Kannan Srinivasan **Conference:** National Workshop on Catalysis – Catalysis for Clean Energy and Sustainable Future; **Venue:** Indian Institute of Technology-Delhi; **Date:** 31 May-01 June 2019.
19. **Presentation:** Selective Oxidation of aliphatic alcohols by using ruthenium supported on  $\text{MnCo}_2\text{O}_4$  under base-free condition; **Authors:** Dakhara Bhavesh, Kannan Srinivasan, **Conference:** National Workshop on Catalysis – Catalysis for Clean Energy and Sustainable Future; **Venue:** Indian Institute of Technology-Delhi; **Date:** 31 May-01 June 2019.
20. **Presentation:** Humin furanic polymers as UV-shielding material in the transparent thin-film composite; **Authors:** Rajathsing Kalusulingam, Sampath Gajula, Koilraj Paulmanickam, Shanthana Lakshmi Duraikkannu, Kannan Srinivasan; **Conference:** Energy, Functional Materials and Nanotechnology & Sustainable Environment Management (ICEFN & SEM 2019); **Venue:** Nanotechnology Centre, Department of Chemistry, Kumaun University, Nainital; **Date:** 24-26 May 2019.
21. **Presentation:** Heterogeneous catalysis for biofuels production; **Authors:** Sreedhar Gundekari, Krishnan Ravi, Sivashunmugam Sankaranarayanan, Churchil A. Antonyraj, Sampath Gajula, Kannan Srinivasan; **Conference:** Bioenergy Urja Utsav, Pune; **Venue:** Pune; **Date:** 07-08 July 2019.
22. **Presentation:** Guest-Induced Ultrasensitive Detection of Multiple Toxic Organics and  $\text{Fe}^{3+}$  Ions in a Strategically Designed and Regenerative Smart Fluorescent Metal–Organic Framework, **Authors:** R. Goswami, S. Neogi; **Conference:** CSIR- Inter Institutional Students Conference on Sustainable Chemistry for Health, Environment and Materials (Su-CHEM YUVA 2019); **Venue:** CSIR – Indian Institute Chemical Technology, Hyderabad; **Date:** 24-26 July 2019.
23. **Presentation:** Development of Robust Metal-Organic Frameworks and their Post-Synthetic Modifications for Improved Selective  $\text{CO}_2$  Adsorption and Size Selective Efficient  $\text{CO}_2$  Fixation Under Mild Conditions; **Authors:** M. Singh, S. Neogi; **Conference:** XVIII Modern Trends in Inorganic Chemistry (MTIC); **Venue:** Indian Institute of Technology-Guwahati (IIT-Guwahati), Guwahati; **Date:** 10-14 December 2019.
24. **Presentation:** Unravelling Mechanistic Insights of Ultrafast and Regenerative Detection of Diverse Organic Pollutants in Strategically Devised Multiresponsive MOFs: A Smarter Approach for Environmental Safety; **Authors:** R. Goswami, S. Neogi; **Conference:** XVIII Modern Trends in Inorganic Chemistry (MTIC); **Venue:** Indian Institute of Technology-Guwahati (IIT-Guwahati), Guwahati; **Date:** 10-14 December 2019.
25. **Presentation:** Diverse Engineering of Pores in Robust Metal-Organic Frameworks for Sustainability: Acute Monitoring of Multiple Water Contaminants and Capture Cum Conversion of  $\text{CO}_2$  to Valuable Chemicals; **Authors:** M. Singh, S. Neogi; **Conference:** Advances in Chemical Sciences and Technology for Environment and Sustainability (ACSTES-2020); **Venue:** Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology (SVNIT), Surat; **Date:** 27 February 2020.
26. **Presentation:** Seaweed cultivation and its potential in India; **Authors:** M. Ganesan, K. Eswaran, V. Veeragurunathan, S. Thirupathi; **Conference:** National Conference on Seaweed cultivation and Open sea Cage Culture; **Venue:** Port Blair; **Date:** 08-09 August 2019.





## B. कार्यशाला और व्यापार मेलों में प्रदर्शनी [Demonstrations at workshops and trade fairs]

SN	Title of the Presentation/ Demonstration	Demonstrator	Title of the workshop, tradefare	Venue (Name of hosting institute, city name)	Dates
1.	Showcasing CSMCRI, activities and products	Aneesha Singh	Indian Science Congress (ISC-2020)	University of Agriculture Sciences, Bengaluru	2-8 January 2020

## 5. आमंत्रित व्याख्यान [Invited Talks]

SN	Title of the Presentation	Conference Details	Venue	Speaker
1.	Sensors @ CSIR-CSMCRI	7 th Asian Network for Natural & Unnatural Materials (ANNUM VII) (28 Sept 2019)	Gujarat University, Ahmedabad	Divesh N. Srivastava
2.	Plastic Chip Electrode: A General-purpose Electrode Platform	International Conference on Electrochemistry in Industry, Health and Environment EIHE-2020 (20-25 Jan 2020)	Bhabha Atomic Research Center, Mumbai	Divesh N. Srivastava
3.	Membranes coming of age	Invited Talk (5th Sept, 2020)	Tata Steel, Jamshedpur, India	A. Bhattacharya
4.	Membranes- the trend in water purification	Invited Talk (10 Oct, 2020)	Regional Science Centre and Planetarium	A. Bhattacharya
5.	Thin film Polyamide Composite Membranes- the path finding solution in water purification	7 th Asian Network for Natural & Unnatural Materials (ANNUM VII) (28 Sept 2019)	Gujarat University, Ahmedabad	A. Bhattacharya
6.	Inorganic Materials for Energy, Environmental and Industrial Applications	7 th Asian Network for Natural & Unnatural Materials (ANNUM VII) (28 Sept 2019)	Gujarat University, Ahmedabad	Govind Sethia
7.	Value Added Inorganic Materials from Industrial Waste	Conference on Indian Industrial Minerals (20-21 Feb 2020)	Gujarat Mineral Industries	Govind Sethia



			Association, Ahmedabad	
8.	Colloidal Formulations Based on Ionic Liquids and Their Applications	National conference on Innovation in Applied Science and Engineering (NCIASE 2019) (26-27 April 2019)	NIT, Jalandhar	Arvind Kumar
9.	Scientific Aspects of High Purity Salt Production	Skill development program on Solar Salt and Marine Chemicals (11 Jun 2019)	Vallinokkam, Tamil Nadu	Arvind Kumar
10.	Sustainable approach on efficient processing of bio-mass and natural polymers for generating new and functional materials	7 th Asian Network for Natural & Unnatural Materials (ANNUM VII) (21-23 Sept 2019)	Gujarat University, Ahmedabad	Kamalesh Prasad
11.	Biomass processing: A green and sustainable approach with special reference to seaweed biomass	National Conference on Advances in Modern Science (18 Jan 2020)	Om Science College, Junagad	Kamalesh Prasad
12.	Feasibility of ionic liquids and deep eutectic solvents as platform solvent systems for product design and separation of biomolecules	Advances in Chemical Sciences and Technology for Environment and Sustainability 28 Feb 2020	Sardar Vallabhbhai National Institute of Technology (SVNIT) Surat	Kamalesh Prasad
13.	Helicate - A Smart Material for Solvatochromism, Sensing and Asymmetric Catalysis	Invited special lecture (8th Nov 2019)	Karunya University Coimbatore	P. S. Subramanian
14.	Bioactive Macrolides from the Actinomycete Dactylosporangium aurantiacum	International Workshop on Biology and Applications of Actinomycetes (31 Oct-01 Nov 2019)	University of Mysore in association with Helmholtz Centre for Infection Research & Technical University of Braunschweig, Germany at Mysore	Pramod B. Shinde
15.	Endophytes as Rich Source of Bioprospecting	National Level Seminar 'Bioprospecting for Sustainable Development	St. Xavier's College Mapusa, Goa	Pramod B. Shinde



		(24-25 Jan-2020)		
16.	Advances in Microbial Drug Discovery	National Level Seminar 'Bioprospecting for Sustainable Development (24-25 Jan-2020)	St. Xavier's College Mapusa, Goa	Pramod B. Shinde
17.	Natural Products Research: A Journey from Plants to Marine Organisms to Microorganisms	State Level Seminar 'Quality Assurance of Herbal Medicinal Products: Past, Present, & Future (06- Feb-2020)	PDVVP College of Pharmacy, Ahmednagar, Maharashtra	Pramod B. Shinde
18	Transition Metal Catalyzed a-Heterofunctionalization of Aliphatic Carboxylic Acid Equivalents	International Conference on Organometallics and Catalysis 2020 Jointly organized by IIT Bombay, IISc Bangalore and IISER Kolkata. (07-10 March, 2020)	Hotel Holiday Inn Resort, Goa	Sukalyan Bhadra
19	Biomass to Chemicals and Polymers – Opportunities & Challenges	International Conference on Advances in Catalysis Industrial Outlook 2019 (ACIO-2019) (01-02 August 2019)	CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad	Kanann Srinivasan
20.	Biomass to Chemicals and Polymers – Opportunities & Challenges	17th National Workshop on Catalysis: Catalysis for Clean Energy and Sustainable Future (31 May-01 June 2019)	Indian Institute of Technology Delhi, Delhi	Kanann Srinivasan
21.	Functionalized Metal-Organic Frameworks as Smart Scaffolds for Guest-Responsive Luminescent Monitoring of Toxic Organics and CO <sub>2</sub> Valorization	Modern Trends in Inorganic Chemistry- XVIII (10-14 Dec-19)	Indian Institute of Technology- Guwahati (IIT- Guwahati)	S. Neogi
22.	Safe Disposal of Industrial Spent Solvents and Chemical Wastes using Thermal Plasma Technology	Sustainable Technologies for Industrial Hazardous Waste Management and Bioenergy Production (07- 09 Aug-2019)	SRM Institute of Science & Technology, Chennai	Subarna Maiti
23.	Energy and fertilizer from crop-residues through thermochemical	Solar Thermochemical Technologies for Green and Sustainable Development	German Aerospace Center (DLR) Cologne, Germany	Subarna Maiti





pathways-an approach towards circular economy	(17-18 Oct 2019)		
---	------------------	--	--

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

### 6A. स्टाफ सदस्यों द्वारा प्रशिक्षण कार्यक्रमों में भागीदारी

#### [Training Programmes Attended by Staff Members]

SN	Title of the Programme	Organizer	Start Date	Number of Days	Name of the Staff
1.	Professional Training Program on "Recycling of Metallurgical Wastes (4RWASTE-2019)	CSIR-NML Jamshedpur	27-11-2019	3	Subhadip Neogi
2.	Workshop on Design and Analysis of Experiments for Scientists, Engineers, Faculty members, Phd. Students: DOEWS-2019	Indian Statistical Institute, Kolkata	25-11-2019	5	V.Veeragurunathan

### 6B. पीएचडी प्रदान किया गया

#### [PhD Conferred]

SN	Name of the Student	Conferment date	Title of thesis	Name of Supervisor	University
1.	Ms. Sweta Binod Kumar	22-04-2019	Bacterial Attachment on Polymeric Membranes: Strategies and Applications	Dr. S. Halder	AcSIR
2.	Mr. Jackson Melvinbhai Khedia	29-04-2019	Isolation and characterization of stress responsive AINAC4 transcription factor from halophyte Aeluropus lagopoides	Dr. Pradeep K. Agarwal	AcSIR
3.	Mr. Ankitkumar Maheshbhai Kansara	20-06-2019	Hydrophobic Poly(alkyl)siloxane Membranes for Organic Selective Separation Process	Dr. Puyam S. Singh	AcSIR



4.	Mr. Raval Ishan Hareshbhai	20-06-2019	Characterization of harmful bacteria from coastal resources of Gujarat	Dr. S. Haldar	AcSIR
5.	Mr. Raghawendra Kumar	02-07-2019	Microbial community structure and functional genes (Lac, alkB, xyl) analysis from seawater using metagenomic approach	Dr. Avinash Mishra	AcSIR
6.	Ms. Manali Jagdishbhai Rathod	02-07-2019	Synthesis and characterization of nanocellulose-TiO <sub>2</sub> composites and their application in removal of pharmaceutical compounds from aqueous streams	Dr. S. Basha	AcSIR
7.	Mr. Ashesh Mahto	23-07-2019	Designing of Materials Targeting Separation and Energy Storage Applications	Dr. Ramavtar Meena	AcSIR
8.	Mr. Menapara Tusharkumar	06-08-2019	Chiral Catalysts for Asymmetric C-C bond formation reactions	Dr. R. I. Kureshy	AcSIR
9.	Ms. Mitali Dabi	26-11-2019	Study of WRKY transcription factor from biofuel crop Jatropha curcas towards stress tolerance	Dr. Pradeep K. Agarwal	AcSIR
10.	Mr. Krishnaiah D	18-12-2019	Ionic liquid based colloidal formulations and their applications	Dr. Arvind Kumar	AcSIR
11.	Mr. Nripat Singh	31-12-2019	Sustainable processing and functionalization of biopolymers using ionic media	Dr. Kamlesh Prasad	AcSIR
12.	Mr. Balar Nikunj Bharatbhai	09-01-2020	Strain improvement of Ulva through conventional breeding	Dr. Vaibhav Mantri	AcSIR



13.	Mr. Jitkumar Hareshbhai Bhatt	10-01-2020	Functionalization of biopolymers in neoteric solvents for targeted applications	Dr. Kamalesh Prasad	AcSIR
14.	Mr. Jacky H. Adwani	10-01-2020	Synthesis of chitosan based catalysts and its catalytic applications	Dr. Ankush Biradar	AcSIR
15.	Mr. Harshvardhan Singh	05-02-2020	Development of Nanostructure Metal Oxides as Efficient Heterogeneous catalyst for C-H bond Activation and Functionalization	Dr. S. C. Ghosh	AcSIR
16.	Ms. Bhakti Tanna	11-02-2020	Non-targeted metabolite profiling of selected seaweeds along the Gujarat coast	Dr. Avinash Mishra	AcSIR
17.	Mr. Parmar Bhaveshkumar	11-02-2020	Structural and Functional Studies on Multidimensional Coordination Polymeric Networks	Dr. E. Suresh	AcSIR
18.	Mr. Arindam Kr Das	11-02-2020	Acid/Base stable Ion-exchange Membranes for Electrolysis and Electrodialysis	Dr. V. K. Shahi	AcSIR
19.	Ms. Geetanjali Shukla	20-02-2020	High Performance Acidic and Alkaline Charged Membranes for Electrochemical Processes	Dr. V. K. Shahi	AcSIR
20.	Mr. Abhisek Joshi	28-03-2020	Transannulation of triazoles and pyridotriazoles for the synthesis of fused heterocycles	Dr. S. Adimurthy	AcSIR
21.	Mr. Md Haque Intesaful	21-08-2019	Cloning and characterization of NADP-Malate dehydrogenase (NADP-MDH) and NADP-Malic enzyme (NADP-ME) genes from Suaeda species	Dr. Prof. Bhavnath Jha	Bhavnagar university
22.	Ms. Monisha N.	2019	Studies on Ulva spp. from Indian waters -	Dr. M. Ganesan	Madurai Kamraj University





			Cultivation, Chemical and Nutritional properties		
--	--	--	--	--	--

## 6C. विभिन्न संस्थानों के पाठ्यक्रम के तहत लघु अवधि प्रशिक्षण

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

SN	Name of the Student	Degree/ Stream	Name of the Mentor	University/ Sponsor
1.	Mr. Prashant Kumar	M. Tech. Biotechnology	Dr. Amal Kumar Mandal	Amity University, Noida
2.	Ms. Sapna Kumari	M.Sc. Botany	Dr. Asish Kumar Parida	SPC Govt. College, Ajmer, Rajasthan
3.	Ms. Aruna Kanwar Naruka	M.Sc. Botany	Dr. Anil Kumar M	SPC Govt. College, Ajmer, Rajasthan
4.	Ms. Srishti Gupta	M.Sc. Botany	Dr. Avinash Mishra	SPC Govt. College, Ajmer, Rajasthan
5.	Ms. Sangam	M.Sc. Botany	Dr. Monica G. Kavale	S.K. Girls College, Sikar, Rajasthan
6.	Ms. Navapara Radha	M.Sc. Biotechnology	Dr. Mangal Singh Rathore	Vellore Institute of Technology, Tamilnadu
7.	Mr. Chodvadiya Jaimin	M.Sc. Biotechnology	Dr. S. Halder	MS University, Vadodara, Gujarat
8.	Ms. Shyama Ramakrishna	M.Sc. Microbiology	Dr. Dineshkumar R	Cochin University, Kerala
9.	Ms. Priyanka Sharma	M.Sc. Microbiology	Dr. Pramod Shinde	Govt. Girls College, Chittorgarh , Rajasthan
10.	Ms. Rimjim	M.Sc. Chemistry	Dr. Kamalesh Prasad	IIT, Gandhinagar
11.	Mr. Chetwani Krunal	M.Sc. Biotechnology	Dr. Mangal Singh Rathore	M.S. University, Vadodara, Gujarat
12.	Ms. Neelam Kanwar Bhati	M.Sc. Chemistry	Dr. R. Meena	Govt. Dungar College, Bikaner, Rajasthan
13.	Mr. Tushar Taneja	M.Sc. Chemistry	Dr. B. Ganguly	IIT, Delhi
14.	Mr. P. Karthival		Dr. P. Subramanian	Madurai Kamraj University, Tamilnadu
15.	Ms. Amritha T.	B. Tech Fiber & Textile Processing Technology	Dr. R. Meena	ICT Mumbai, Maharashtra
16.	Ms. Bhattu Swapna	M.Sc. Chemistry	Dr. R. Meena	SVNIT, Surat, Gujarat
17.	Ms. Ankita Ray	M.Sc. Chemistry	Dr. Vaibhav Mantri	SVNIT, Surat, Gujarat
18.	Mr. Vikas H. Kale	M.Sc. Organic Chemistry	Dr. S. Adimurthy	Savitribai Phule University, Pune, Maharashtra
19.	Mr. Akshay Gajanan Bhatt	M.Sc. Chemistry	Dr. Govind Sethia	Manipal University, Jaipur, Rajasthan



20.	Mr. Shubham Gheeya	B.Tech. Biotechnology	Dr. Sandhya Mishra	Institute of Advance Research, Gandhinagar, Gujarat
21.	Ms. Pranchi Parekh	M.Sc. Biotechnology	Dr. Pramod Shinde	Atmiya University, Rajkot, Gujarat
22.	Mr. Nitish Kumar Sharma	M.Sc. Chemistry	Dr. R.K Nagarale	Manipal University, Jaipur, Rajasthan
23.	Mr. Nandkishor Singh	M.Sc. Chemistry	Dr. S. Neogi	Guru Nanak Dev University, Amritsar, Punjab
24.	Ms. Durgesh Nandini Gaur	M.Sc. Chemistry	Dr. Govind Sethia	Manipal University, Jaipur, Rajasthan
25.	Mr. Karan Bansal	M.Sc. Chemistry	Dr. S. Adimurthy	Guru Nanak Dev University, Amritsar, Punjab
26.	Ms. Shri Poornima	B.Tech Microbiology	Dr. M. Ganesan	Anna University, Tiruchirappalli, Tamilnadu
27.	Mr. Ebenezer G.	M.Sc. Plant Biology & Biotechnology	Dr. M. Ganesan	Madras Christian College, Chennai
28.	Mr. Naresh Chettri	M.Sc. Chemistry	Dr. Sukalyan Bhadra	Sikkim Manipal University, Sikkim
29.	Mr. Roshan Sarmah	M.Sc. Chemistry	Dr. Sukalyan Bhadra	Sikkim Manipal University, Sikkim
30.	Ms. Suhasi Mehrotra	B.Tech Biochemical	Dr. S. Halder	H.B.T.U., Kanpur, UP
31.	Mr. Nishanta Barman	M.Sc. Chemistry	Dr. Vaibhva Kulshreshta	Gauhati University, Assam
32.	Ms. Stuti Madhvani	M.Sc. Microbiology	Dr. Dineshkumar R	Nirma University, Ahmedabad, Gujarat
33.	Ms. Meera Keraliya	M.Tech. Environment Engineering	Dr. R.B. Thorat	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
34.	Mr. Vyanjankumar Jitendrabhai	M.Sc. Bioscience	Dr. Parinita Agrawal	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
35.	Ms. Parmar Manisha	M.Sc. Microbiology	Dr. Parinita Agrawal	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
36.	Mr. Krunal Joshi	M.Sc. Microbiology	Dr. PK Aarwal	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
37.	Mr. Balram Singh Pundir	M.Sc. Botany	Dr. Arup Ghosh	University of Rajasthan, Jaipur, Rajasthan
38.	Mr. Prashant Nair	M.E. Thermal Engineering	Dr. Subarna Maiti	Dr. Jivraj Mehta Inst. Of Technology, Anand, Gujarat
39.	Mr. Nijith Mathew	M.E. Thermal Engineering	Dr. Subarna Maiti	Dr. Jivraj Mehta Inst. Of Technology, Anand, Gujarat
40.	Ms. Anjali Nair	M.E. Thermal Engineering	Dr. Subarna Maiti	Dr. Jivraj Mehta Inst. Of Technology, Anand, Gujarat
41.	Mr. Deepanshu Kumavat	M.Sc. Biotechnology	Dr. Dineshkumar R.	University of Rajasthan, Jaipur, Rajasthan



42.	Ms. Priya Goel	Ph.D. Polymer & Process Engineering	Dr. Vinod K Shahi	IIT, Roorkee, Uttarakhand
43.	Mr Umang.K.Patel	M.Sc Chemistry	Dr. Shobhit Singh Chauhan	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
44.	Mr. Mohammad Taslim N. Ansari	M.Sc Chemistry	Dr. Alok Ranjan Paital	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
45.	Mr. Raghav D. Patel	M.Sc Chemistry	Dr. Beena Tyagi	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
46.	Mr. Dhruvkumar A. Barot	M.Sc Chemistry	Dr.subhash Chandra Ghosh	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
47.	Mr. Sarthak C. Kothiya	M.Sc Chemistry	Dr.sumit B Kamble	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
48.	Mr. Bhavdip D. Patel	M.Sc Chemistry	Dr. Parul Sahu	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
49.	Ms. Salmita R. Gamit	M.Sc Plant Biology	Dr Mangal S. Rathore	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
50.	Mr. Krunal C. Joshi	M.Sc Chemistry	Dr. Soumya Haldar	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
51.	Ms. Manisha K. Parmar	M.Sc Microbiology	Dr. Soumya Haldar	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
52.	Mr. Vignesh M.	B.Tech	Dr. Vaibhav A Mantri	Sree Sastha Institute of engineering & Technology(affiliated anna university)
53.	Ms. Havishya Bhatt	M.Sc Organic Chemistry	Dr. B. Nisar Ahamed	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
54.	Ms. Hiral A. Gami	M.Sc Organic Chemistry	Dr. Hitesh T. Saravaia	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
55.	Ms. Mourya Pritidevi Laxmanbhai	M.Sc Microbiology	Dr. Pradeep K. Agarwal	Shri Maneklal M. Patel, Sarva Vishwavidhyalaya, Gandhinagar
56.	Ms. Anjali Arambhadiya	M.Sc Organic Chemistry	Dr. B. Nisar Ahamed	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
57.	Mr. Rajan Ramanuj B	M.Sc Organic Chemistry	Dr. Hitesh T. Saravaia	R.K University, Rajkot
58.	Mr. Keval J. Malam	M.Sc Organic Chemistry	Dr Sanjay Pratihari	R.K University, Rajkot
59.	Mr. Hiren D. Jungi	M.Sc Organic Chemistry	Dr. Govind Sethia	R.K University, Rajkot
60.	Mr. Dharmrajsinh B. Parmar	M.Sc	Dr. S. Adimurthy	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
61.	Mr. Dhruv H. Patel	M.Sc	Dr Saravanan S	Marwadi University, Rajkot, Gujarat





62.	Ms. Payal A. Kaneria	M.Sc Organic Chemistry	Dr. Rajendra S. Thakur	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
63.	Ms. Nirali R. Bhalodia	M.Sc Organic Chemistry	Dr. Arun Kumar Das	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
64.	Mr. Abhay K. Naliyadhara	M.Sc Chemistry	Dr. Joyee Mitra	Harivandana College, Saurashtra University
65.	Mr. Piyush I. Kanani	M.Sc Chemistry	Dr. Ketan R Patel	Harivandana College, Saurashtra University
66.	Mr. Vipul R. Chopda	M.Sc Chemistry	Dr. Amal Kumar Mandal	Harivandana College, Saurashtra University
67.	Ms. Niharika Mehru	M.Sc Biotechnology	Dr. D. R. Chaudhary	Lachoo Memorial Collage of Science and Technology
68.	Ms. Ananya Pattanaik	M.Sc Biotechnology	Dr. Asish Kumar Parida	Siksha 'O' Anusandhan University
69.	Ms. Anushka Bajaj	M.Sc Life Sciences	Dr. Sourish Bhattacharya	School of Life Sciences, Indore
70.	Mr. Chintan B. Gajera	M.Sc Biotechnology	Dr. D. R. Chaudhary	Veer Narmad South Gujrat-University
71.	Ms. Reshma Borda	M.Sc Biotechnology	Dr. Amit Bhattacharya	Veer Narmad South Gujrat-University
72.	Ms. Hapani Divya	M.Sc Biotechnology	Dr. Avinash Mishra	Veer Narmad South Gujrat-University
73.	Ms. Mansi Kikani	M.Sc Biotechnology	Dr. Anilkumar M	Veer Narmad South Gujrat-University
74.	Ms. Koshiya Jignasha	M.Sc Biotechnology	Dr. Avinash Mishra	Veer Narmad South Gujrat-University
75.	Ms. Sayana K V	M.Sc Biopolymer Science	Dr. Rajaram Krishna Nagarale	CIPET-IPT Kochi
76.	Ms. Nayanthara P. S	M.Sc Polymer Science	Dr. Rajaram Krishna Nagarale	CIPET-IPT Kochi
77.	Ms. Trivedi Krutika Dineshbhai	M.Sc Microbiology	Dr. Sanak Ray	Kadi Sarva Vishva Vidhyalaya, Gandhinagar
78.	Ms. Mansi P. Joshi	M.Sc Microbiology	Dr. R. B. Thorat	Kadi Sarva Vishva Vidhyalaya, Gandhinagar
79.	Ms. Sumra Disha Becharbhai	M.Sc Microbiology	Dr. Subir Kumar Mandal	Kadi Sarva Vishva Vidhyalaya, Gandhinagar
80.	Ms. Nisha Ram	M.Sc Biotechnology	Dr. Asish Kumar Parida	Shri A.N Patel PG Institute of Science and Research, Anand
81.	Mr. Chetankumar M. Thanth	M.Sc Microbiology	Dr. Vaibhav A Mantri	Shri A.N Patel PG Institute of Science and Research, Anand
82.	Ms. Gangotri A. Mathukiya	M.Sc Biotechnology	Dr. Vaibhav A. Mantri	Shri A.N Patel PG Institute of Science and Research, Anand
83.	Mr. Shubham Rathod	M.Sc Biotechnology	Dr. Asish Kumar Parida	Shri A.N Patel PG Institute of Science and Research, Anand



84.	Ms. Shivani A. Patel	M.Sc Biotechnology	Dr. D. R. Gangapur	Shri A.N Patel PG Institute of Science and Reserch, Anand
85.	Mr. Anand K. Dave	M.Sc Biotechnology	Dr. Dineshkumar R	Shri A.N Patel PG Institute of Science and Reserch, Anand
86.	Mr. Deep Rajeshbhai Gajra	M.Sc Biotechnology	Dr. Subir Kumar Mandal	Shri A.N Patel PG Institute of Science and Reserch, Anand
87.	Ms. Darshita Pandya	M.Sc Biotechnology	Dr. Anilkumar M	St Xavier College, Ahemdabad
88.	Mr. Saksham Doshi	M.Sc Biotechnology	Dr. Soumya Haldar	St Xavier College, Ahemdabad
89.	Ms. Desai Hirali A	M.Sc Biotechnology	Dr. Soumya Haldar	DY Patil School Of Biotechnology and Bioinformatics, New mumbai
90.	Ms. Maheshwary ba Jadeje	M.Sc Biotechnology	Dr. Soumya Haldar	Shree M&N Virani Science college, Rajkot
91.	Ms. Bansari Rajyaguru	M.Sc Microbiology	Dr. Mangal S. Rathore	Rai University, Ahemdabad
92.	Ms. Nirali Goswami	M.Sc(Enviromental Science and Technology)	Dr. Sanak Ray	Institute of Science and Technology for Advance Studies and Research
93.	Mr. Niravkumar Patel	M.Sc Chemistry	Dr. Ramavatar Meena	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
94.	Mr. Akashkumar Prajapati	M.Sc Chemistry	Dr. Kamlesh Prasad	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
95.	Mr. Jaykumar Prajapati	M.Sc Chemistry	Dr. Pramod B. Shinde	Indrashil University, Mehsana, Gujarat
96.	Mr. Depani Parth J.	M.Sc Botany	Dr. Vaibhav A. Mantri	Department Of Life Sciences Bhakta Kavi Narsinh mehta University
97.	Mr. Raturajsinh N. Parmar	M.Sc Chemistry	Dr. Sumit Kumar Pramanik	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
98.	Mr. Divyesh Patel	M.Sc Chemistry	Dr. Sanjay Pratihari	Marwadi University, Rajkot, Gujarat
99.	Mr. Shivam Raghuvanshi	M.Sc(Enviromental Science and Technology)	Dr. Kamlesh Prasad	Institute of Science and Technology for Advance Studies and Research, anand
100.	Ms. Rutwa A. Monpara	B.Sc Biotechnology	Dr. Arup Ghosh	School of Sciences P.P Savani University
101.	Ms. Pooja N. Savaliya	B.Sc Michrobiology	Dr. Arup Ghosh	School of Sciences P.P Savani University
102.	Ms. Himadri J. Lathiya	B.Sc Biotechnology	Dr. K.G Vijay Anand	School of Sciences P.P Savani University
103.	Ms. Parthvi N. Bodar	B.Sc Michrobiology	Dr. Aneesha Singh	Isolation of bacteria from algal sample



104.	Ms. Zeel Dhameliya	B.Sc Microbiology	Dr. K. G. Vijay Anand	School of Sciences P.P Savani University
105.	Mr. Rohit Sam Ajee	B.Tech Biotechnology	Dr. Sumit Kumar Pramanik	Amity Institute of Biotechnology, AUMP
106.	Mr. Anshula Kishan	B.Tech Biotechnology	Dr. Sumit Kumar Pramanik	Amity Institute of Biotechnology, AUMP
107.	Ms. M. Priyanka	M. Tech. Biotechnology	Dr. K. Eswaran	St. Michael College of Engg & Tech. Kalayarkoil
108.	Ms. N. Aganthini	M. Tech. Biotechnology	Dr. M. Ganesan	St. Michael College of Engg & Tech. Kalayarkoil

## 6D. कौशल विकास पहल [Skill Development Initiatives]

S.N.	Name of the Training Programme	Number of programs	Number of trainees
1	Seaweed Cultivation and Processing Technology	19	1078
2	Micro algal diversity and their biotechnological potentials	1	21
3	Chemical Process Plants	1	5
4	Solar Salt production process and quality control aspects	2	23
5	Soil & Water Testing	1	5
6	Household solar thermal gadgets	3	66
	Total	27	1198
	<p><b>1. Seaweed Cultivation and Processing Technology:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Empowering trainees with a comprehensive understanding of seaweed basics, distribution, and cultivation.</li> <li>Contributing to sustainable farming practices, providing income, and supporting livelihoods.</li> <li>Aligning with Sustainable Development Goals (SDGs) for resource conservation.</li> </ul> <p><b>2. Microalgal Diversity and Biotechnological Potentials:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Focusing on microalgae as a biofuel feedstock and valuable resource.</li> <li>Creating awareness about microalgae's applications in various sectors.</li> <li>Empowering participants to explore entrepreneurial opportunities in the field.</li> </ul> <p><b>3. Chemical Process Plants:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Imparting basic knowledge and hands-on experience in chemical engineering.</li> <li>Focusing on industrial safety, hazard management, and workforce development.</li> <li>Facilitating field assembly, testing, and monitoring to meet industry needs.</li> </ul> <p><b>4. Solar Salt Production Process:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Addressing challenges in salt-related industries and developing skills to manage solar salt works.</li> <li>Ensuring professionals are industry-ready through collaboration with industry associations.</li> </ul> <p><b>5. Soil &amp; Water Testing Lab Analyst:</b></p>		





	<ul style="list-style-type: none"> <li>Equipping participants with the skills to conduct soil and water tests and analyze results.</li> <li>Enabling the recommendation of fertilizer doses for enhanced soil productivity.</li> <li>Empowering individuals to establish their soil and water testing laboratories.</li> </ul>
6.	<b>Household Solar Thermal Gadgets:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>Addressing rural energy needs by training individuals to design and fabricate solar gadgets.</li> <li>Supporting socio-economic development through decentralized solutions.</li> <li>Fostering entrepreneurship in the renewable energy sector.</li> </ul>

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

SN	Awards and recognition	Awardee(s)
1.	Technology Award for Innovation by CSIR	Pratyush Maiti, Subarna Maiti, Soumya Halder
2.	National Innovation Award by NRDC	Pratyush Maiti, Subarna Maiti, Soumya Halder
3.	IGCW Green Chemistry Award (Knowledge Community Academia Researchers) 2019 by Green ChemisTree Foundation	Pratyush Maiti, Subarna Maiti, Soumya Halder
4.	India Institute Fellowship; University of Birmingham, UK.	A. Bhattacharya
5.	Stanford University's among 2% Topmost Scientists worldwide	A. Bhattacharya
6.	Member for Board of Studies (BOS); Department of Chemistry, Pandit Deendayal Petroleum University, Gandhinagar.	Kamalesh Prasad
7.	CSIR-CSMCRI best Technology Award 2019 in Biological Sciences.	Kamalesh Prasad and Team
8.	Distinguished Lectureship Award (Polymer) -2019 by Japan Chemical Society.	Kamalesh Prasad
9.	DST-Early Career Research Award	S. Neogi

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

SN	Name of the Staff	Name of the Society/ Body/ Committee
1.	S. Neogi	American chemical society (Honorary membership) 2019-2020
2.	V. Veeragurunathan	Life time membership (Seaweed Research Utilization and Association)
3.	V. Veeragurunathan	Membership, World Aquaculture Society



## 9. A. विदेश में प्रतिनियुक्ति [Deputation Abroad]

SN	Name	Date (From)	Date (To)	Country Visited
<b>Staff Member:</b>				
1.	Amit Bhattacharya	14.02.2020	14.05.2020	United Kingdom
2.	Vinod K. Shahi	24.05.2019	03.06.2019	Russia
3.	Vaibhav Kulshreshta	24.05.2019	03.06.2019	Russia
4.	S. C. Upadhyay	28-07-2019	07-08-2019	Zambia
5.	R. J. Sanghavi	28-07-2019	07-08-2019	Zambia
6.	P. M. Parekh	28-07-2019	07-08-2019	Zambia
7.	Arvind Kumar	15-10-2019	17-10-2019	Iran
8.	S. C. Upadhyay	15-10-2019	17-10-2019	Iran
9.	Subarna Maiti	22.06.2019	28.06.2019	Mexico
10.	Subarna Maiti	16.10.2019	19.10.2019	Germany

## B. विदेशी अतिथियों की यात्रा [Visit of foreigners]

SN	Name	Faculty/ Studnet/ Designation	Host at CSMCRI	Date	Purpose/ Fellowship/ Funding	Affiliation of the visitor
1.	Prof. Hassan Hefni	Professor	Amit Bhattacharya	14-02-2020 to 14-05-2020	RTF-DCS	Egyptian Petroleum Research Institute (EPRI)
2.	Dr. Dipak Kumar Gupta		Amal Kumar Mandal	21-08-2019 to 18-08-2020		Tribhuvan University, Kirtipur, Kathmandu, Nepal
3.	Mr. Sanjay Singh		Amal Kumar Mandal	21-08-2019 to 18-08-2020		Tribhuvan University, Kirtipur, Kathmandu, Nepal
4.	Prof. Lukas J. Goossen	Professor	Sukalyan Bhadra	10-03-2020 to 12-03-2020	Delivering a Lecture and interaction with scientists and scholars for possible future collaborations	Department of Chemistry and Biochemistry, Ruhr-Universität Bochum, Germany



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

SN	Date and Occasion	Name & Designation	Affiliation	Topic of talk
1.	Technology Day Lecture 27 May 2019	Dr. Purnima Jalihal, Scientist-G & Head Energy & Fresh Water.	National Institute of Ocean Technology, Chennai.	
2.	21 Aug. 2019	Prof. B. C. Ranu; INSA Senior Scientist and J. C. Bose National Fellow.	Indian Association for the Cultivation of Science, Kolkata	Environmental Acceptability and Cost Efficiency - Two Vital Parameters for a Clean and Green Synthesis
3.	27 Aug. 2019	Dr. Shruti Mishra DST Young Scientist.	Indian Institute of Technology, Kanpur	Novel nano-based advanced technologies for the removal of hazardous radionuclides and heavy metal ions from water/ground water
4.	Conclusion ceremony of Hindi week. 24 Sept. 2019	Prof. H. N. Vaghela, Head	Hindi department, MK Bhavnagar University	
5.	Conclusion ceremony of Hindi week. 24 Sept. 2019	Mr. Prateek Goswami,	Divisional Rail Manager, Bhavnagar	
6.	77 <sup>th</sup> CSIR Foundation Day Lecture 26 Sept. 2019	Dr. Ramesh V. Sonti, Director	National Institute of Plant Genome Research, Delhi	Biotechnology in Crop Improvement
7.	18 Oct. 2019	Dr. Amit Ghosh, J.C.Bose Distinguished Chair Professor, National Academy of Sciences ,	National Institute of Cholera and Enteric Diseases (ICMR), Kolkata	Creativity and Life in Science
8.	01 Nov. 2019	Shri VN Sarma, Deputy GM,	State Bank of India	Integrity – Way of Life
9.	14 Nov. 2019	Dr. S. Chandrasekhar, Director,	CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad	Chemistry and Translational Research
10.	DST & ACS Workshop Master the Publishing Process 15 Nov. 2019	Dr. Narayan Pradhan Editorial Advisory Board,	Indian Association for the Cultivation of Science. Kolkata	





		ACS Energy Letters, Chemistry of Materials		
11.	DST & ACS Workshop Master the Publishing Process 15 Nov. 2019	Prof. Ashok Ganguli Editorial Advisory Board, ACS Materials Letters	Indian Institute of Technology, Delhi	
12.	26 Nov. 2019	Dr. Sakya S. Sen, Senior & INSA young scientist,	CSIR-National Chemical Laboratory, Pune	Small Molecule Activation and Catalysis (?) Using Silylene: A Transition Metal Alternative
13.	29 Nov. 2019	Dr. Samir Chikkali, Principal Scientist,	CSIR-National Chemical Laboratory, Pune	Metal Catalyzed Phosphination, Polymerization and Hydroformylation: From Revelations to Relevance
14.	16 Dec 2019	Dr. Susmita Chaudhuri, Assistant Professor,	Translational Health Science and Technology Institute (THSTI), Faridabad	Tackling Antimicrobial Resistance: Insight into mechanisms, alternatives to antibiotics and innovative rapid diagnostics
15.	20 Dec. 2019	Sriman Sanatana Dharma Das,	teacher of Higher Vedic Sciences & Studies at ISKCON, NVCC Pune.	Self-Improvement Skills from Master-Mind Behind 'Mysterious Universe'
16.	23 Dec. 2019	Prof. Samir Kumar Pal,	Department of Chemical, Biological & Macromolecular Sciences, S.N.Bose National Centre for Basic Sciences, Kolkata.	Application Driven Basic Research: An Urgent Need
17.	03 Jan 2020	Dr. Smita Mitbavkar, Principal Scientist,	Biological Oceanography Division, CSIR-NIO, Goa.	Significance of pico-phytoplankton in marine
18.	24 Feb. 2020	Prof. S. Subramanian, INSA Senior Scientist; President, Nuclear Magnetic Resonance Society (NMRS) and Former Professor,	Dept of Chemistry & Sophisticated Analytical Instrument Facility, IIT-Madras, Chennai	Electron Paramagnetic Resonance (EPR) Imaging and Quantitative in vivo Oximetry : Implications in cancer research



19.	11 Mar. 2020	Prof. Lukas J. Gooßen, Evonik Chair of Organic Chemistry,	Department of Chemistry and Biochemistry, Ruhr-Universität Bochum, Germany.	Inventing Reactions - Catalytic activation of C-C, C-O, C-N, and C-H bonds
20.	11 Mar. 2020	Prof Debasis Koley,	Computational Chemistry and Molecular Modelling (CCMM) Lab, Department of Chemical Sciences, IISER, Kolkata	Computational Assessment on Main-group Mediated Reactions: Two Case Studies
21.	13 Mar. 2020	Dr Vinod Prabhakaran, Principal Scientist,	Catalysis and Inorganic Chemistry Division, CSIR-NCL, Pune.	Recent advances and applications of X-ray Photoelectron Spectroscopy

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

Category	Group	Person on Roll as on 01-04-2019	Person on Roll as on 31-03-2020
<b>Regular Manpower</b>			
<b>Scientists</b>	Group IV	81	87
<b>Technical</b>	Group III	29	28
	Group II	45	50
	Group I	09	08
	<b>Total Technical</b>	<b>83</b>	<b>86</b>
<b>Non-Technical</b>			
	Group A	03	04
	Group B	16	15
	Group C	22	22
	Group D	00	00
	<b>Total Non-Technical</b>	<b>41</b>	<b>41</b>
<b>Total Regular Manpower (A)</b>		<b>205</b>	<b>214</b>
<b>Fellows/ Ad-hoc/ Project Staffs</b>			
	Scientist Fellow (QHS)	00	00
	DST INSPIRE Faculty	00	00
	Project Advisor	00	00
	Emeritus Scientist	02	03
	Woman Scientist	02	01
	CSIR-TWAS Fellow	01	01



	Senior Research Associate (CSIR Pool)	01	01
	CSIR Nehru PDF	02	00
	DST Young Scientist	00	00
	Research Associate (CSIR)	02	06
	Research Associate (Project)	04	06
	Senior Research Fellow (CSIR/UGC NET)	53	38
	Senior Research Fellow (DST/DBT/ BANRF)	06	13
	Senior Research Fellow (Project)	04	02
	Junior Research Fellow (CSIR/UGC NET)	14	31
	Junior Research Fellow (DST/DBT/ BANRF)	08	05
	Junior Research Fellow (Project)	12	15
	Project Associate	01	06
	Technical Assistant (Project)	01	00
	Project Assistant III,II,I	61	96
	Assistant Engineer	00	00
	Project Technician	02	00
	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
	<b>Total</b>	177	225
	Apprentice	34	34
	<b>Total Temporary Manpower (B)</b>	<b>211</b>	<b>259</b>
	<b>Total Manpower (A+B)</b>	<b>416</b>	<b>473</b>







## 12. नियुक्तियां [Appointments]

SN		Name	Designation	Date of Joining CSIR- CSMCRI, Bhavnagar	Remarks
1.		Mr. Anshul Yadav	Scientist	26.04.2019	-
2.		Dr. Sanak Ray	Scientist	29.04.2019	-
3.		Dr. Saravanan S	Scientist	20.06.2019	-
4.		Mr. Pankaj D Indurkar	Scientist	28.06.2019	-
5.		Dr. Sumit Kumar Pramanik	Senior Scientist	19.07.2019	-
6.		Dr. Pabitra Baran Chatterjee	Principal Scientist	29.07.2019	-
7.		Dr. Sanjay Pratihari	Senior Scientist	01.08.2019	-






8.		Dr. Sumit B Kamble	Scientist	30.09.2019	-
9.		Dr. (Ms.) Parul Sahu	Scientist	18.10.2019	-
10.		Mrs. Nisha Mojidra	Technician (1)	25.11.2019	-
11.		Mr. Soham M Gohel	Technician (1)	02.12.2019	-
12.		Mr. Shabirhusen Saiyad	Technician (1)	04.12.2019	-
13.		Mr. Jayeshkumar C Vankar	Technician (1)	04.12.2019	-
14.		Mr. Ilyas B Belim	Technician (1)	11.12.2019	-







15.		Dr. Lakhya Jyoti Konwar	Scientist	11.12.2019	-
16.		Mr. Parag R Vala	Technician (1)	27.12.2019	-
17.		Dr. (Mrs.) Moutusi Manna	Senior Scientist	17.03.2020	-

**13. सेवानिवृत्ति/ स्वैच्छिक सेवानिवृत्ति/ स्थानांतरण/ पदच्युति/ त्यागपत्र**  
[Superannuation/ Voluntary retirement/ Transfer/ Dismissal/ Resignation]

SN		Name	Designation	Date of Retirement/ Relief	Remarks
1.		Dr. Paramita Ray	Chief Scientist	30.06.2019	Retirement
2.		Dr. N H Khan	Chief Scientist	31.07.2019	Retirement
3.		Mr. P A Patel	Principal Technical Officer	31.07.2019	Retirement





4.		Dr. Sandhya Mishra	Sr. Principal Scientist	30.09.2019	Retirement
5.		Dr. Amitava Das	Director	31.12.2019	Retirement
6.		Mr. J K Solanki	Lab Assistant	29.02.2019	Retirement
7.		Dr. Rajesh Patidar	Principal Scientist	13.03.2020	Transferred to CSIR-AMPRI, Bhopal

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

संस्थान के निदेशक एवं कर्मचारी अपने सहकर्मियों के दुखद 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. E. R. R. Iyengar	Ex-Chief Scientist	10/1935– 07/2019
2.	Dr. K. Subbaramaiah	Former Scientist-in-charge, Mandapam	02/1935– 07/2019
3.	Dr. R M Kava	Scientist Gr. IV(4)	01/1939 – 11/2019
4.	Mr. P B Vithalpura	Assistant (G)	08/1940 – 11/2019
5.	Mr. A V Shah	TO-B	03/1931 – 01/2020

#### 15. अंतरसंस्था संबंध [Interagency Linkages]

SN	Project No.	Project Title	Funding Agency	Name of PI	Amount received in 2019-20 (₹)
<b>Grant-in-Aid Projects</b>					
1.	GAP-2012	Isolation, characterization and diversity of marine biofilm forming bacteria from Gujarat	Ministry of Earth Science, New-Delhi	Dr. D. R. Chaudhary	3,28,400/-
2.	GAP-2013	Clonal propagation of elite female genotype of	SERB, New-Delhi	Dr. Mangal Singh Rathod	3,62,094/-



		date palm ( <i>Phoenix dactylifera</i> L.).			
3.	GAP-2034	Development of organic-inorganic beaded polymeric network for the defluoridation of water	DST, New-Delhi	Dr. Saroj Sharma	5,00,000/-
4.	GAP-2036	Design and synthesis of functionalized metal-organic frameworks for selective gas adsorption and heterogeneous catalysis	SERB, New Delhi	Dr. Subhadip Neogi	2,00,000/-
5.	GAP-2044	Copper-Catalyzed denitrogenation of 1,2,3-triazoles and phridotriazoles for the syntheses of fused N-heterocycles.	SERB, New Delhi	Dr. S. Adimurthy	15,00,000/-
6.	GAP-2046	Designed Synthesis of fluorogenic task-specific ionic liquids for transition and heavy metal ion sensing and removal/extraction	SERB, New Delhi	Dr. Alok Ranjan Paital	2,50,000/-
7.	GAP-2049	Genetic engineering of groundnut using a novel salt and drought responsive <sup>4</sup> gene for enhanced abiotic stress tolerance	SERB, New Delhi	Dr. Avinash Mishra	7,00,000/-
8.	GAP-2050	Antitubercular metabolites from endophytic microbes of <i>Salicornia brachiata</i> – a halophyte of Gujarat coast.	SERB, New Delhi	Dr. Pramod Shinde	8,00,000/-
9.	GAP-2052	Molecular recognition receptors for biomarkers and probing Biochemicals & molecular processes.	SERB, New Delhi	Dr. Amitava Das	12,00,000/-
10.	GAP-2054	Directing-Group-Assisted C (sp <sup>3</sup> )-H Activation and Functionlization.	SERB, New Delhi	Dr. Shubhas Chandra Ghosh	11,00,000/-
11.	GAP-2057	Studies on macrolide antibiotics: Application of genetic approaches for drug discovery	SERB - New Delhi	Dr Pramod Shinde	5,50,000/-



12.	GAP-2059	Diversity, Stress Status & Adaptive Potential of Indian Corals under Climate Change Scenario.	SERB - New Delhi	Dr S Halдар	Nil
13.	GAP-2060	Design development and demonstration of solar dryer suitable for drying natural rubber sheets in North East India.	Ministry of new & Renewable Energy, New Delhi	Dr. Subarna Maiti	9,20,000/-
14.	GAP-2063	Multifunctional catalysts based on silica and carbon for enhanced applications.	SERB, New Delhi	Dr. Ankush Biradar	5,00,000/-
15.	GAP-2065	Ionic liquids and deep eutectic solvents based colloidal formulations: Applications towards light harvesting and gas adsorption/storage materials.	SERB - New Delhi	Dr Arvind Kumar	Nil
16.	GAP-2068	Heteroatoms induced functionality of seaweed-polysaccharides for potential applications.	SERB, New Delhi	Dr Ramavatar Meena	10,00,000/-
17.	GAP-2069	Development of high throughput solar distillation unit suitable for production of potable water from seawater in households of coastal regions and islands.	SERB, New Delhi	Dr. Subarna Maiti	9,00,000/-
18.	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) SVPNPA Post, Hyderabad	Dr Monica G Kavale	60,45,600/-
19.	GAP-2071	Designing Fluorescence-based molecular sensors for military and commercial explosives	(DRDO) , (ER&IPR) New Delhi	Dr B. Ganguly	7,58,805/-
20.	GAP-2077	Self-Assembled Actively Targeting Organic-Inorganic Protein-DNA Hybrid Nanocluster for Theranostic Applications	SERB – New Delhi	Amitava Das	4,40,000/-
21.	GAP-2080	Development of improved tissue culture	Gujarat State Biotechnology	Dr Mangal Singh Rathod	5,66,808/-





		protocol for elite genotype of Castor	Mission (DST, Govt. of Gujarat)		
22.	GAP-2081	JC Bose Fellowship (Transferred to IISER, Kolkata)	SERB – New Delhi	Dr. Amitava Das	14,14,000/-
23.	GAP-2082	Electroosmotic Pump Based Insulin Pump for Diabetes Management	SERB – New Delhi	Dr Rajaram K Nagarale	11,00,000/-
24.	GAP-2083	Studies on the current seaweed diversity and their ecology in islands of Gulf of Mannar Biosphere Reserve	GOMBRT, Ramanathapuram (Tamil Nadu)	Dr V Veeragurunathan	1,00,000/-
25.	GAP-2085	Mass cultivation of spores: An approach to vigorous seed development for commercial farming of Gracillaria dura	National Fisheries Development Board - Hyderabad	Dr M Ganesan	27,80,000/-
26.	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	57,344/-
27.	GAP-2087	Synthesis and characterization of nanostructured proton exchange membranes (PEMs) for fuel cell applications	UGC-DAE CSR, Indore	Dr Vaibhav Kulshreshtra	4,67,104/-
28.	GAP-2092	To examine the folding and unfolding of riboswitch with the binding of ligands by the aptamer domain for the discovery of antibacterial drug candidates: In silico and experimental studies	SERB - New Delhi	Dr Bishwajit Ganguly	7,00,000/-
29.	GAP-2093	New Ion-conducting hybrid membranes for electromembrane processes and energy applications [Indo-Russian joint project]	DST - New Delhi	Dr Vaibhav Kulshreshtra	Nil
30.	GAP-2095	Identification of elite germ plasm and development of molecular markers in Gracilaria dura	SERB - New Delhi	Dr Santlal Jaiswar	Nil



31.	GAP-2096	Discovery of bioactive therapeutics from microorganisms associated with untapped marine bio-resources	SERB - New Delhi	Dr Pramod Shinde /Dr Yedukondalu Nalli	Nil
32.	GAP-2097	Mitigation of salinity stress in Sesamum indicum L. using a novel ABA-dependent SbMYB44 transcription factor from halophyte Salicornia brachiata	SERB - New Delhi	Dr Pradip K Agarwal	11,81,320/-
33.	GAP-2098	Development and evaluation of rapid phenotypic antimicrobial susceptibility test for clinical use	Biotechnology Industry Research Assistance Council (BIRAC)	Dr Amitava Das/ Dr Sumit Pramanik	2,40,000/-
34.	GAP-2099	Impart training on seaweed cultivation and dissemination of farming along the Tamil Nadu Coast, India.	National Fisheries Development Board - Hyderabad	Dr K Eswaran	19,23,743/-
35.	GAP-2100	Mass seedling production of Kappaphycus alvarezii through tissue culture technique and supply of tissue cultured seedlings to the farmers of Tamil Nadu coast	National Fisheries Development Board - Hyderabad	Dr M Ganesan	17,36,000/-
36.	GAP-2101	Design, Development, and application of novel functional nanofiltration membranes for processing of vegetable oil	Ministry of Food Processing Industries	Dr Puyam Singh	30,57,500/-
37.	GAP-2103	Phase change material based thermal energy accumulators in solar thermal and waste-heat recovery systems	DST - New Delhi	Dr Subarna Maiti	5,91,175/-
38.	GAP-2104	Indigenous polymer electrolyte membranes for energy devices: redox flow battery and reverse electrodialysis	DST - New Delhi	Dr R K Nagarale	16,34,040/-
39.	GAP-2108	Adsorption and separation of CO <sub>2</sub> by porous carbon obtained from agro-residues through cost-	DST - New Delhi	Dr Subarna Maiti	53,18,481/-



		effective, clean energy methodology.			
40.	GAP-2109	Development of transition metal based porous hollow structures for superior energy conversation and storage applications.	BRNS - Mumbai	Dr Asit Panda	11,53,800/-
41.	GAP-2111	Metabolomics, antioxidant, scavenging and cytotoxicity study of tropical seaweeds for their food and nutraceutical potential.	DRDO - New Delhi	Dr Avinash Mishra	12,10,000/-
42.	GAP-2113	Two-Dimentional porous organic nano-sheets for recognition and separation of organic micropollutants	SERB - New Delhi	Dr Amal Kumar Mandal	20,01,500/-
43.	GAP-2115	Electro spun solvent sintered anion exchange membrane for acid recovery from industrial effluents	DST - New Delhi	Dr R K Nagarale	23,61,960/-
44.	GAP-2116	Decentralized domestic wastewater treatment of small communities using multistage constructed wetland	SERB - New Delhi	Dr Sanak Ray	8,54,440/-
45.	GAP-2117	Acid recovey from acidic waste strams from nuclear waste	DST - New Delhi	Dr Vaibhav Kulsheshta	10,53,400/-
46.	GAP-2118	Charged copolymer conetwork membranes for waste water treatment and different electrochemical separation application	SERB - New Delhi	Dr Uma Chatterjee	7,94,550/-
47.	GAP-2119	Development of simple, cost-effective and scalable spray drying based synthetic strategy for inorganic nanostructured materials	SERB - New Delhi	Dr AB Panda	10,36,300/-
48.	GAP-2120	Selection of superior strain from unexplored carrageenophytes for carrageenan production and other value added products in a biorefinery mode	SERB - New Delhi	Dr V. Veeragurunathan	7,35,410/-





Consultancy Projects					
1.	CNP-1110	Environment monitoring at Alang & Sosia ship Recycling yard, Alang	(GMB) , Gandhinagar	Dr. S.Haldar	26,55,000/-
2.	CNP-1426	Marine environmental for proposed LNG terminal at Hazira, Gujarat	M/s Kadam Environmental Consultants, Vadodara	Dr S. Haldar	Nil
3.	CNP-1427	Expert Analysis and necessary technical inputs to increase salt yield at salt works of TNSC operating in the Vallinokkam Village of Ramanathapuram District of TN	Tamil Nadu Salt Corporation Ltd - Chennai	Dr Arvind Kumar	2,75,000/-
4.	CNP-1428	Assistance in commecial implementation of CSIR-CSMCRI's precipitated silica technology	POWERTECH - Kolkata (West Bengal)	Dr Pratyush Maiti	14,16,000/-
Sponsored Projects					
1.	SSP-1440	Farming of Seaweeds in Andhra Pradesh: Pre-feasibility studies and hands on seaweed cultivation	Andhra Pradesh State Skill Development Corporation (APSSDC) - Andhra Pradesh	Dr. V. Veeragurunathan	6,83,504/-
Collaborative Projects					
1.	CLP-1205	Scale-up of I-S, EED & ED based membrane processes for production and concentration of HI as Hydrogen source [with OECT – Central Govt. PSU].	ONGC Energy Centre Trust (OECT), Delhi	Dr V. K. Shahi	83,61,131/-
2.	CLP-1206	Catalyst Development for Propylene Hydroformylation reaction	BPCL, Greater Noida (Uttar Pradesh)	Dr Ankush Biradar	39,79,152/-
3.	CLP-1207	Produced water treatment from outlet of ETP, ONGC, Mehsana : Optimization of pretreatment protocol and membrane fouling	ONGC Energy Center Trust - New Delhi	Dr Suresh Jewrajka	2,20,000/-
4.	CLP-1208	Proof of concept and feasibility studies on the development of alginic acid and its derivative	Unilever Industries Pvt. Ltd - Mumbai	Dr Kamlesh Prasad	12,03,600/-



		based thin films for flexible packaging applications			
<b>Technical Service Projects</b>					
1.	TSP-1407	Fabrication, installation, testing and commissioning of 6 RO based desalination plants (5 of 1500 LPH and 1 of 1000 LPH capacity in different villages of Ramanathapuram District, Tamil Nadu	ONGC Energy Center Trust - New Delhi	Dr Puyam Singh	Nil
2.	TSP-1409	Analysis of different environmental parameters (air, water, soil, sediment and noise) for Shree Ram Group, Alang Project Ex tation by Shree ram Vassel Scrap Pvt Ltd R K Industries (Unit II) LLP	(1) Shree ram Vessel Scrop Pvt. Ltd (2) R.K. Industries (unit-II), Alang, Bhavnagar (Gujarat)	Dr Shilpi Kushwaha	13,21,600/-
3.	TSP-1413	EC and CRZ clearance for CETP expansion from 15 MLD to 25 MLD along with submarine pipeline with diffuser outfall for 25 MLD capacity at Arabian Sea, Village-Tadgaon, Umargaon.	M/s Sarigram Clean Initiative, Sarigram	Dr Soumya Halder	7,08,000/-
4.	TSP-1414	Performance evaluation of CrystaCIL adsorbent for fluoride and arsenic	M/s Aeon Procure Pvt. Ltd, Bhuj (Gujarat)	Dr Saroj Sharma	97,232/-
5.	TSP-1415	Empowerment of fisheries in seaweed cultivation and by product development in Ramanathapuram district.	Directorate of Fisheries, Govt. of Tamil Nadu, Chennai	Dr Eswaran (Retired) Dr Pratap Bapat	28,98,750/-
6.	TSP-1416	Preparation of salinity ingress mitigation measures and implementation plan.	UltraTech Cement Ltd Unit, Jafrabad (Gujarat)	Dr Anil Kumar	3,54,000/-
7.	TSP-1417	Marine environmental monitoring for prevailing condition and site selection for marine outfall of Ahmedabad CETP.	Ahmedabad Mega Clean Association (AMCA), Ahmedabad 382445	Dr Soumya Haldar	17,70,000/-
8.	TSP-1418	Turnkey project on design, development,	The office of executive engineer,	Mr. Sanjay Patil	29,38,880/-



		fabrication, testing, installation, commissioning and maitanining of 0.1 MLD capacity brakish water desalination RO Plant.	PH Mechanical Division, Gujarat Water Supply & Sewerrage Board, Bhuj (Gujarat)		
9.	TSP-1419	Rapid marine environmental monitoring of Alang area with respect to water, sediments and ambient air.	Ship Recycling Industries Association (India), Bhavnagar	Dr Anil Kumar M	6,01,800/-
10.	TSP-1420	Science behind action of Sargassum seaweed based plant biostimulant towards improving crop productivity and quality.	SNAP Natural & Alginmate Product Pvt. Ltd, Ranipat 632403 Tamil Nadu	Dr Arup Ghosh	5,90,000/-

## 16. बजट सारांश [Budget Summary]

CSIR Allocation		(₹ in Lakhs)
<b>A. Revenue (National Labs.)</b>		
Total Salaries		2757.323
Budget (Including P04/P05/P06/P-70-Staff Qtr.)		507.966
P-07 Chemicals/Consumable & Other Research		447.000
<b>(A) Total Revenue Budget</b>		<b>3712.289</b>
<b>B. Capital (National Labs.)</b>		
Budget (Including W & S/ Staff Qtrs. Capital)		100.000
P-50 Land Cost		0
P-50 (App. & Equipment/Computer Equipment/Office Equipment)		343.490
P-50 (Furniture & Fittings/ Workshop Machinery)		0.000
P-50 (Library Books/Library Journals)		213.197
P-50 Vehicles		9.500
P-26 (ICT) (Infrastructure/ Facilities)		0.000
<b>(B) Total Capital</b>		<b>666.187</b>
<b>Total Rev. + Cap. (A+B)</b>		<b>4378.476</b>
<b>C. Total Networking &amp; RSP Projects</b>		<b>1343.273</b>
<b>Total National Lab. (A+B+C)</b>		<b>5721.749</b>
P-61 NMITLI		0.000
<b>Revenue other than CSIR Allocation</b>		
Sponsored R &D		5.792
Collaborative/Cooperative R &D		119.730
Grant-in-Aid R &D		670.620
R &D Consultancy		54.531
SMM/TSP		158.689
<b>SUB TOTAL (ECF)</b>		<b>1009.362</b>
Analytical/Tech Services		36.314
Knowhow Transfer/ Royalty		15.000
Sale of Lab Products		0.000





Conference/Seminar/Workshop	0.000
<b>SUB TOTAL (Credited to CSIR/ Lab Reserve)</b>	<b>51.314</b>
Amount collected as service tax (Repaid to Government)	59.440
<b>GRAND TOTAL</b>	<b>1120.116</b>
<b>Laboratory Reserve</b>	
Opening Cash Balance	1237.967
Receipt during the year	773.914
Investment encashment on maturity	500.000
<b>Total Receipt (A)</b>	<b>2511.881</b>
Expenditure during the year	195.794
Reinvestment	500.000
<b>Total Expenditure (B)</b>	<b>695.794</b>
<b>*Closing Cash Balance (A-B)</b>	<b>1816.087</b>
<b>* Closing Balance Including Accrued Interest</b>	

## 17. अनुसंधान परिषद [Research Council]

SN	Name and Affiliation	
1.	Prof. Jayesh Bellare, IIT-Bombay, 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, Director, CSIR-IIP, Dehradun	Member (DG Nominee)
12.	Dr. Vijaymohanan K. Pillai, Director, CSIR-CECRI, Karaikudi	Member
13.	Dr. Amitava Das, Director, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Member
14.	Dr. (Mrs.) Paramita Ray, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Secretary, RC
15.	Dr. Kannan Srinivasan, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Secretary, RC

## 18. प्रबंधन परिषद [Management Council]

SN	Name and Affiliation	
<b>Up to 31-12-2019</b>		
1.	Dr. Amitava Das, Director, CSIR- CSMCRI, Bhavnagar.	Chairperson
2.	Dr. N. H. 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,	Member



	Bhavnagar.	
5.	<b>Dr. Shibaji Ghosh</b> , Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
6.	<b>Mr. A. A. Patel</b> , Principal Technical Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
7.	<b>Prof. Rakesh Kumar</b> , Director, CSIR-NEERI, Nagpur	Member
8.	<b>Dr. Kannan Srinivasan</b> , Senior Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar	Member
9.	Controller of Finance & Accounts/ Finance & Accounts Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
10.	Controller of Administration/ Administrative Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member Secretary
<b>From 01-01-2020</b>		
1.	<b>Dr. Kannan Srinivasan</b> , Director, CSIR- CSMCRI, Bhavnagar.	Chairperson
2.	<b>Dr. B. Ganguly</b> , Senior Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
3.	<b>Dr. Avinash Mishra</b> , Principal Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
4.	<b>Dr. Ankush Biradar</b> , Senior Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
5.	<b>Dr. (Ms.) Bhoomi Andharia</b> , Scientist, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
6.	<b>Mr. A. B. Boricha</b> , Principal Technical Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
7.	<b>Dr. Sunil Kumar Singh</b> , Director, CSIR-NIO, Goa	Member
8.	<b>Dr. Ankkur Goel</b> , Senior Principal Scientist & Head, BDIM, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
9.	Controller of Finance & Accounts/ Finance & Accounts Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member
10.	Controller of Administration/ Administrative Officer, CSIR-CSMCRI, Bhavnagar.	Member Secretary

## 19. 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.	Dr. R. B. Thorat, Principal Scientist	Member
3.	Dr. V. P. Boricha, Sr. Tech. Officer (2)	Member
4.	Mr. B. A. Sharma, Sr. 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. (Mrs.) Paramita Ray, Senior Principal Scientist	Chairman
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, Store & 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, Chief Scientist.	Up to 08-08-2019
	Dr. (Mrs.) Beena Tyagi, Principal Scientist.	From 08-08-2019
2.	Mrs. Umaben Trivedi, Secretary, RD Gardi Stree Kelavani Mandal & Trustee, Bhavnagar Grahak Suraksha Mandal, Bhavnagar.	Member
3.	Dr. J. R. Chunawala, Senior Principal Scientist	Member
4.	Ms. H. H. Deraiya, Principal Scientist	Member
5.	Dr. Arvind Kumar, Principal Scientist	Member
6.	Dr. (Mrs.) Saroj Sharma, Scientist	Member
7.	Dr. (Mrs.) Anjani K Bhatt, Sr. Technical Officer (3)	Member
8.	AO/ SO (Vigilance)	Convener-(Ex-Officio)

## राजभाषा कार्यान्वयन समिति

### [Official Language Implementation Committee]

SN	Name and Designation	
1.	Dr. Amitava Das, Director	Chairperson
2.	Dr. Kanti Bhushan Pandey, Scientist	Coordinator & Rajbhasha Adhikari
3.	Dr. Vinod Kumar Shahi, Senior Principal Scientist	Member
4.	Dr. Divesh N. Srivastava, Principal Scientist	Member





5.	Dr. Ankkur Goel, Principal Scientist	Up to 17-06-2019	Member
	Dr. (Mrs.) Shilpi Kushwaha, Scientist	From 17-06-2019	
6.	Mr. Sandip Vaniya, Scientist		Member
7.	Mr. Rajesh Patidar, Scientist		Member
8.	Administrative Officer		Member
9.	Store and Purchase Officer		Member
10.	Finance and Accounts Officer		Member
11.	Mr. T. Rambabu, SO		Member

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

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 (Pay band 3 & 4)	03	00 (0.0%)	00 (0.0%)	00 (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%)
As on 01 January 2020				
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)	88	08 (9.09%)	05 (5.68%)	13 (14.77%)
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)	50	07 (14.00%)	05 (10.00%)	09 (18.00%)
Technical Gr I (Pay band 1)	09	03 (33.33%)	00 (0.00%)	00 (0.00%)



Administration				
Group-A (Pay band 3 & 4)	03	00 (0.00%)	00 (0.00%)	00 (0.00%)
Group-B (Pay band 2)	16	00 (0.00%)	03 (18.75%)	02 (12.50%)
Group-C (Pay band 1)	19	02 (10.52%)	01 (5.26%)	05 (26.31%)
Safaiwala (Pay band 1)	03	03 (100.00%)	00 (0.00%)	00 (0.00%)

## 21. आरटीआई अनुपालन [RTI Compliance]

Period	Opening Balance	Receipts Under 6(3)	Received in the quarter	Disposal	Closing Balance	Remarks
Apr – Jun	22	14	14	40	08	-
Jul – Sept	08	11	04	14	08	-
Oct – Dec	08	06	04	08	10	-
Jan – Mar	10	06	06	15	07	-

## 22. ज्ञान संसाधन [Knowledge Resources]

SN	Particulars	Available as on 01 April 2019	Addition	Total Collection as on 31 March 2020
संग्रह/ Collections				
1.	Books (English)	12348	36	12384
	Books (Hindi)	692	55	747
2.	Back Vols.	27446	-	27446
3.	Translation	427	-	427
4.	Photocopy	2149	-	2149
5.	Patents	340	-	340
6.	Standards	761	-	761
7.	Micro-cards	67	-	67
8.	Microfilms	1326	-	1326
9.	Maps/Charts	265	-	265
10	Reprints	2698	-	2698
	<b>Total</b>	<b>48,519</b>	<b>91</b>	<b>48,610</b>

पत्रिकाओं / डेटाबेस / ई-पत्रिकाओं की सदस्यता

**Journals/ Database/ E-Journals Subscriptions**

SN.	
1.	Derwent Innovation
2.	Web of Science
3.	ASTM
4.	Sci-Finder
5.	Cambridge Structural Database
6.	ACS Journals



7.	ICDD (Intl. Center for Diffraction Data)
8.	Nature Online
9.	ProQuest Thesis & Sci. Tech E-Books
10.	Science Online

## 23. 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 2019-2020 के दौरान हिन्दी विभाग द्वारा निम्नलिखित कार्य संपन्न किए गए।

### राजभाषा प्रचार-प्रसार

- हिन्दी कार्यान्वयन के बारे में गृहमंत्रालय, राजभाषा विभाग, भारत सरकार द्वारा वर्ष 2019-2020 के लिये वार्षिक कार्यक्रम सभी विभागाध्यक्षों/सर्वप्रयोगकर्ता तथा राजभाषा कार्यान्वयन समिति के सदस्यों को प्रेषित किया गया और तत्संबंधी अनुपालन हेतु सूचित किया गया।
- हिन्दी दिवस के अवसर पर दिनांक 16/09/2019 से 20/09/2019 के दौरान हिन्दी सप्ताह सजल्लास मनाया गया। हिन्दी सप्ताह के दौरान विभिन्न प्रतियोगिताओं जैसे यादगार प्रसंग कथन, कविता पाठ तस्वीर क्या बोलती है?, शब्दावली, अंताक्षरी तथा सामूहिक प्रश्नोत्तरी का आयोजन किया गया। प्रतिदिन इंटरनेट द्वारा ऑनलाइन प्रश्नोत्तरी का भी आयोजन किया गया, जिसमें कर्मचारियों ने उत्साहपूर्वक भाग लिया।
- 24 सितंबर, 2019 को हिन्दी सप्ताह समापन समारोह में विशिष्ट अतिथि के रूप में श्री प्रतीक गोस्वामी, मण्डल रेल प्रबन्धक, भावनगर एवं विशिष्ट अतिथि के रूप में भावनगर यूनिवर्सिटी के पूर्व कुलपति एवं अध्यक्ष, हिंदी भवन, महाराजा कृष्णकुमारसिंहजी भावनगर यूनिवर्सिटी, प्रो.एच. एन. वाघेला आमंत्रित थे। तथा 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

- उचित स्तर का प्रशिक्षण देने हेतु 31 मार्च, 2019 तक का कर्मचारियों के हिन्दी ज्ञान संबंधी रोस्टर अद्यतन किया गया।
- गृहमंत्रालय के आदेशानुसार प्रवीणता प्राप्त कर्मचारियों/अधिकारियों को हिन्दी में कार्य करने हेतु व्यक्तिशः आदेश जारी किये गये और उन्हें इसके बारे में प्रशिक्षित किया गया।
- हिन्दी भाषा में सोशल मीडिया द्वारा विज्ञान के प्रचार-प्रसार हेतु 25/06/2019 को एक कार्यशाला-सह-प्रशिक्षण कार्यक्रम का आयोजन किया गया।



- दिनांक 16/09/2019 से 20/09/2019 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 भ्रामक मान्यताओं तथा उनका खंडन आदि के बारे में विस्तृत जानकारी दी गई।



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

## हिन्दी कार्यशाला

- हिन्दी विभाग द्वारा संस्थान के कर्मचारियों/अधिकारियों को हिन्दी में कार्य करने के लिए प्रोत्साहित करने हेतु समय-समय पर कार्यशालाओं का आयोजन किया गया।
- संस्थान के कार्यों में राजभाषा हिन्दी के अधिकाधिक प्रयोग को बढ़ावा देने तथा संस्थान के नवनि्युक्त वैज्ञानिकों को हिन्दी में कार्य करने हेतु प्रेरित करने एवं मार्गदर्शन देने के लिए दिनांक 18/06/2019 को एक कार्यशाला का आयोजन किया गया। इस कार्यशाला में श्री रमेश कुमार, सचिव, नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति एवं राजभाषा अधिकारी, पश्चिम रेलवे, भावनगर को मुख्य अतिथि एवं प्रशिक्षण दाता के रूप में आमंत्रित किया गया।
- संस्थान के कार्यों में हिन्दी के अधिकाधिक अनुप्रयोगों को बढ़ावा देने तथा हिन्दी का आसान प्रयोग करने हेतु मार्गदर्शन देने के लिए हिन्दी विभाग द्वारा दिनांक 06/09/2019 को स्टाफ कार प्रकोष्ठ में एक टेबल वर्कशॉप का आयोजन किया गया।
- सीएसआईआर-नियमावली/जानकारी अद्यतनीकरण एवं कार्यालयीन व एलटीसी दौरे के समय टीए/डीए के नियम पर इस तिमाही में सतर्कता जागरूकता सप्ताह के दौरान दिनांक 29/10/2019 को एक कार्यशाला-कम-व्यख्यान कार्यक्रम का आयोजन किया गया। संस्थान के सभागृह में आयोजित किया गया।
- दिनांक दिनांक 22/01/2020 को अनुप्रयुक्त शैवाल विज्ञान एवं जैवप्रौद्योगिकी विभाग में एक निरीक्षण-कम-टेबल वर्कशॉप का आयोजन किया गया।



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

### तकनीकी एवं प्रशासनिक अनुवाद

- खड़ की मोहरों, टेंडरों, नोटिस, एम.ओ.यु. फार्म, प्रशासनिक फार्मों, विभिन्न विभागों के संशोधित/परिवर्तित फार्मों का आवश्यकतानुसार अनुवाद तथा टंकण कार्य किया गया।
- राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी दिवस समारोह - 2019 के अवसर पर आमंत्रण, बैनर, प्रेस-नोट, नामपट्ट, आदि का द्विभाषीकरण का कार्य 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 एक बार नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, भावनगर द्वारा आयोजित अर्धवार्षिक बैठकों में संस्थान का प्रतिनिधित्व किया।

## निरीक्षण

- वर्ष 2019-2020 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 विभागों में आवश्यकतानुसार फार्म, नोटिंग, रजिस्टर शीर्षक आदि संबंधी हिन्दी अनुवाद भी हिन्दी विभाग द्वारा उपलब्ध कराया गया।

## प्रोत्साहन

- दिनांक 27 जनवरी 2020 को संस्थान में शोधरत छात्रों में परिणामोन्मुख शोध को सुनिश्चित करने एवं शोध कार्यों में राजभाषा हिन्दी के अनुप्रयोगों को बढ़ावा देने हेतु द्विभाषा में एक प्रस्तुति प्रतियोगिता आयोजित की गई। इस प्रतियोगिता में सीएसएमसीआरआई में शोध कर रहे एसीएसआईआर व अन्य विश्वविद्यालयों में पंजीकृत छात्रों ने प्रतिभागिता की। इस प्रतियोगिता में तीनों विधाओं के विजेताओं को पुरस्कृत किया गया।
- हिन्दी दिवस समारोह के अवसर पर कक्षा 1 से 10 तक हिन्दी विषय में सर्वाधिक अंक प्राप्त करने वाले कर्मचारियों के बच्चों को पुरस्कृत किया गया।
- हिन्दी दिवस समारोह के अवसर पर संस्थान के कर्मचारियों को राजभाषा के प्रति सम्मान बढ़ाने एवं अधिकतम कार्यान्वयन सुनिश्चित करने के उद्देश्य से कई प्रतियोगिताएं आयोजित की गईं और विजेताओं को सम्मानित किया गया।



- संस्थान में हिन्दी प्रयोग एवं कार्यान्वयन को प्रत्यक्ष अथवा परोक्ष रूप से बढ़ावा देने हेतु डॉ. जेआर चुनावाला, विभागाध्यक्ष-प्रक्रिया डिजाइन एवं इंजीनियरिंग विभाग, डॉ. दिवेश श्रीवास्तव, वैज्ञानिक पर्यावरणीय विज्ञान विभाग एवं केन्द्रीकृत उपकरण सुविधा, श्री दिनेश कुमार, वित्त एवं लेखा अधिकारी, श्री यग्नेश त्रिवेदी, अनुभाग अधिकारी-प्रशासन विभाग, श्री अरविन्द कुमार, अनुभाग अधिकारी, भंडार व क्रय विभाग को सम्मानित किया गया।

## हिन्दी में विज्ञान का प्रचार-प्रसार

- नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, प.रे., भावनगर परा द्वारा प्रकाशित वार्षिक राजभाषा पत्रिका 'नगरज्योति' में संस्थान के कर्मचारियों द्वारा लेख प्रकाशित।
- सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई के वैज्ञानिक गतिविधियों, विकसित उत्पादों, तकनीकों इत्यादि का आमजन मानस में प्रचार हेतु अनेकों लेख हिन्दी दैनिक समाचारपत्रों/पत्रिकाओं/न्यूज़ लेटर्स में प्रकाशित।

## विशेष उपलब्धि

### राष्ट्रीय हिन्दी संगोष्ठी का आयोजन

हिन्दी भवन, महाराजा कृष्णकुमारसिंहजी भावनगर विश्वविद्यालय, भावनगर एवं सीएसआईआर-केन्द्रीय नमक व समुद्री रसायन अनुसंधान संस्थान, भावनगर के संयुक्त तत्वावधान में 12-13 सितंबर, 2019 को "साम्प्रत समय में विभिन्न क्षेत्रों में हिन्दी भाषा, साहित्य का अनुप्रयोग" विषय पर एक राष्ट्रीय हिन्दी संगोष्ठी का आयोजन किया गया। इस संगोष्ठी में देश भर के विद्वानों और शोधछात्रों ने प्रतिभागिता की।



चित्र – संगोष्ठी के उद्घाटन सत्र की कुछ झलकियाँ।



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

[Seminars/ Workshops/ Events/ Meetings Organized]

### सीएसएमसीआरआई स्थापना दिवस/ CSMCRI Foundation Day

10 अप्रैल 2019 (16 अप्रैल 2019 को मनाया गया)

10 April 2019 (Celebrated on 16 April 2019)



### प्रौद्योगिकी दिवस व्याख्यान / Technology Day Lecture

27 मई/ May 2019





## स्वतंत्रता दिवस/ Independence Day

15 अगस्त/ August 2019



## राष्ट्रीय हिन्दी संगोष्ठी/ National Hindi Symposium

12-13 सितम्बर/ September 2019







सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई  
CSIR-CSMCRI

## हिंदी दिवस/ Hindi Day 24 सितम्बर/ September 2019



## सीएसआईआर स्थापना दिवस/ CSIR Foundation Day 26 सितम्बर/ September 2019





## भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव का पूर्वसत्र Prelude of India International Science Festival

23 अक्टूबर/ October 2019



## सतर्कता जागरूकता सप्ताह/ Vigilance Awareness Week

29 अक्टूबर-01 नवम्बर/ 29 October-01 November 2019







सीएसआईआर-सीएसएमसीआरआई  
CSIR-CSMCRI

## डीएसटी और एसीएस प्रकाशन कार्यशाला/ DST & ACS Publishing Workshop

15 नवम्बर/ November 2019



## 2019 के नोबेल पुरस्कारों पर छात्रों द्वारा प्रस्तुतियाँ/ Presentations by the students on 2019 Nobel Prizes

27 जनवरी/ January 2020





## तीसरा भारत अंतर्राष्ट्रीय समुद्री शैवाल एक्सपो और शिखर सम्मेलन 2020

3rd India international seaweed expo and summit 2020

30-31 जनवरी/ January 2020





जय  हिन्द









ISSN 0577-0912/2019-20

