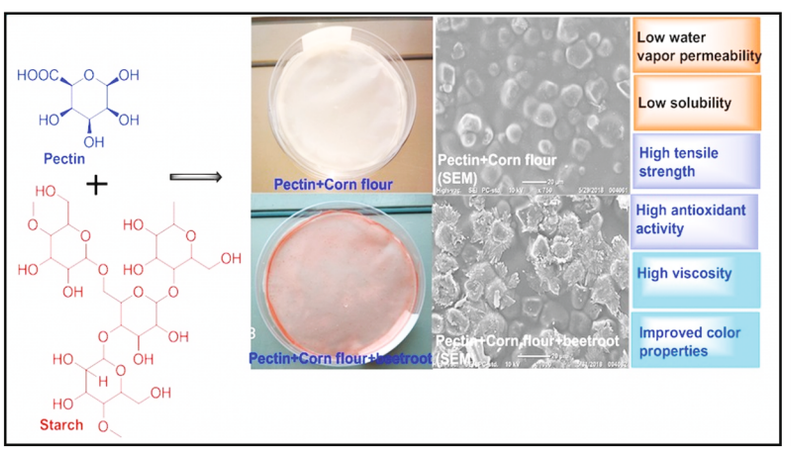
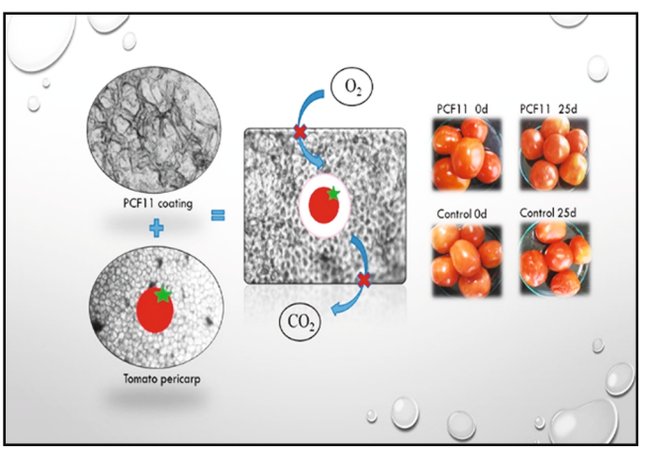
वार्षिक प्रतिवेदन
२०१८–१९

ANNUAL REPORT
2018-19

मोहाली | Mohali





नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing

जैवप्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के अधीन एक स्वायत्त संस्थान
An Institute of the Department of Biotechnology, Government of India

Published by:

Dr. Tilak Raj Sharma
Chief Executive Officer
Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB)
Sector - 81 (Knowledge City),
Manauli PO, Mohali,
Punjab 140306 INDIA

Chief Editor:
Dr. Sudesh Kumar Yadav

Publication Committee:
Dr. Sasikumar Elumalai
Dr. Jayeeta Bhaumik
Dr. Sudhir P. Singh
Sh. Aman Sethi

Acknowledgements:
Scientists & Administrative staff for providing suggestions and information

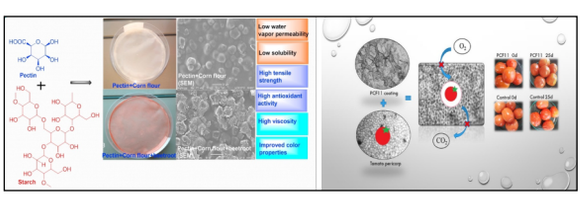


Figure on Cover:
Picture visuals of value added products from secondary agricultural biomass.

© 2019, Chief Executive Officer, CIAB
All Rights Reserved. Any unauthorized reprint or use this material is prohibited. No part of this report may be reproduced or transmitted in any form or by means, electronic or mechanical, including photocopying recording or by any information storage and retrieval system without the prior permission in writing from the Chief Executive Officer.

वार्षिक प्रतिवेदन २०१८-१९ | Annual Report 2018-19

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing

जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार के अधीन एक स्वायत्त संस्थान

An Autonomous Institute of the Department of Biotechnology, Government of India

विषय सूची | CONTENTS

S. NO	PARTICULARS	PAGE NO.
1.	सीईओ डेस्क से From CEO's Desk	1
2.	दूरदृष्टिकोण, लक्ष्य एवं उद्देश्य Vision, Mission and Objectives	7
3.	सीआईएबी के क्रियाकलापों का वृत्तान्त Chronicles of Establishment of CIAB	11
4.	सीआईएबी की शासन प्रणाली Governance Mechanism of CIAB	17
5.	सीआईएबी की प्रबंधन समिति के सदस्य Members of CIAB Management Society	21
6.	संस्थान की शासकीय निकाय, वित्त समिति (एफसी) तथा बाह्य समितियाँ Governing Body (GB), Finance Committee (FC) and External Committees of the Institute	25
7.	संस्थान में भर्ती एवं कर्मचारियों की स्थिति Recruitment and Staff Status of the Institute	37
8.	शैक्षणिक तथा अनुसंधान एवं विकास की सहक्रियता, सहकार्यता प्रसार एवं सहलग्नता की और उठाये गये कदम Steps towards Academic and R&D Synergy, Collaborations, Networking and Linkages	47
9.	शोध कार्यक्रम एवं प्रगति Research Programs and Progress	55
10.	सीआईएबी से प्रकाशन और पेटेंट Publications and Patents from CIAB	159
11.	बाहया अनुदान और फडिंग Extramural Grants and Fundings	169
12.	वित्तीय जानकारी Financial Information	173
13.	सीआईएबी में गतिविधियां, आमंत्रित व्याख्यान एवं अनुदान/सम्मान Events, Invited Lectures and Awards/Honors at CIAB	195
14.	सीआईएबी कर्मचारियों द्वारा व्याख्यान, प्रस्तुतीकरण तथा कार्यक्रम सहभागिता Awards, Lectures, Presentations & Event Participation of CIAB Staff	199
15.	संस्थान की महत्वपूर्ण गतिविधियों की चित्र दीर्घा Photo Gallery of the Important Events of the Institute	213
16.	जन संचार माध्यमों में सीआईएबी CIAB in Public Communication Media	225

सीईओ डेस्क से
From the CEO's Desk

द्वितीयक कृषि उपज की बायोप्रोसेसिंग एक पर्यावरण हितैषी तंत्र है जो पर्यावरण संरक्षण के साथ ही मूल्य संवर्धन से किसानों और उद्यमियों को अतिरिक्त आर्थिक लाभ प्रदान करता है। इसी को ध्यान में रखते हुए, बायोप्रोसेसिंग के माध्यम से सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सी.आई.ए.बी.) प्राथमिक और द्वितीयक कृषि उपज के लिए मूल्य वर्धन की दिशा में लगातार काम कर रहा है। सीआईएबी का ध्यान द्वितीयक कृषि और बायोप्रोसेसिंग के अनुसंधान क्षेत्रों में अंतराल की पहचान करने के साथ-साथ नवीन तकनीकों के माध्यम से समाधान प्रदान करना है। इस प्रयास में, संस्थान चार प्रमुख अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों पर काम कर रहा है; (i) प्राथमिक प्रसंस्करण अवशेष / अपशिष्ट का खाद्य उत्पादों के लिए मूल्य संवर्धन, (ii) विशेष उत्पादों और रसायनों के लिए फसल अपशिष्ट का मूल्यसिथरीकरण, (iii) पोषण, पौष्टिक-औषधीय पदार्थों, तथा प्राथमिक प्रसंस्करण बायोप्रोडक्ट्स के मूल्य या उपयोग का उन्नयन और, (iv) कम मात्रा-उच्च मूल्य वाले उत्पादों और औद्योगिक एंजाइमों के लिए बायोसिंथेटिक प्रौद्योगिकी / सिंथेटिक जीव विज्ञान।

मुझे यह बताते हुए खुशी हो रही है कि रिपोर्ट के तहत वर्ष के दौरान, सी.आई.ए.बी. ने दस पेटेंट दायर किए हैं और उच्च प्रभाव सहकर्मी की समीक्षा वाली पत्रिकाओं में तीस से अधिक शोध प्रकाशन प्रकाशित किए हैं। संस्थान को पिछले एक वर्ष के दौरान विभिन्न फंडिंग एजेंसियों से कई प्रतिस्पर्धी अनुसंधान अनुदान प्राप्त हुए हैं। मुख्य अनुसंधान परियोजनाओं के अलावा, संस्थान अन्य संस्थानों और उद्योगों के साथ सहयोग में कई डीबीटी और बाइरैक वित्त पोषित राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय परियोजनाओं पर काम कर रहा है।

हम पिछले कुछ वर्षों से विभिन्न अनुसंधान परियोजनाओं पर काम कर रहे हैं। इस वर्ष के दौरान, सबसे महत्वपूर्ण काम में हमारे स्वयं के मालिकाना जीवाणु एसिटोबैक्टर पेस्ट्यूरिनस आरएसवी -4 का उपयोग करके विभिन्न कृषि-अवशेषों पर बैक्टीरिया सेलूलोज़ का उत्पादन शामिल है। टमाटर के रस पर बैक्टीरिया सेलूलोज़ की एक महत्वपूर्ण उच्च उपज प्राप्त की गई। हमने टमाटर के शेल्फ जीवन को बेहतर बनाने के लिए स्टार्च युक्त विभिन्न प्राकृतिक कृषि-बायोमास का उपयोग करके कार्यात्मक समग्र कोटिंग्स विकसित की है। हमने एक टमाटर-आधारित पोषण पेय भी विकसित किया है और पेय की गुणवत्ता पर थर्मल और गैर-थर्मल प्रसंस्करण के प्रभावों की जांच की है। एसीपी प्रसंस्करण अधिकतम एस्कॉर्बिक एसिड और विकसित पेय की बेहतर गुणवत्ता को बनाए रखने के लिए पाया गया। एक पुनः संयोजक एंजाइम (TrLmLEVS) का ल्यूकोनोस्टोक मेसेन्टेरोइड्स के एक छंटे हुए लेवांसुक्रेज जीन (LmLEVS) से उत्पादन किया गया। TrLmLEVS को सुक्रोज-युक्त फीडस्टॉक्स जैसे टेबल शुगर, गुड़, गन्ना गुड़ और मीठे शर्बत के रस से गैर-पचने योग्य फ्रुक्टन्स की उत्पत्ति के लिए नियोजित किया गया। एक नया फ्लेवोन

"मूल्य वर्धित उत्पादों के लिए द्वितीयक कृषि बायोमास की क्षमता का अन्वेषण और नवोन्मेष के माध्यम से उद्यमिता को सहायता प्रदान करना"

डॉ. टी. आर. शर्मा

मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र (सी.आई.ऐ.बी)
मोहाली, पंजाब

Bioprocessing of secondary agriculture produce is an eco-friendly mechanism of environmental protection and value addition for additional economic gain to the farmers and entrepreneurs. Keeping this in mind, Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) is continuously working towards value addition to primary and secondary agriculture produce through bioprocessing. CIAB's focus is to identify gaps in the research areas of secondary agriculture and bioprocessing as well as to provide solutions through innovative technologies. In this effort, the institute is working on four major R & D programmes: (i) Value addition to primary processing residue/wastes for edible products, (ii) Valorization of crop wastes for specialty products and chemicals, (iii) Nutritionals, nutraceuticals, and upgradation of value or use of primary processing bioproducts and (iv) Biosynthetic technology/synthetic biology for low volume-high value products and industrial enzymes.

I am happy to share that during the year under report, CIAB has filed ten patents and published more than thirty research publications in high impact peer-reviewed journals. Institute has received several competitive research grants from various funding agencies during the past one year. In addition to the core research projects, the institute is working on many DBT and BIRAC funded national and international projects in collaborations with other institutes and the industries.

We have been working on various research projects for the past few years. During this year, the most significant work includes the production of bacterial cellulose on various agro-residues by using our own proprietary bacterium Acetobacter pasteurianus RSV-4. A significant yield of bacterial cellulose was obtained using tomato juice. We have developed functional composite coatings using various natural agro-biomass containing starch to improve shelf life of tomatoes. We have also developed a tomato-based nutritional beverage and investigated the effect of thermal and non-thermal processing on the quality of the beverage. ACP processing was found to retain the maximum ascorbic acid and better quality of the developed beverage. A recombinant enzyme (TrLmLEVS) was produced from a truncated Levansucrase gene (LmLEVS) of Leuconostoc mesenteroides. TrLmLEVS was employed for the genesis of non-digestible fructans from sucrose-containing feedstocks like table sugar, jaggery, cane

"Exploring potential of secondary agriculture biomass for value added products and providing support to entrepreneurship through innovations"

Dr. T. R. Sharma

Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB)
Mohali, Punjab

3,5,7-ट्राइहाइड्रॉक्सी -2 (4'-हाइड्रॉक्सी -3'-इसोप्लेक्लोफेनिल-4 एच-क्रोमेन-4-वन (5) एइल एर्मेलोस के बीजों से पृथक किया गया था। हमने संभावित एंटीऑक्सिडेंट और रोगाणुरोधी अनुप्रयोगों के लिए सिल्वर-गोल्ड बायमेटैलिक और मोनोमेटैलिक नैनोकॉम्प्लेक्स को संश्लेषित करने के लिए एक मैट्रिक्स के रूप में लिग्निन के उपयोग का पता लगाया है।

कम से कम लिग्निन सामग्री वाले चावल के भूसे से नैनोसेलुलोज तैयार करने के लिए एक ऊर्जा कुशल प्रक्रिया का विकास किया गया है। दो-चरणीय दृष्टिकोण अर्थात ऑर्गोसोलव रिट्रीटमेंट जिसके बाद बेस ट्रीटमेंट का उपयोग किया जाता है, चावल के भूसे से सिलिका-हटाए गए सेलुलोज को पुनर्प्राप्त करने के लिए उपयोग किया गया है। सजातीय उत्प्रेरक के माध्यम से लेवुलिनिक एसिड के प्रति ग्लूकोज रूपांतरण के लिए एक प्रक्रिया को अनुकूलित किया गया है। पारंपरिक ग्रीन सॉल्वेंट आइसोलेशन तकनीक के माध्यम से लिग्निन की बढ़ी हुई वसूली के लिए एक प्रक्रिया को भी मानकीकृत किया गया है। मकई लस भोजन की अप्रिय गंध और स्वाद को हटाने के लिए एक प्रक्रिया विकसित की गई है। किन्नू पल्प अवशेषों और किन्नू पोमेस में आहार फाइबर की डिबेटिंग और उच्च सामग्री को बनाए रखने के लिए सह-एंजाइमेटिक उपचार प्रक्रिया को अनुकूलित किया गया। 2018-19 के दौरान, सी.आई.ए.बी. ने उद्योगों को दो तकनीकों का लाइसेंस दिया; i) टमाटर आधारित कार्बोनेटेड पेय और मसाला मिश्रण / मसाला, और ii) लौह पोषण को बेहतर बनाने के लिए मूल्य वर्धित उत्पाद के रूप में आयरन फोर्टिफाइड हल्दी। संस्थान ने पॉलीपीरिलिक यौगिकों और नैनोफ़ॉर्मुलेशन पर एक प्रक्रिया प्रौद्योगिकी के लिए एक उद्योग के साथ एक गैर-प्रकटीकरण समझौते पर हस्ताक्षर किए हैं।

मानव संसाधन विकास कार्यक्रम के तहत, जैव प्रौद्योगिकी और बायोप्रोसेसिंग के विभिन्न पहलुओं पर काम करने वाले पीएचडी छात्रों के अलावा, सी.आई.ए.बी. ने रीजनल सेंटर फॉर बायोटेक्नोलॉजी (आरसीबी), फरीदाबाद के साथ जैव प्रौद्योगिकी में पीएचडी कार्यक्रम का पहला बैच शुरू किया है। संस्थान ने राष्ट्रीय महत्व के विभिन्न कार्यक्रमों जैसे कि राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, प्रौद्योगिकी दिवस, राष्ट्रीय दिवस, गणतंत्र दिवस, हिंदी पखवारा, सतर्कता जागरूकता सप्ताह आदि को बड़े उत्साह के साथ मनाया। संस्थान ने राष्ट्रीय विज्ञान कांग्रेस और लखनऊ में आयोजित भारत अंतर्राष्ट्रीय विज्ञान महोत्सव (आईआईएसफ) 2018 में भी भाग लिया है। संस्थान ने स्कूल और कॉलेज के छात्रों, सार्वजनिक व्याख्यान और सेमिनारों के लिए खुला दिन भी आयोजित किया। सीआईएबी ने सार्क देशों के प्रतिनिधिमंडल की मेजबानी की और उनके साथ तकनीकी मंच पर बातचीत की।

मैं माननीय डॉ. हर्षवर्धन जी, स्वास्थ्य और परिवार कल्याण, विज्ञान और प्रौद्योगिकी, पर्यावरण और वन और पृथ्वी विज्ञान मंत्री का उनके महत्वपूर्ण और मूल्यवान आदानों और संस्थान के विभिन्न कार्यक्रमों को बेहतर बनाने के लिए समर्थन के लिए आभार व्यक्त करना चाहता हूं।

मैं संस्थान के विभिन्न शोध कार्यक्रमों को आकार देने में अपने बहुमूल्य सुझावों के लिए डॉ. रेणु स्वरूप, सचिव, जैव प्रौद्योगिकी विभाग (भारत सरकार) तथा अध्यक्ष, शासी निकाय (जीबी) और शासी निकाय (जीबी) के सभी सदस्यों के प्रति आभार व्यक्त करता हूं। मैं डॉ. जेएस यादव, पूर्व अध्यक्ष, वैज्ञानिक सलाहकार समिति (एसएसी) और डॉ. वी. प्रकाश अध्यक्ष सलाहकार समिति (एसएसी) और सलाहकार समिति (एसएसी) के सभी सदस्यों का उनके मार्गदर्शन और बौद्धिक आदान-प्रदान के लिए आभारी हूं, जिन्होंने संस्थान की अनुसंधान योजनाओं और गतिविधियों को विकसित करने और ध्यान केंद्रित करने में मदद की है।

मैं व्यक्तिगत रूप से श्री बी. आनंद, वित्तीय सलाहकार और श्री. सी.पी. गोयल, संयुक्त सचिव, डीबीटी से विभिन्न वित्तीय और प्रशासनिक मामलों में प्राप्त समर्थन और सहयोग को धन्यवाद सहित स्वीकार करता हूं। मैं , डॉ. मो. असलम, सलाहकार, डीबीटी और डॉ. ए. वामसी कृष्ण, वैज्ञानिक ई (खाद्य और पोषण), जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार संस्थानों की सभी गतिविधियों को चलाने में उनके समर्थन एवं सहयोग के लिए तथा डीबीटी और संस्थान के बीच एक बहुत मजबूत कड़ी प्रदान करने के लिए धन्यवाद देना चाहूंगा।

मैं वास्तव में अपने वैज्ञानिकों, कर्मचारियों और छात्रों के प्रयासों और उपलब्धियों की सराहना करता हूं जो कि 2018-19 के लिए इस वार्षिक रिपोर्ट में परिलक्षित होता है। वार्षिक रिपोर्ट के संकलन और संपादन में मदद के लिए डॉ. सुदेश कुमार, डॉ.शशिकुमार एलुमलाई, डॉ. जयिता भौमिक, डॉ. सुधीर पी. सिंह और श्री अमन सेठी को मेरा विशेष धन्यवाद है। मैं सी.आई.ऐ.बी. में अपने सभी सहयोगियों को धन्यवाद देता हूं जिन्होंने अपनी-अपनी भूमिकाओं और जिम्मेदारियों में सी.आई.ए.बी. की वृद्धि और विकास के लिए ईमानदारी से काम किया है।

डॉ. तिलक राज शर्मा
मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केन्द्र (सी. आई. ए. बी.)
मोहाली, पंजाब

molasses, and sweet sorghum juice. A new flavone 3,5,7-trihydroxy-2-(4'-hydroxy-3'-isopentyloxyphenyl-4H-chromen-4-one (5) was isolated from seeds of Aegle marmelos. We have explored the use of lignin as a matrix to synthesize silver-gold bimetallic and monometallic nanocomplexes for potential antioxidant and antimicrobial applications.

An energy-efficient process has been developed for preparation of nanocellulose from rice straw with least lignin content. A two-step approach viz., organosolv pretreatment followed by base treatment has been used to recover silica-removed cellulose from rice straw. A process has been optimized for glucose conversion towards levulinic acid through homogeneous catalysis. A process has also been standardized for enhanced recovery of lignin through conventional green solvent isolation technique. A process has been developed for the removal of unpleasant odour and taste of corn gluten meal. Co-enzymatic treatment process has been optimized for debittering and retaining high content of dietary fiber in kinnow pulp residue and kinnow pomace During 2018-19, CIAB has licensed two technologies to the industries; i) tomato-based carbonated beverage and spice mix/ seasoning, and ii) Iron-fortified turmeric as a value-added product for improving iron nutrition. Institute has signed a non-disclosure agreement with industry for a process technology on polypyrrolic compounds and nanoformulations.

Under Human Resource Development programme, CIAB has started the first batch of PhD program in Biotechnology with Regional Centre for Biotechnology (RCB), Faridabad besides having other PhD students working on various aspects of Biotechnology and Bioprocessing. The institute celebrated various events of national importance with great enthusiasm such as National Science Day, Technology Day, Rashtriya Swachhta Diwas, Republic Day, Hindi Pakhwara, Vigilance Awareness Week, etc. The institute has also participated in National Science Congress and IISF-2018 at Lucknow. Institute also conducted open day for school and college students, public lectures, and seminars. CIAB hosted a SAARC countries delegation and interacted with them on the technological platform.

I would like to express my sincere gratitude to Dr. HarshVardhan ji, Honorable Minister of Health and family welfare, Science and Technology, Environment and Forests and Earth Sciences for his critical and valuable inputs and support to improve various programmes of the institute.

I sincerely acknowledge and express my thanks to Dr.Renu Swarup, Secretary, Department of Biotechnology (Government of India) and Chairperson, GB and all the members of the GB for their valuable suggestions in shaping various research programmes of the institute. I am also grateful to Dr. J S Yadav, former Chairman, Scientific Advisory Committee (SAC) and Dr. V. Prakash Chairman SAC and all the members of the SAC for their guidance and intellectual inputs which have helped in evolving and focusing the research plans and activities of the Institute.

I personally acknowledge the support and cooperation received from Sh B. Anand, Financial Advisor, and Shri. C.P. Goyal, Joint Secretary, DBT in various financial and administrative matters. I would like to place on record my sincere thanks to Dr. Mohd. Aslam, Advisor, DBT and Dr. A. Vamsi Krishna, Scientist E (Food and Nutrition), DBT for their support and cooperation in running all the activities of the institutes and providing a very strong link between DBT and the institute.

I really appreciate the efforts and achievements of my scientists, staff, and students that are reflected in this annual report for the year 2018-19. My special thanks are due to Dr. Sudesh Kumar, Dr. Sasikumar Elumalai, Dr. Jayeeta Bhaumik, Dr. Sudhir P. Singh, and Mr. Aman Sethi for their help in compiling and editing of the annual report. I thank all my colleagues at CIAB who have worked sincerely for the growth and development of CIAB in their respective roles and responsibilities.

Dr. T. R. Sharma
Chief Executive Officer
Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB)
Mohali, Punjab

दूरदृष्टिकोण लक्ष्य एवं उद्देश्य
Vision, Mission and Objectives

दूरदृष्टिकोण

जैव प्रसंस्करण एवं जैवउत्पाद अनुसंधान एवं विकास प्रणाली, ज्ञान, प्रौद्योगिकी में लीड्स इत्यादि को उत्पादन प्रणाली से जोड़ने वाली मुख्य अनुसंधान एवं नवाचार संस्था होना तथा कृषि प्रसंस्करण व कृषि खाद्य उत्पाद संबंधी उद्यमियता के लिए पोषित्तिय पटल के रूप में सेवा करने के साथ-साथ जैव प्रसंस्करणीय उत्पादों के लिए पद्धतियों व प्रौद्योगिकियों के विनियोग, नवाचार एंव संवर्धन में अग्रणी भुमिका का निर्वाह करना ताकि प्रगामी कार्यतः राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय संस्थानों तथा उद्यमेां के साथ संप्रकों/नेटवर्कों/सहभागिताओं के द्वारा कृषि-औद्योगिकियता उत्प्रेरित हो सके।

लक्ष्य

- गौण कृषि को बढ़ावा देने के लिए कृषि-खाद्य/कृषि-उपज के जैव प्रसंस्करण से संबंधित पद्धतियों और प्रौद्योगिकियों का परीक्षण, वैधता प्रदान करना, रूपांतरण, नवाचार, सुधार, संवर्धन और उन्हें सहयोजित करना।
- प्रयोगशाला से बाजार श्रृखंला में उद्यमियों/ हितधारकों इत्यादि को प्रौद्योगिकी प्रदर्शन, प्रशिक्षण, एवं उन्हें संगठित करने के साथ-साथ कृषि खाद्य एवं गौण कृषि के क्षेत्रों में उत्पाद विकास, प्रौद्योगिकी रूपांतरण, उत्पाद गुणवता आवासन इत्यादि के संबंध में अनुसंधान एवं नवाचार प्रणालियों के विकास के लिए जैवसंसाधन संबंधी ज्ञान एवं उन्नत अनुसंधान एवं विकास मार्ग एवं संभावनाओं का सृजन करना।

उद्देश्य

- जैव-भार, कृषि-खाद्य, कृषि-उत्पाद इत्यादि के प्रसंस्करण संबंधित या प्रांसगिक ज्ञान, पद्धतियों, प्रौद्योगिकियों तथा प्रक्रियाओं में नवाचार, ईष्टतमीकरण, संवर्धन एवं विनियोगों को कार्यान्वित करना।
- जैव प्रसंस्करण संसाधनों, प्रक्रियाओं एवं उत्पादों इत्यादि के संबंध में प्रशिक्षण, प्रौद्योगिकी हस्तक्षेप, मूल्य आवर्धन, विचार सृजन एवं समीक्षा तथा मॉडलों इत्यादि के माध्यम से जैव प्रसंस्करण एवं कृषि-खाद्य क्षेत्र में सुधार एवं परिवर्तन को उत्प्रेरित करना।
- जैव प्रसंस्करण में समान रूचि/संबद्ध उद्यमों, औद्योगिकी संस्थानों, नई कंपनियों, संसाधन धारकों, अनुसंधान एवं विकास संगठनों, शैक्षिक व सेवा संस्थानों, व्यक्तियों अथवा नवाचारक समूहों के साथ साझेदारी में और/अथवा सहयोग के माध्यम से संपर्क को बढ़ावा देना।
- मूल्य-आवर्धित/नवीन उत्पादों के विकास के लिए जैव प्रसंस्करण से संबंधित नवाचार प्रणालियों में उन्नति एवं संश्लेषण तथा मान रूचि के समूहों/कंपनियों/उद्यमों इत्यादि के लिए उद्भवन/सेवा संस्थान के रूप में कार्य करना।
- जैव प्रसंस्करण इकाई (सीआईएबी), राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी) तथा/अथवा सार्वजनिक संस्थानों एवं/अथवा सार्वजनिक अधिकार क्षेत्र/ओपन सोर्स व/अथवा भारत और विदेश में अन्य स्रोतों से उपलब्ध प्रौद्योगिकियों एवं प्रक्रियाओं का अधिकार के मामलों में लाइसेंस/समझौते/पारस्परिक सहमति के माध्यम से परीक्षण, वैधता प्रदान करना, ईष्टतमकीकरण व संवर्धन इत्यादि करने में सहायता प्रदान करना।

Vision

To be a nodal research and innovation organization linking leads etc. of bioprocess and bioproduct R&D system knowledge, technology with production system, and serve as incubatorial platform for agri-process and agri-food–product related entrepreneurship along with a frontal role in translation, innovation, optimization and up-scaling of approaches and technologies for bioprocessing products to catalyze agro-industrial growth through progressive functional linkages and networking/ collaborations with institutions and industries nationally and globally.

Mission

- To test, validate, translate, innovate, improve, up-scale and integrate approaches and technologies related to bioprocessing of agri-food/agri-mass for promotion of secondary agriculture.
- To generate bioresources related knowledge and advance R&D leads and potential for the growth of research and innovation systems towards products development, technology translation, product quality assurance etc. in the sectors of agri-food and secondary agriculture including technology demonstrations, training, clustering of entrepreneurs/stakeholders etc. in the lab-to-market chain.

Objectives

- To carry our innovations, optimization, up-scaling and translation of knowledge, approaches, technologies and processes related and/or relevant to processing of biomass, agri-food, agri-produce etc.
- To catalyse improvement and transformation of bio-processing and agri-food sector through training, technological interventions, value addition, cultivating and evaluating ideas and model(s) etc. related to bioprocessing resources, processes and products etc.
- To promote synergism among bioprocessing interest/relevant entrepreneurs, industrial establishments, start-up companies, resource holders, research and development institutes, educational and service institutions individuals or innovator groups to function in partnership and/or collaborative mode.
- To advance and synergise innovation system related to bioprocessing for development of value-added/new/novel products and to serve as an incubator/service platform for the common interest groups/companies/entrepreneurs etc.
- To facilitate testing, validation, optimization, up-scaling etc. of the technologies and processes developed by the Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI) and /or public Institutions and/or those available through public domain/open source and/or from other sources in India and abroad, after acquiring/adopting them through licensing /agreement/mutual understanding/consent etc. in case of proprietary issues.

सीआईएबी के क्रियाकलापों का वृतान्त

Chronicles of Establishment of CIAB

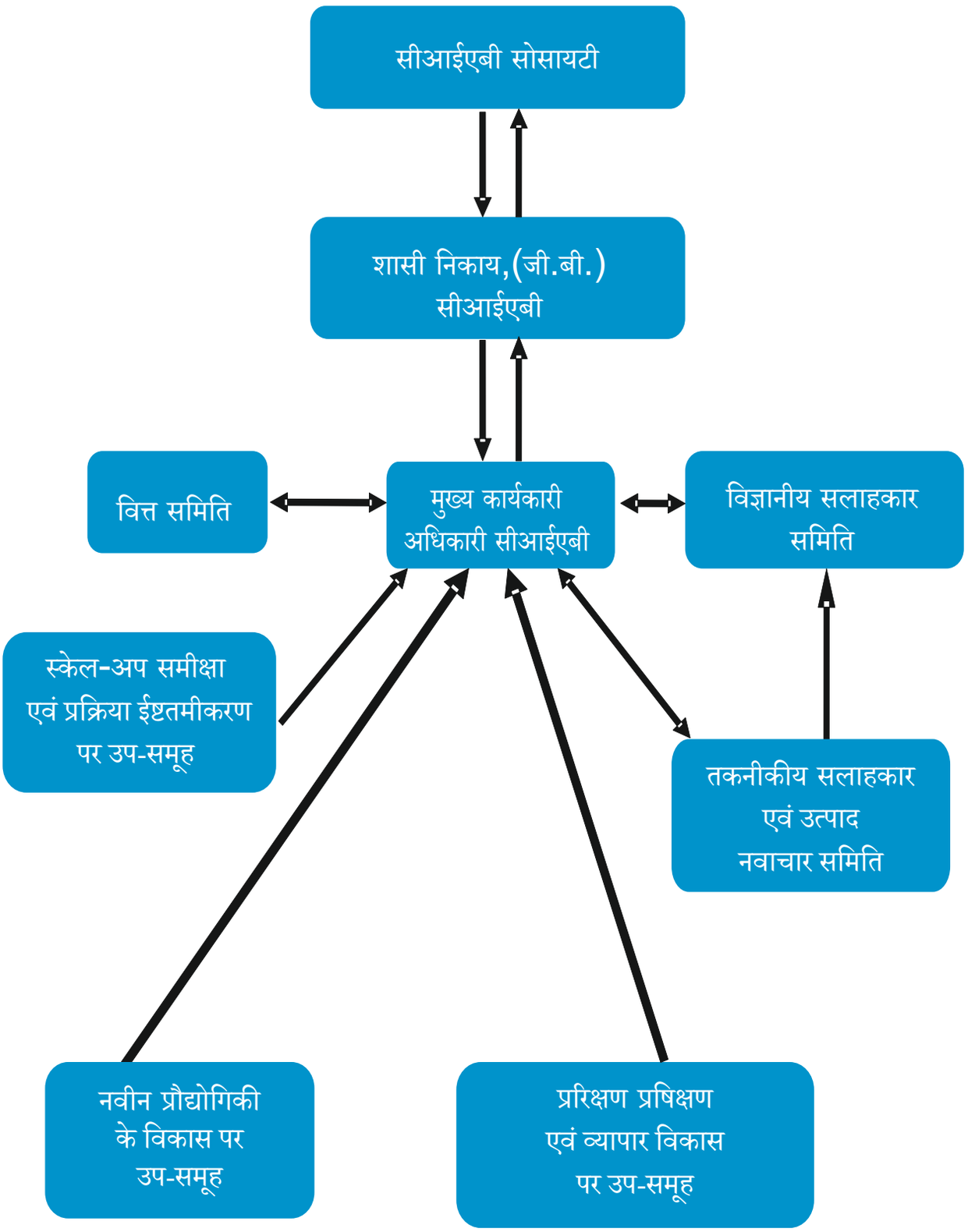
- 20 अगस्त, 2008: भारत की संधीय कैबिनेट ने ज्ञान शहर, मोहाली, पंजाब में जैव-प्रौद्योगिकी विभाग, विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार के एक स्वायत्तशासी संस्थान के रुप में जैव-प्रसंस्करण इकाई की स्थापना को स्वीकृति प्रदान की।
- 01 मई, 2012: डॉ. राजेन्द्र सिंह सांगवान ने बीपीयू के संस्थापक मुख्य कार्यकारी अधिकारी का प्रभार संभाला तथा बीआइआरएसी (डीबीटी), डिफेंस कालोनी, नई दिल्ली से बीपीयू सचिवालय प्रारंभ किया।
- 20 अगस्त, 2012:बीपीयू ने ज्ञान शहर, सैक्टर-81, मोहाली में आइआइएसईआर के इंस्टियूट वक्रस डिपार्टमेंट (आइडब्ल्यूडी) भवन में अपना ट्रांसिट कार्यालय खोला।
- 27 सितम्बर, 2012: बीपीयू ने पंजाब राज्य के लिए अनुप्रयोज्य रजिस्ट्रेशन ऑफ सोसायटी अधिनियम, 1860 के अंतर्गत संस्थान को सोसायटी के रुप में पंजीकृत करवाया तथा मैमोरेन्डम ऑफ एसोसिएशन एंव इसके अंतर्गत नियम एवं विनियमों को अनुमोदित किया गया।
- 09 नवम्बर, 2012: बीपीयू शासी निकाय की प्रथम बैठक डीबीटी, नई दिल्ली में आयोजित हुई। शासी निकाय ने बीपीयू का मैमोरेन्डम ऑफ एसोसिएशन और नियम एवं विनियम अपनाए। शासी निकाय ने बीपीयू की वित्तीय व प्रशासनिक शक्तियाँ मुख्य कार्यकपालक अधिकारी (डॉ. आर.एस. सांगवान) को सौपी और संस्थान के कार्य से संबंधित प्रारंभिक प्रक्रिया को भी औपचारिक रुप प्रदान किया गया।
- 18 फरवरी, 2013: बीपीयू अंतरिम सुविधा सी-127 (द्वितीय तल) औद्योगिक क्षेत्र, फेज.8, एसएएस नगर, मोहाली में आयेजित की गई।
- 13 मार्च, 2013: बीपीयू शासी निकाय की दूसरी बैठक जैवप्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 15 नवम्बर, 2013: बीपीयू सोसायटी की नियामक मंडल की तीसरी बैठक जैवप्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 18 नवम्बर, 2013: बीपीयू सोसायटी की पहली बैठक जैवप्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 28 नवम्बर, 2013: केन्द्रीय मंत्रिमंडल (भारत सरकार) ने बीपीयू का नाम बदल कर सी.आई.ए.बी. करने के प्रस्ताव का अनुभेदन किया।
- 08 अगस्त, 2014: सी.आई.ए.बी. सोसायटी की नियामक मंडल की चैथी बैठक जैवप्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 13 नवम्बर, 2014: सी.आई.ए.बी. सोसायटी की दूसरी बैठक जैवप्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 10 फरवरी, 2015: नोलैज सिटी (सैक्टर 81) में सी.आई.ए.बी. भवन की आधारशीला रखी गई।
- 08 अक्तूबर, 2015: सी.आई.ए.बी. अनुसंधान सोसायटी की नियामक मंडल की पाँचवी बैठक जैवप्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 28 नवम्बर, 2015: सी.आई.ए.बी. सोसायटी की तीसरी बैठक जैवप्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।

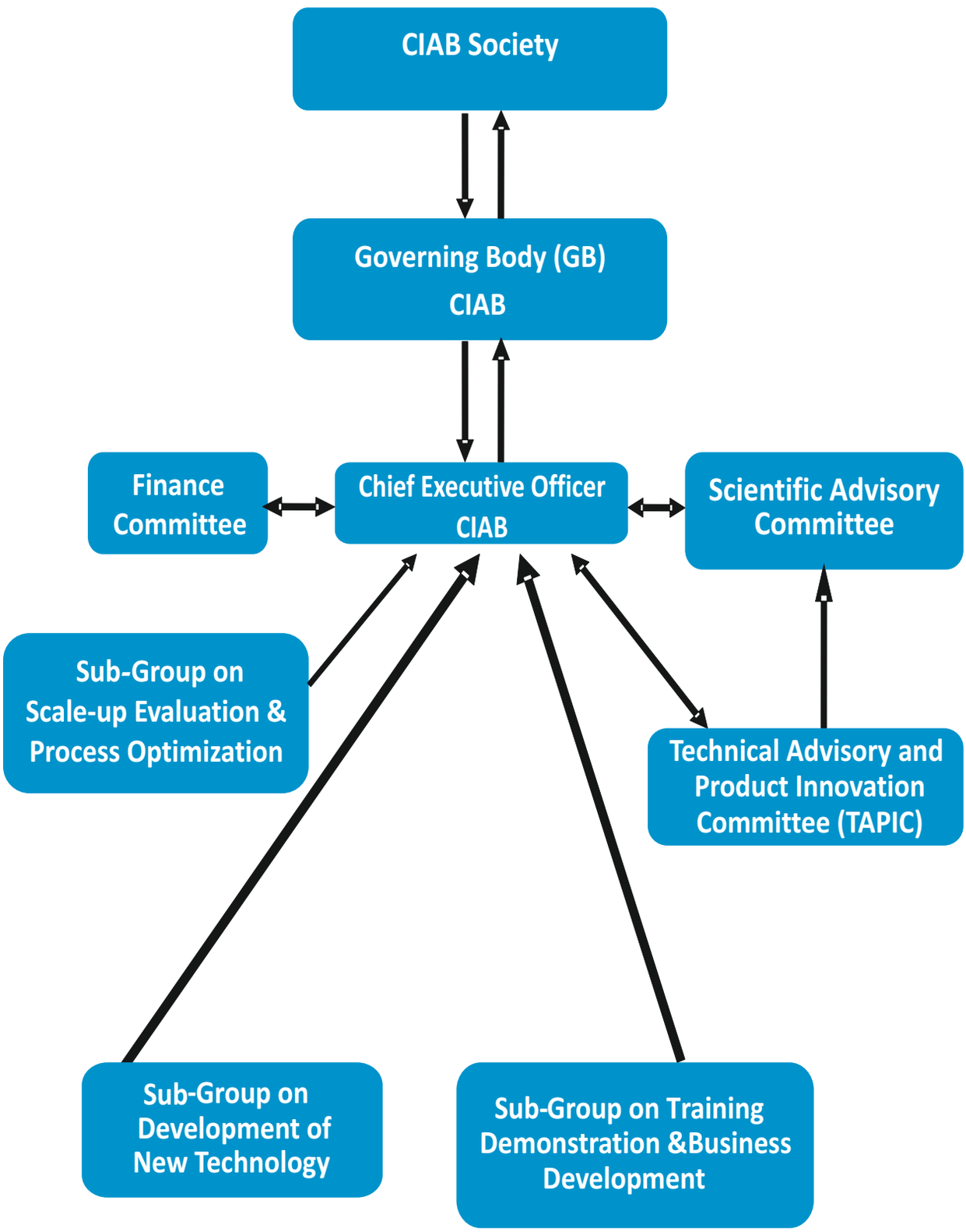
- **August 20, 2008**: The Union Cabinet of India approved the establishment of Bioprocessing Unit as an Autonomous Institute in Knowledge City, Mohali, Punjab under the Department of Biotechnology, Ministry of Science and Technology, Government of India.
- **May 01, 2012**: Dr. Rajender Singh Sangwan assumed charge as the founder Chief Executive Officer of BPU and operationalized a BPU Secretariat at BIRAC (DBT), Defence Colony, New Delhi.
- **August 20, 2012**: BPU opened its Transit Office at Institute Works Department (IWD) Building of Indian Institute of Science Education and Research (IISER) at Knowledge City, Mohali, Sector-81, Mohali.
- **September 27, 2012**: BPU registered as a Society under Registration of Societies Act 1860, as applicable to the State of Punjab, governed by the drawn and approved Memorandum of Association and Rules and Regulations thereunder.
- **November 09, 2012**: First meeting of the Governing Body of BPU held at Department of Biotechnology, New Delhi. The GB approved and adopted the Memorandum of Association and Rules and Regulations of BPU. It also delegated financial and administrative powers of BPU to the Chief Executive Officer of the Institute (Dr. R.S.Sangwan). It also formalized some of the early enabling mechanisms of functionality of the institute.
- **February 18, 2013**: BPU interim facility operationalized at C-127 (2nd floor), Industrial Area, SAS Nagar, Mohali 160071.
- **March 13, 2013**: Second meeting of the Governing Body of BPU held at the Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **November 15, 2013**: Third meeting of the Governing Body of BPU held at the Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **November 18, 2013**: First meeting of BPU Society held at the Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **November 28, 2013**: Union Cabinet (Govt. of India) approved the change of name of the institute from Bioprocessing Unit to Center of Innovative and Applied Bioprocessing.
- **August 08, 2014**: Fourth meeting of the Governing Body held at the Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **November 13, 2014**: Second meeting of CIAB Society held at the Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **February 10, 2015**: Foundation stone of CIAB laboratory building laid at Knowledge City (Sector 81), Mohali.
- **October 08, 2015**: Fifth meeting of the Governing Body held at the Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **November 28, 2015**: Third meeting of CIAB Society held at the Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.

- 02 अगस्त 2016: विज्ञानीय सलाहकार समिति की चतुर्थ बैठक सी.आई.ए.बी मोहाली में हुई।
- 07 सितंबर 2016: वित समिति की पांचवी बैठक, जैव प्राद्योगिकी विभाग सीजीओ काम्पलैक्स, लोधी रोड़, नई दिल्ली में हुई।
- 07 सितंबर 2016: शासकीय निकाय की छठी बैठक, जैव प्राद्योगिकी विभाग सीजीओ काम्पलैक्स, लोधी रोड़, नई दिल्ली में हुई।
- 07 सितंबर 2016: सी.आई.ए.बी. समिति की चतुर्थ बैठक, जैव प्राद्योगिकी विभाग सीजीओ काम्पलैक्स, लोधी रोड़, नई दिल्ली में हुई।
- मार्च 2017: सी.आई.ए.बी. के नियमित परिसर का निर्माण कार्य सपन्न हुआ एवं सी.आई.ए.बी. की प्रयोगशाला अंतरिम से सैक्टर 81 (नोलेज सिटी) मोहाली, पंजाब स्थित नियमित परिसर मे स्थानांतरित की गई।
- 17 जुलाई 2017: वैज्ञानिक सलाहकार समिति (एसएसी) की पांचवीं बैठक सी.आई.ए.बी मोहाली में हुई ।
- 06 अगस्त 2017: सी.आई.ए.बी. मुख्य परिसर का उद्घाटन विज्ञान और प्रौद्योगिकी और पृथ्वी विज्ञान के होनब्ले मिनस्टर, डॉ हर्षवर्धन, मिनस्टर ने किया ।
- 16 अगस्त 2017: सी.ई.ओ. सी.आई.ए.बी. के पद से डॉ आर एस सांगवान को राहत मिली ।
- 17 अगस्त 2017: डॉ टी आर शर्मा ईडी NABI के सीईओए सी.आई.ए.बी. के रूप में का एडिशनल चार्ज लिया ।
- 06 अक्टूबर 2017: वित्त समिति (एफसी) की छठी बैठक जैव प्रौद्योगिकी, सीजीओ परिसर, लोढ़ी रोड, नई दिल्ली में हुई ।
- 01 नवंबर 2017: शासी निकाय (जीबी) की सातवीं बैठक जैव प्रौद्योगिकी, सीजीओ परिसर, लोढ़ी रोड, नई दिल्ली में हुई ।
- 14 दिसंबरः 2017: सी.आई.ए.बी. सोसाइटी की पांचवीं बैठकए सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोढ़ी रोड, नई दिल्ली में हुई ।
- 18 मई 2018 : विज्ञानीय सलाहकार समिति की छठी बैठक सी.आई.ए.बी. मोहाली में हुई।
- 30 जून 2018 : वित्त समिति की सातवीं बैठक एन.ए.बी.आई. मोहाली में हुई।
- 30 जून 2018 सी.आई.ए.बी. की शासकीय निकाय की आठवीं बैठक एन.ए.बी.आई. माहाली में हुई।
- 16 नवम्बर 2018 : सी.आई.ए.बी. सोसायटी की छठी बैठक सी.एस.आई.आर. विज्ञान केंन्द्र, नई दिल्ली में हुई।
- 28 फरवरी 2019: वित्त समिति की आठवीं बैठक नई दिल्ली में हुई।
- 11 मार्च 2019 सी.आई.ए.बी. की शासकीय निकाय की नौवीं बैठक एन.ए.बी.आई. मोहाली में हुई।

- **August 02, 2016:** Fourth meeting of the Scientific Advisory Committee (SAC) held at CIAB, Mohali.
- **September 07, 2016:** Fifth meeting of the Finance Committee (FC) held at Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **September 07, 2016:** Sixth meeting of the Governing Body (GB) held at Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **September 07, 2016:** Fourth meeting of the CIAB Society held at Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **March, 2017:** Construction of permanent campus of CIAB completed and office & laboratory of CIAB shifted from interim facility to permanent campus at Sector-81 (Knowledge City), Mohali, Punjab.
- **July 17, 2017:** Fifth meeting of the Scientific Advisory Committee (SAC) held at CIAB, Mohali.
- **August 06, 2017:** CIAB main campus was inaugurated by Hon'ble Dr. Harsh Vardhan, Minster of Science & Technology and Earth Sciences.
- **August 16, 2017** : Dr. R. S. Sangwan was relieved from the post of CEO, CIAB.
- **August 17, 2017:** Dr. T. R. Sharma, ED, NABI taken additional charge as CEO, CIAB.
- **October 06, 2017:** Sixth meeting of the Finance Committee (FC) held at Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **November 01, 2017:** Seventh meeting of the Governing Body (GB) held at Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **December 14, 2017:** Fifth meeting of the CIAB Society held at Department of Biotechnology, CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi.
- **May 18, 2018:** Sixth meeting of Scientific Advisory Committee (SAC) held at CIAB Mohali.
- **June 30, 2018:** Seventh Meeting of Finance Committee (FC) held at NABI, Mohali
- **June 30, 2018:** Eighth meeting of Governing Body (GB) of CIAB held at NABI, Mohali
- **November 16, 2018:** Sixth meeting of CIAB society held at CSIR Science Centre, New Delhi.
- **February 28, 2019:** Eighth meeting of Finance Committee (FC) held at New Delhi
- **March 11, 2019:** Ninth Meeting of Governing Body (GB) of CIAB held at NABI, Mohali.

सीआईएबी की शासन प्रणाली
Governance Mechanism of CIAB


सीआईएबी सोसायटी
शासी निकाय,(जी.बी.)
सीआईएबी
वित्त समिति
मुख्य कार्यकारी
अधिकारी सीआईएबी
विज्ञानीय सलाहकार
समिति
स्केल-अप समीक्षा
एवं प्रक्रिया ईष्टतमीकरण
पर उप-समूह
तकनीकीय सलाहकार
एवं उत्पाद
नवाचार समिति
नवीन प्रौद्योगिकी
के विकास पर
उप-समूह
प्ररिक्षण प्रषिक्षण
एवं व्यापार विकास
पर उप-समूह


CIAB Society
Governing Body (GB)
CIAB
Finance Committee
Chief Executive Officer
CIAB
Scientific Advisory Committee
Sub-Group on Scale-up Evaluation & Process Optimization
Technical Advisory and Product Innovation Committee (TAPIC)
Sub-Group on Development of New Technology
Sub-Group on Training Demonstration &Business Development

सीआईएबी की प्रबंधन समिति के सदस्य
Members of CIAB Management Society

सी आई ए बी सोसायटी के सदस्य

प्रो. आशुतोष शर्मा
अध्यक्ष (पदेन) (09-04-2018 तक)
सचिव, जैवप्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, (भारत सरकार)
सीजीओ कॉम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. रेणु स्वरूप
अध्यक्ष (पदेन) (10-04-2018 से)
सचिव,
जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

श्री बी. आनंद
सदस्य (पदेन)
अतिरिक्त सचिव एवं वित्त सलाहकार, जैवप्रोधोगिकी विभाग
विज्ञान एवं प्रोद्यागिकी मंत्रालय (भारत सरकार)
सीजीओ काम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

प्रो. अरविंद
सदस्य
निदेशक,
इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, नॉलेज सिटी, सेक्टर -81, मोहाली

डॉ. दिनकर एम. सालुंके
सदस्य
डायरेक्टर,
इंटरनेशनल सेंटर फॉर जेनेटिक इंजीनियरिंग एंड बायोटेक्नोलॉजी, अरुणा आसफ अली मार्ग, नई दिल्ली

डॉ. रमेश वी. सोंटी
सदस्य
निदेशक,
नेशनल इंस्टीट्यूट ऑफ प्लांट जीनोम रिसर्च,
अरुणा आसफ अली मार्ग, नई दिल्ली

डॉ. हेमलता आर.
सदस्य
निदेशक,
राष्ट्रीय पोषण संस्थान,
इंडियन काउंसिल ऑफ मेडिकल रिसर्च, हैदराबाद

डॉ. मोहम्मद असलम
सदस्य (पदेन)
वैज्ञानिक- जी एवं सलाहकार
जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य-सचिव (पदेन)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
नालेज सिटी, सैक्टर 81, मनौली डाकघर,
मोहाली, पंजाब

Members of CIAB Society

Prof. Ashutosh Sharma
President *(Ex-officio)* (up to 09-04-2018)
Secretary,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. Renu Swarup
President *(Ex-officio)*(from 10-04-2018)
Secretary,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Sh. B. Anand
Member *(Ex-officio)*
Addl. Secretary & Financial Advisor,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Prof. Arvind
Member
Director,
Indian Institute of Science Education and
Research, Knowledge City, Sector-81, Mohali

Dr. Dinakar M. Salunke
Member
Former Director,
International Centre for Genetic Engineering
& Biotechnology, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi

Dr. Ramesh V. Sonti
Member
Director,
National Institute of Plant Genome Research,
Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi

Dr. Hemalatha R.
Member
Director,
National Institute of Nutrition,
Indian Council of Medical Research, Hyderabad

Dr. Mohd. Aslam
Member *(Ex-officio)*
Scientist-G & Advisor
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. T. R. Sharma
Member-Secretary *(Ex-officio)*
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing ,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

संस्थान की शासकीय निकाय, वित्त समिति (एफसी) तथा बाह्य समितियाँ
Governing Body (GB), Finance Committee (FC) and External Committees of the Institute

सी आई ए बी शासकीय निकाय के सदस्य

प्रो. आशुतोष शर्मा
अध्यक्ष (पदेन) (09-04-2018 तक)
सचिव,
जैवप्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, (भारत सरकार)
सीजीओ कॉम्प्लैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. रेणु स्वरूप
अध्यक्ष (पदेन) (10-04-2018 से)
सचिव,
जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

श्री बी. आनंद
सदस्य (पदेन)
अतिरिक्त सचिव एवं वित्त सलाहकार, जैवप्रोधोगिकी विभाग
विज्ञान एवं प्रोद्यागिकी मंत्रालय (भारत सरकार)
सीजीओ काम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

श्री चन्द्र प्रकाश गोयल
सदस्य (पदेन)
संयुक्त सचिव
जैवप्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, (भारत सरकार),
सीजीओ कॉम्प्लैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. मोहम्मद असलम
सदस्य (पदेन)
वैज्ञानिक- जी एवं सलाहकार
जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य (पदेन)
कार्यकारी निदेशक
राष्ट्रीय कृषि खाद्य जैव प्रोधोगिकी संस्थान (नाबी)
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81, मोहाली, पंजाब

प्रो . अरविंद
सदस्य (पदेन)
निदेशक, भारतीय विंज्ञान संस्थान और अनुसंधान
नॉलेज सिटी, सेक्टर -81, मोहाली

प्रो. अखिलेश के. त्यागी
सदस्य (विशेषज्ञ, एकेडेमिया)
संयंत्र आण्विक जीवविज्ञान विभाग
दिल्ली विश्वविद्यालय
बेनिटो रोड, नई दिल्ली

डॉ. दिनकर एम. सालुंके
सदस्य (विशेषज्ञ, एकेडेमिया)
निदेशक
जेनेटिक इंजीनियरिंग एवं जैव प्रौद्योगिकी
अंतराष्ट्रीय केन्द्र, अरुणा असफ अली मार्ग, नई दिल्ली

डॉ. रविंदर कौर
सदस्य (विशेषज्ञ, एकेडेमिया)
प्रधान वैज्ञानिक और कार्यकारी निदेशक
आई.सी.ऐ.आर.-भारतीय कृषि अनुसंधान केन्द्र, नई दिल्ली

डॉ. स्वरुप् सरंगन
सदस्य (विशेषज्ञ, उद्योग)
वरिष्ट उपाध्यक्ष
रिलायंस उद्योग लिमिटेड
मेकर चैंम्बर-IV नरीमन प्वाइंट, मुबई

डॉ. जे. एस. यादव
सदस्य (अध्यक्ष, एस.ऐ.सी.)
सीएसआईआर भटनागर फैलो एवं पूर्व निदेशक, भारतीय केमिकल प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईसीटी), उप्पल रोड, हैदराबाद

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य-सचिव (पदेन)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81, मोहाली, पंजाब

Members of Governing Body of CIAB

Prof. Ashutosh Sharma
Chairman *(Ex-officio)* (up to 09-04-2018)
Secretary,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. Renu Swarup
Chairperson *(Ex-officio)*(from 10-04-2018)
Secretary,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Sh. B. Anand
Member *(Ex-officio)*
Addl. Secretary & Financial Advisor,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Sh. Chandra Prakash Goyal
Member *(Ex-officio)*
Joint Secretary, Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. Mohd. Aslam
Member *(Ex-officio)*
Scientist-G & Advisor
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. T. R. Sharma
Member *(Ex-officio)*
Executive Director
National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI),
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Prof. Arvind
Member (*Ex-officio*)
Director, Indian Institute of Science Education and Research, Knowledge City, Sector-81, Mohali

Prof. Akhilesh K. Tyagi
Member (Expert, Academia)
Department of Plant Molecular Biology
Delhi University, New Delhi-21

Dr. Dinakar M. Salunke
Member (Expert, Academia)
Director,
International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB), Aruna Asaf Ali Marg,
New Delhi

Dr. Ravinder Kaur
Member (Expert, Academia)
Principal Scientist & Director (Officiating)
ICAR-Indian Agriculture Research Institute
New Delhi

Dr. Swarup Sarangan
Member (Expert, Industry)
Senior Vice-President, Reliance Industries Limited
Maker Chamber-IV Nariman Point, Mumbai

Dr. J. S. Yadav
Member (Chairman SAC)
CSIR Bhatnagar Fellow & Former Director,
Indian Institute of Chemical Technology
(IICT), Uppal Road, Hyderabad

Dr. T. R. Sharma
Member Secretary (*Ex-officio*)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,

संस्थान की वित्त समिति के सदस्य

श्री बी. आनंद
अध्यक्ष (पदेन)
अतिरिक्त सचिव एवं वित्त सलाहकार, जैवप्रोधोगिकी विभाग
विज्ञान एवं प्रोद्यागिकी मंत्रालय (भारत सरकार)
सीजीओ काम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य (पदेन)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

डॉ. मोहम्मद असलम
सदस्य (पदेन)
वैज्ञानिक- जी एवं सलाहकार
जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. पी. बापैय्या
सदस्य (बाहरी संस्थान)
रजिस्ट्रार, भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान
नॉलेज सिटी, सेक्टर-81, एसएएस नगर, मोहाली

श्री सुनीत वर्मा
गैर-सदस्य सचिव (पदेन)
प्रबंधक (वित्त),
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

Members of Finance Committee of the Institute

Sh. B. Anand
Chairman *(Ex-officio)*
Addl. Secretary & Financial Advisor,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. T. R. Sharma
Member (*Ex-officio*)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied
Bioprocessing, Knowledge City, Sector 81,
Mohali, Punjab

Dr. Mohd. Aslam
Member *(Ex-officio)*
Scientist-G & Advisor
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. P. Bapaiah
Member (External Institute)
Registrar,
Indian Institute of Science Education and
Research Knowledge City, Sector-81,
S.A.S. Nagar, Mohali

Sh. Suneet Verma
Non-member Secretary (*Ex-officio*)
Manager (Finance),
Center of Innovative and Applied
Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

विज्ञानीय सलाहकार समिति (एस ए सी) के सदस्य

डॉ. जे. एस. यादव
अध्यक्ष
सीएसआईआर भटनागर फैलो एवं पूर्व निदेशक, भारतीय केमिकल प्रौद्योगिकी संस्थान (आईआईसीटी), उप्पल रोड, हैदराबाद

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य (पदेन)
कार्यकारी निदेशक
राष्ट्रीय कृषि खाद्य जैव प्रोधोगिकी संस्थान (नाबी)
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

प्रो. सरोज मिश्रा
सदस्य
बायोकेमिकल इंजीनियरिंग एवं जैवप्रोद्योगिकी विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान दिल्ली, नई दिल्ली

डॉ. के. माधवन नायर
सदस्य
पूर्व वैज्ञानिक -एफ
राष्ट्रीय पोषण संस्थान
जमाई उसमानिया, हैदराबाद

प्रो. रिंटु बैनर्जी
सदस्य
कृषि एवं खाद्य अभियांत्रिकी विभाग
भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान खड़गपुर,
पश्चिम बंगाल

प्रो. अरविंद लाली
सदस्य
समन्वयक
डीबीटी-आईसीटी, उर्जा जैव-विज्ञान केन्द्र, रासायनिक प्रौद्योगिकी संस्थान, मुंबई

प्रो. पी. गुप्ताशर्मा
सदस्य
डीन (अनुसंधान एंव विकास)
भारतीय विज्ञान शिक्षा एवं अनुसंधान संस्थान,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली

प्रो. जे. एल. करीहालू
सदस्य
वरिष्ट सलाहकार
अ.प.अ.अ.आर.आई. एन.अ.एस. कम्पलैक्स
पुसा कैंम्पस, नई दिल्ली

डॉ. सुदेष कुमार यादव
सदस्य (संस्थान वरिष्ठ वैज्ञानिक)
वैज्ञानिक-एफ
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य संयोजक (पदेन) (17.08.2017 से)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

Scientific Advisory Committee (SAC)

Dr. J. S. Yadav
Chairman
CSIR Bhatnagar Fellow & Former Director,
Indian Institute of Chemical Technology (IICT),
Uppal Road, Hyderabad

Dr. T. R. Sharma
Member (*Ex-officio*)
Executive Director
National Agri-Food Biotechnology Institute
Knowledge City, Sector 81,
Mohali, Punjab

Prof. Saroj Mishra
Member
Department of Biochemical Engineering and Biotechnology,
Indian Institute of Technology Delhi, New Delhi

Dr. K. Madhavan Nair
Member
Scientist F
National Institute of Nutrition
Jamai-Osmania, Hyderabad

Prof. Rintu Banerjee
Member
Department of Agriculture and Food Engineering,
Indian Institute of Technology Kharagpur,
West Bengal

Prof. Arvind Lali
Member-Coordinator,
DBT-ICT,
Centre of Energy Biosciences,
Institute of Chemical Technology,
Mumbai

Prof. P. Guptasarma
Member
Dean (R&D)
Indian Institute of Science Education & Research (IISER) Mohali
Knowledge City, Sector-81, Mohali, Punjab

Prof. J. L. Karihaloo
Member
Senior Consultant
APAARI, NAS Complex
Pusa Campus, New Delhi

Dr. Sudesh Kumar Yadav
Member (Senior Scientist of the Institute)
Scientist F
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. T. R. Sharma
Member Convener *(Ex-officio)*
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

संस्थान के परिसर विकास हेतु भवन समिति

डॉ. वी. एस. चैहान
अध्यक्ष
पूर्व निदेशक
जेनेटिक इंजीनियरिंग एवं जैवप्रौद्योगिकी अंतर्राष्ट्रीय केन्द्र,
नई दिल्ली

श्री चन्द्र प्रकाश गोयल
सदस्य (पदेन)
संयुक्त सचिव, जैवप्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, (भारत सरकार), सीजीओ
कॉम्प्लैक्स, लोध रोड-नई दिल्ली

श्री बी. आनंद
सदस्य (पदेन)
अतिरिक्त सचिव एवं वित्त सलाहकार, जैवप्रोधोगिकी विभाग
विज्ञान एवं प्रोद्यागिकी मंत्रालय (भारत सरकार)
सीजीओ काम्पलैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य (पदेन)
कार्यकारी निदेशक
राष्ट्रीय कृषि खाद्य जैव प्रोधोगिकी संस्थान (नाबी)
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

डॉ. तिलक राज शर्मा
सदस्य (पदेन)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

डॉ. वामसी कृष्ण
सदस्य (पदेन)
वैज्ञानिक डी (नोडल अधिकारी)
जैवप्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी मंत्रालय, (भारत सरकार)
सीजीओ कॉम्प्लैक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. आर.एस. खांडपुर
सदस्य
पूर्व महानिदेशक, पुष्पा गुजराल साईंस सिटी,
कपूरथला, पंजाब

इंजी. एन.के. वर्मा
सदस्य
पूर्व मुख्य अभियंता, वैज्ञानिक एवं औद्योगिकी अनुसंधान परिषद,
नई दिल्ली

श्री के. के. कौल
सदस्य
पूर्व मुख्य टाउन प्लानर, गमाडा, चंडीगढ़

डॉ. जगदीप सिंह
सदस्य
अतिरिक्त निदेशक, उच्चतर शिक्षा विभाग, पंजाब

श्री एस. एल. कौशल
सदस्य
पूर्व मुख्य वास्तुकार, पंजाब

श्री वीरेन्द्र के. बैनर्जी
सदस्य सचिव (पदेन) (10-07-2018 तक)
प्रशासनिक अधिकारी,
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

श्री सुनीत वर्मा
सदस्य सचिव (पदेन) (11-07-2018 से)
प्रशासनिक अधिकारी (अतिरिक्त प्रभार)
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

Building Committee for Campus Development of the Institute

Dr. V. S. Chauhan
Chairman
Former Director,
International Centre for Genetic Engineering &
Biotechnology, New Delhi

Shri. Chandra Prakash Goyal
Member *(Ex-officio)*
Joint Secretary,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Sh. B. Anand
Member *(Ex-officio)*
Addl. Secretary & Financial Advisor,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. T. R. Sharma
Member *(Ex-officio)*
Executive Director
National Agri-Food Biotechnology Institute
(NABI), Mohali

Dr. T. R. Sharma
Member *(Ex-officio)*
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. A. Vamsi Krishna
Member *(Ex-officio)*
Scientist E, Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Dr. R. S. Khandpur
Member
Former Director General,
Pushpa Gujral Science City,
Kapurthala, Punjab

Er. N. K. Verma
Member
Former Chief Engineer,
Council of Scientific & Industrial Research,
New Delhi

Shri. K. K. Kaul
Member
Former Chief Town Planner,
GMADA, Chandigarh

Dr. Jagdeep Singh
Member
Additional Director,
Department of Higher Education, Punjab

Shri. S. L. Kaushal
Member
Former Chief Architect, Punjab

Sh. Virendra K. Banerjee
Member Secretary (*Ex-officio*) (up to 10-07-2018)
Administrative Officer
Center of Innovative and Applied Bioprocessing ,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Sh. Suneet Verma
Member Secretary (*Ex-officio*) (from 11-07-2018)
Administrative Officer (Additional charge)
Center of Innovative and Applied Bioprocessing ,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

संस्थान परिसर विकास हेतु परामर्शदाता अनुश्रवण समिति

डॉ. आर.एस. खांडपूर
अध्यक्ष
पूर्व महानिदेशक
पुष्पा गुजराल साईंस सिटी, कपूरथला, पंजाब

डॉ. जगदीप सिंह
सदस्य
अतिरिक्त निदेशक, उच्चतर शिक्षा विभाग, पंजाब

इंजी. एन.के. वर्मा
सदस्य
पूर्व मुख्य अभियंता,
विज्ञान एवं औद्योगिकी अनुसंधान परिषद, नई दिल्ली

श्री एस.एल. कौषल
सदस्य
पूर्व मुख्य वास्तुकार, पंजाब

श्री वीरेन्द्र के. बैनर्जी
सदस्य सचिव (पदेन) (10-07-2018 तक)
प्रशासनिक अधिकारी,
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

श्री. सुनीत वर्मा
सदस्य सचिव (पदेन) (11-07-2018 से)
प्रशासनिक अधिकारी (अतिरिक्त प्रभार)
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र,
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

Consultant Monitoring Committee for Institute Campus Development

Dr. R. S. Khandpur
Chairman
Former Director General,
Pushpa Gujral Science City,
Kapurthala,
Punjab

Dr. Jagdeep Singh
Member
Additional Director,
Department of Higher Education,
Punjab

Er. N. K. Verma
Member
Former Chief Engineer,
Council of Scientific & Industrial Research,
New Delhi

Shri. S. L. Kaushal
Member
Former Chief Architect
Punjab

Sh. Virendra K. Banerjee
Member Secretary (*Ex-officio*) (up to 10-07-2018)
Administrative Officer
Center of Innovative and Applied Bioprocessing , Knowledge City, Sector 81,
Mohali, Punjab

Sh. Suneet Verma
Member Secretary (*Ex-officio*) (from 11-07-2018)
Administrative Officer (Additional charge)
Center of Innovative and Applied Bioprocessing , Knowledge City, Sector 81,
Mohali, Punjab

संस्थान की भर्ती एवं कर्मचारियों की स्थिति

Recruitment and Staff Status of the Institute

स्टाफ की स्थिति (31 मार्च 2019)

अनुसंधान संकाय-सदस्यः

क्र- सं.	नाम	पदनाम	कार्यभार ग्रहण की तिथि
1.	डॉ. टी. आर. शर्मा	मुख्य कार्यकारी अधिकारी	17-08-2017
2.	डॉ. सुदेश कुमार	वैज्ञानिक एफ	12-04-2016
3.	डॉ. सास्वत गोस्वामी	अनुसंधान और नवाचार-संयंत्र सह प्रबंधक	11-03-2015
4.	डॉ. एस. सर्वनामुर्गन	वैज्ञानिक- ई	14-07-2016
5.	डॉ. ससीकुमार एलुमलाई	अनुसंधान और नवाचार-संयंत्र प्रसंस्करण इंजीनियर	24-03-2014
6.	डॉ. जयिता भौमिक	वैज्ञानिक- डी	12-08-2016
7.	डॉ. भुवन भूषण मिश्रा	वैज्ञानिक-सी	07-12-2014
8.	डॉ. सुधीर प्रताप सिंह	वैज्ञानिक-सी	24-06-2015
9.	डॉ. मीना कृष्णिया चौधरी	अनुसंधान और नवाचार तंत्र विश्लेषक (जैवप्रक्रिया)	01-01-2016

तकनीकी सदस्य

क्र. सं.	नाम	पदनाम	कार्यभार ग्रहण की तिथि
1.	श्री बलवान सिंह	सहायक अभियंता (विद्युत)	01-08-2014
1.	श्री मनजीत सिंह	सहायक अभियंता (सिविल)	07-07-2017
2.	श्रीमति पंकजप्रीत संधू	वरिष्ठ तकनीकी सहायक (खाद्य अभियांत्रिकी)	02-12-2013
3.	श्री उमेश सिंह	वरिष्ठ तकनीकी सहायक (रसायन विज्ञान)	04-12-2013
4.	डॉ. निधि बुधलाकोटी	वरिष्ठ तकनीकी सहायक (खाद्य और पोषण)	21-01-2016
5.	डॉ. विनोद कुमार	तकनीकी अधिकारी (सुक्ष्मजीवीय तकनीकी)	09-02-2016
6.	डॉ. मैनपाल सिंह	वरिष्ठ तकनीकी सहायक (फार्म) (अतिरक्त प्रभार)	01-03-2014

Staff Status (as on March 31, 2019)

SCIENTIFIC STAFF

Sr. No.	Name	Designation	Date of Joining
1.	Dr. T. R. Sharma	Chief Executive Officer	17-08-2017
2.	Dr. Sudesh Kumar	Scientist-F	12-04-2016
3.	Dr. Saswata Goswami	Research & Innovation-Associate Plant Manager	11-03-2015
4.	Dr. S. Saravanamurugan	Scientist-E	14-07-2016
5.	Dr. Sasikumar Elumalai	Research & Innovation-Processing Plant Engineer	24-03-2014
6.	Dr. Jayeeta Bhaumik	Scientist-D	12-08-2016
7.	Dr. Bhuwan Bhushan Mishra	Scientist-C	07-12-2014
8.	Dr. Sudhir Pratap Singh	Scientist-C	24-06-2015
9.	Dr. Meena Krishania Choudhary	Research & Innovation-System Analyst	01-01-2016

TECHNICAL STAFF

Sr. No.	Name	Designation	Date of Joining
1.	Sh. Balwan Singh	Assistant Engineer (Electrical)	01-08-2014
2.	Sh. Manjeet Singh	Assistant Engineer (Civil)	07-07-2017
3.	Ms. Pankaj Preet Sandhu	Senior Technical Assistant (Food Science & Technology)	02-12-2013
4.	Sh. Umesh Singh	Senior Technical Assistant (Chemistry)	04-12-2013
5.	Dr. Nidhi Budhalakoti	Senior Technical Assistant (Food & Nutrition)	21-01-2016
6.	Dr. Vinod Kumar	Technical Officer (Microbial Technology)	09-02-2016
7.	Dr. Mainpal Singh	Senior Technical Assistant (Farm) (Additional charge)	01-03-2014

स्टाफ की स्थिति (31 मार्च 2019)
प्रशासनिक सदस्य

क्र. सं.	नाम	पदनाम	कार्यभार ग्रहण की तिथि
1.	श्री सुनीत वर्मा	प्रशासनिक अधिकारी (अतिरक्त प्रभार)	11-07-2018
2.	श्री एस. कृष्णन	भंडारण एवं क्रय अधिकारी (अतिरक्त प्रभार)	04-05-2018
3.	श्री हरदीप सिंह	भंडारण एवं क्रय अधिकारी	24-01-2014
4.	श्री अमन सेठी	प्रबंध सहायक	07-03-2014
5.	श्री संत लाल पासी	प्रबंध सहायक	04-09-2015
6.	श्री सुखजिन्द्र सिंह	प्रबंध सहायक	19-10-2016
7.	सुश्री हेमा फर्शवान	प्रबंध सहायक (अतिरक्त प्रभार)	01-12-2012

Staff Status (as on March 31, 2019)

ADMINISTRATIVE STAFF

Sr. No.	Name	Designation	Date of Joining
1.	Sh. Suneet Verma	Administrative Officer (Additional charge)	11-07-2018
2.	Sh. S. Krishnan	Stores & Purchase Officer (Additional charge)	04-05-2018
3.	Sh. Hardip Singh	Stores & Purchase Officer	24-01-2014
4.	Sh. Aman Sethi	Management Assistant	07-03-2014
5.	Sh. Sant Lal Passi	Management Assistant	04-09-2015
6.	Sh. Sukhjinder Singh	Management Assistant	19-10-2016
7.	Ms. Hema Pharshwan	Management Assistant (Additional charge)	01-12-2012

अनुसंधान अध्येता की स्थिति (31 मार्च 2019)

परियोजना वैज्ञानिक, अनुसंधान सहयोगी/अध्येता

क्र. सं.	नाम	पदनाम	कार्यभार ग्रहण की तिथि
1.	डॉ. बलजिंदर सिंह	इंसपायर फैक्लटी	01-03-2019
2.	डॉ. जीतेश कुमार	शोध सहयोगी	01-06-2017
3.	डॉ. कर्णिका ठाकुर	शोध सहयोगी	07-07-2017
4.	डॉ. नित्या शर्मा	शोध सहयोगी	15-03-2018
5.	डॉ. नीरज सिंह ठाकुर	शोध सहयोगी	01-05-2018
6.	डॉ. मुन्ना भट्टाचार्य	शोध सहयोगी	29-10-2018
7.	श्रीमति अमिता शर्मा	एस.आर.एफ	23-07-2018
8.	सुश्री गीशा	एस.आर.एफ	11-05-2017
9.	श्री सत्य नारायण पटेल	एस.आर.एफ	01-09-2017
10.	सुश्री प्रणति	एस.आर.एफ	09-05-2018
11.	सुश्री गिरिजा कौशल	एस.आर.एफ	12-12-2018
12.	श्री संदीप कुमार	जे.आर.एफ	23-06-2016
13.	श्री दीपक	जे.आर.एफ	27-06-2016
14.	सुश्री अंजलि पुरोहित	एस.आर.एफ	11-01-2019
15.	श्री सुशील कुमार राय	एस.आर.एफ	01-08-2018
16.	श्री वरुण कुमार	जे.आर.एफ	18-07-2017
17.	सुश्री मनीषा शर्मा	एस.आर.एफ	07-05-2018
18.	सुश्री नीरा अग्रवाल	जे.आर.एफ	09-08-2017
19.	श्री यदुल्ला एन रेड्डी	जे.आर.एफ	16-08-2017
20.	श्री नीतीश शर्मा	जे.आर.एफ	01-08-2017
21.	सुश्री रवनीत कौर	जे.आर.एफ	08-05-2017

Research Scholar Status (as on March 31, 2019)

PROJECT SCIENTIST, RESEARCH ASSOCIATES/SCHOLARS

Sr. No.	Name	Designation	Date of Joining
1.	Dr. Baljinder Singh	Inspire Faculty	01-03-2019
2.	Dr. Jitesh Kumar	Research Associate	01-06-2017
3.	Dr. Karnika Thakur	Research Associate	07-07-2017
4.	Dr. Nitya Sharma	Research Associate	15-03-2018
5.	Dr. Neeraj Singh Thakur	Research Associate	01-05-2018
6.	Dr. Munna Bhattachary	Research Associate	29-10-2018
7.	Ms. Amita Sharma	Senior Research Fellow	23-07-2018
8.	Ms. Gisha	Senior Research Fellow	11-05-2017
9.	Sh. Satya Narayan Patel	Senior Research Fellow	01-09-2017
10.	Ms. Pranati	Senior Research Fellow	09-05-2018
11.	Ms. Girija Kaushal	Senior Research Fellow	12-12-2018
12.	Sh. Sandeep Kumar	Junior Research Fellow	23-06-2016
13.	Sh. Deepak	Junior Research Fellow	27-06-2016
14.	Ms. Anjali Purohit	Senior Research Fellow	11-01-2019
15.	Sh. Shushil Kumar Rai	Senior Research Fellow	01-08-2018
16.	Sh. Varun Kumar	Junior Research Fellow	18-07-2017
17.	Ms. Manisha Sharma	Senior Research Fellow	07-05-2018
18.	Sh. Neera Aggarwal	Junior Research Fellow	09-08-2017
19.	Sh. Yedulla N. Reddy	Junior Research Fellow	16-08-2017
20.	Sh. Nitish Sharma	Junior Research Fellow	01-08-2017
21.	Ms. Ravneet Kaur	Junior Research Fellow	08-05-2017

अनुसंधान अध्येता की स्थिति (31 मार्च 2019)

परियोजना वैज्ञानिक, अनुसंधान सहयोगी/अध्येता

क्र. सं.	नाम	पदनाम	कार्यभार ग्रहण की तिथि
22.	सुश्री प्रियंका पाल	जे.आर.एफ	09-06-2017
23.	श्री निशांत पांड़े	जे.आर.एफ	23-04-2017
24.	सुश्री मनीषा ठाकुर	जे.आर.एफ	14-11-2017
25.	सुश्री मोनिका	जे.आर.एफ	12-03-2018
26.	सुश्री संजम चंदना	जे.आर.एफ	15-03-2018
27.	श्री मंगत सिंह	जे.आर.एफ	15-03-2018
28.	श्री साहिल कुमार	जे.आर.एफ	15-03-2018
29.	श्री हादी अली	जे.आर.एफ	03-04-2017
30.	सुश्री सुनंधा	जे.आर.एफ	20-04-2018
31.	सुश्री हरप्रीत कौर	जे.आर.एफ	24-10-2016
32.	सुश्री नवोदिता कपूर	जे.आर.एफ	23-04-2018
33.	सुश्री नम्रता जोशी	जे.आर.एफ	23-04-2018
34.	श्री गुरजन्ट सिंह	जे.आर.एफ	23-04-2018
35.	सुश्री एश्वर्या सिंह	जे.आर.एफ	25-04-2018
36.	सुश्री शताब्दी पॉल	जे.आर.एफ	27-04-2018
37.	सुश्री नेहा शर्मा	जे.आर.एफ	06-02-2019
38.	सुश्री महक कम्बोज	प्रेजेक्ट फैलो	07-05-2018
39.	सुश्री सपना दांगी	प्रयोगशाला तकनीशियन	19-03-2018
40.	सुश्री दलवीर कौर	प्रेजेक्ट फैलो-1	12-05-2017
41.	श्रीमति निधि अग्रवाल	प्रेजेक्ट फैलो	12-06-2017

Research Scholar Status (as on March 31, 2019)
PROJECT SCIENTIST, RESEARCH ASSOCIATES/SCHOLARS

Sr. No.	Name	Designation	Date of Joining
22.	Ms. Priyanka Pal	Junior Research Fellow	09-06-2017
23.	Sh. Nishant Pandey	Junior Research Fellow	23-04-2017
24.	Ms. Manisha Thakur	Junior Research Fellow	14-11-2017
25.	Ms. Monika	Junior Research Fellow	12-03-2018
26.	Ms. Sanjam Chandna	Junior Research Fellow	15-03-2018
27.	Sh. Mangat Singh	Junior Research Fellow	15-03-2018
28.	Sh. Sahil Kumar	Junior Research Fellow	15-03-2018
29.	Sh. Hadi Ali	Junior Research Fellow	03-04-2017
30.	Ms. Sunanda	Junior Research Fellow	20-04-2018
31.	Ms. Harpreet Kaur	Junior Research Fellow	24-04-2018
32.	Ms. Navodita Kapoor	Junior Research Fellow	23-04-2018
33.	Ms. Namrata Joshi	Junior Research Fellow	23-04-2018
34.	Mr. Gurjant Singh	Junior Research Fellow	23-04-2018
35.	Ms. Aishwarya Singh	Junior Research Fellow	25-04-2018
36.	Ms. Shatabdi Paul	Junior Research Fellow	27-04-2018
37.	Ms. Neha Sharma	Junior Research Fellow	06-02-2019
38.	Ms. Mehak Kamboj	Project Fellow	07-05-2018
39.	Ms. Sapna Danji	Lab Technician	19-03-2018
40.	Ms. Dalveer Kaur	Project Fellow-I	16-05-2017
41.	Ms. Nidhi Aggarwal	Project Fellow	12-06-2017

शैक्षणिक तथा अनुसंधान एवं विकास की सहक्रियता, सहकार्यता प्रसार एवं सहलग्नता की ओर उठाये गये कदम

Steps Towards Academic and R&D Synergy, Collaborations, Networking and Linkages

शैक्षणिक और शोध एवं विकास सम्बन्ध

नवीन

- सी.आई.ए.बी. ने एन.ए.बी.आई. के साथ मिलकर भारत सरकार के प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार (पी.एस.ए.) के कार्यालय और बायोएन्डेव एबी, स्वीडन के साथ दो वर्ष की अवधि के लिए एक सहयोगात्मक परियोजना ''चावल के भूसे और अन्य कृषि-बायोमास के लिए उच्च ऊर्जा घनत्व बायोकाल के उत्पादन के लिए प्रोद्योगिकी का विकास और सत्यापन'' सहयोग समझौते ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए जिसकी कुल बजट राशि 11,16,71,545 रू. है।

- सी.आई.ए.बी. ने मेसर्स हैल्डर टोपसे, डेनमार्क के साथ एक साथ शोध परामर्शी परियोजना ''रासायनिक उत्प्रेरण का उपयोग करके बायोमास-व्युत्पन्न ग्लाईकोलाडिहाइड का चयनात्मक परिवर्तन' के लिए समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए जिसकी अवधि एक वर्ष तथा कुल बजट 10,95,651 रू. है।

पूर्वत

- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र (सीआईएबी) ने 26 फरवरी, 2018 को संयुक्त अकादमिक शोध और सहयोग के लिए इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी रोपर के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए ।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र (सीआईएबी) ने 22 फरवरी, 2018 को फरीदाबाद के क्षेत्रीय केंद्र बायोटेक्नोलॉजी (आरसीबी) के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए। जहां, सीआईएबी से पीएचडी (जैव प्रौद्योगिकी) कार्यक्रम आयोजित करने के लिए आरसीबी की मान्यता प्राप्त हुईए कार्यक्रम सीआईएबी में आयोजित किया जाएगा और डिग्री आरसीबी द्वारा सम्मानित किया जाएगा।
- सीआईएबी ने इंटर डिसिप्लनरी अनुसंधान एवं अकादमिक के लिए 11 मई, 2013 को चंडीगढ़ क्षेत्र संस्थान ज्ञान क्लस्टर (सीआरआईकेसी) के साथ अन्तः संस्थान संपर्कता घोषणापत्र पर हस्ताक्षर किए।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र (सीआईएबी) ने दो संस्थानों के मध्य उच्च शीर्ष कार्यक्रम तथा गुणवत्ता अनुसंधान के प्रोत्साहन हेतु 10 जनवरी, 2014 को पंजाब केन्द्रीय विश्वविद्यालय, बठिंडा (सीयूपीबी) के साथ एक एमओयू पर हस्ताक्षर किए। एमओयू रसायन से जैविक संकायों हेतू अनुसंधान के विस्तृत क्षेतों को समाविष्ट करता है। एमओयू सीयूपीबी के सहायक प्रोफेसरों के रूप में सीआईएबी वैज्ञानिक की पहचान तथा सीयूपीबी पर योग्य सीआईएबी विद्यार्थियों के पी.एच.डी. पंजीकरण के लिए आवश्यक है।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र (सीआईएबी) ने आपसी हित में क्षेत्र में दो संस्थानों के बीच में उच्च शीर्ष अनुसंधान कार्यक्रम तथा गुणवत्ता अनुसंधान के प्रोत्साहन तथा पी.एच.डी. डिग्री के लिए सीआईएबी के विद्यार्थियों के पंजीकरण हेतु 10 फरवरी, 2014 को गुरू जम्भेष्वर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, हिसार (हरियाणा) के साथ एक एमओयू पर हस्ताक्षर किए।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र (सीआईएबी) तथा बाबा फरीद स्वास्थ विज्ञान विश्वविद्यालय, फरीदकोट के बीच दोनों संस्थानों के क्षमतावान् संकास सदस्यों तथा प्रयोशाला संसाधनों के परस्पर उपयोग के लिए मई 10, 2014 को एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए गए। इस समझौता ज्ञापन का लक्ष्य चिकित्सा एवं सम्बधित क्षेत्रों में शोध कार्य को बढ़ावा देना; विभिन्न क्षेत्रों के स्नातकोतर/पी.एच.डी विद्यार्थियों को बाबा फरीद स्वास्थ्य विज्ञान विश्वविद्यालय, फरीदकोट तथा सीआईएबी में शोध प्रबंध संबंधी कार्य कारने और दोनों संस्थानों के संकाय सदस्यों को समय-समय पर अन्य अनुसंधान कार्यों में सहयोग प्रदान करना है।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र, मोहाली को पंजाब विश्वविद्यालय, चंडीगढ़ ने पीएचडी छात्रों के पर्यवेक्षण के लिए अनुसंधान केन्द्र के रुप में स्वीकृति प्रदान किया है। और इस के लिए सी.आई.ए.बी. मोहाली के वैज्ञानिकों को पीएचडी के अनुसंधान पर्यवेक्षकों के रुप में नियुक्त किया जा सकता है।

Academic and R&D Linkages

New

- CIAB along with NABI has signed an MoU with Office of Principal Scientific Advisor (PSA) to Government of India and Bioendev AB, Sweden for a collaborative project titled "Development & validation of technology for production of high energy density biocoal from rice straw and other agri-biomasses" for a period of two years with total budget amounting to Rs. 11,16,71,545/-
- CIAB has signed an MoU with M/s Halder Topsoe, Denmark for a research consultancy project titled "Selective Transformation of Biomass-Derived Glycolaldehyde Using Chemocatalysis" for a period of one year with total budget amounting to Rs. 10,95,651/-

Previous

- Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) signed an MoU with Indian Institute of Technology Ropar (IIT Ropar) on 26 February, 2018 for joint academic research and collaborations.
- Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) signed an MoU with Regional Centre of Biotechnology (RCB), Faridabad on 22 February, 2018. Wherein, CIAB is a recognized centre of the RCB to conduct PhD (Biotechnology) programme. The programme will be conducted at CIAB and the degree will be awarded by RCB.
- Center of Innovative and Applied Bioprocesing (CIAB) became a signatory to join the inter-institutional networking platform called Chandigarh Region Innovation Knowledge Cluster (CRIKC) on May 11, 2013 for inter-disciplinary research and academics.
- Center of Innovative and Applied Bioprocesing (CIAB), signed an MoU with Central Univeristy of Punjab, Bathinda (CUPB) on January 10th, 2014 for the promotion of quality research and high end research programme by collaboration between two insitutions. The MoU covers broad areas of research from biological to chemical disciplines. The MoU entails PhD registration of eligible CIAB students at CUPB recognition of CIAB scientists as Adjunct Professor of CUPB.
- Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), signed an MoU with Guru Jambheshwar University of Science and Technology, Hissar, Haryana on February 10th, 2014 for the registration of students of CIAB for PhD degree and promotion of quality research and high end research programme between two institutions in the areas of mutual interest.
- Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) and Baba Farid University of Health Sciences, Faridkot signed an MoU on May 10th, 2014 for using the potential faculty and Laboratory resources mutually. The MoU is aimed to encourage research in medical and allied sciences, guide PG students/PhD scholars of different streams for carrying out dissertation work at BFUHS and CIAB and for other research collaborations for time to time between the faculties of both organizations.
- Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali has been recognized as Research Centre of Panjab University, Chandigarh for PhD supervision and faculty of CIAB can be appointed as Research Supervisors for PhD students (Annexure-I).

- भारतीय विज्ञान शिक्षा एंव अनुसंधान संस्थान (आईआईएसईआर) मोहाली ने नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव -प्रसंस्करण केन्द्र, मोहाली के पीएचडी के छात्रों को पंजीकरण की सुविधा प्रावधान की है और सी आई ए बी के वैज्ञानिकों को पीएचडी के पर्यवेक्षकों के रुप में अपने प्रावधान समरुप अपने निर्दिष्ट शर्तोंनुसार स्वीकृत किया है ।
- राष्ट्रीय कृषि.खाद्य जैव प्रोधोगिकी संस्थान (नाबी), नॉलेज सिटी, सैक्टर 81, ममोहाली, पंजाब।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र, मोहाली ने सैन्टर यूनिवसिटी महिन्द्रगढ़ हरियाणा के साथ 16-7-2016 को एक एमओयू पर हस्ताक्षर किये। एमओयू सीयूपीबी के सहायक प्रोफेसरों के रूप में सीआईएबी वैज्ञानिक की पहचान तथा सीयूएच पर योग्य सीआईएबी विद्यार्थियों के पी.एच.डी. पंजीकरण के लिए आवश्यक है।

राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों के साथ अकादमिक और अनुसंधान एवं विकास सहयोग और परस्पर संपर्क

संस्थान ने राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर कई अन्य संस्थानों के साथ शैक्षणिक संपर्क और सहयोग स्थापित किए है। कुछ कार्य या परियोजनाएं पहले से ही प्रारंभ है जबकि अन्य लोगों के साथ यह चर्चा या योजना की अवस्था में हैं।

राष्ट्रीय

- नैनो विज्ञान एवं प्रोद्योगिकी संस्थान
- सैंटर फॅार बायोटैक्नोलाजी हिसार, हरियाणा
- ऊर्जा और संसाधन संस्थान (टेरी)
- भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रुड़की
- राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (एन.ए.बी.आई.)
- पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना
- रक्षा खाद्य अनुसंधान प्रयोगशाला, मैसूर
- अवंता औद्योगिक अनुसंधान एवं विकास केंद्र, यमुना नगर
- संघा नवाचार प्राइवेट लिमिटेड
- गुरु जम्भेश्वर विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, हिसार
- पंजाब यूनिवर्सिटी, चंडीगढ़
- संत लौंगोवाल इंस्टीट्यूट ऑफ इंजीनियरिंग एंड टेक्नोलॉजी, संगरूर
- राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दुर्गापुर
- इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च, मोहाली
- पंजाब केंद्रीय विश्वविद्यालय, भटिंडा
- केंद्रीय विश्वविद्यालय हरियाणा, महेंद्रगढ़

- Indian Institute of Science Education and Research (IISER) Mohali has facilitated the provision of registration of CIAB students in PhD registration and recognition of CIAB faculty as PhD supervisors as per their specified terms of reference (Annexure-II).
- National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI), Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab.
- Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) signed an MoU with Central University of Haryana (CUH), Mahendergarh on 16-07-2016 to initiate academic and research programmes between the two Institution in the broad areas of Biological Sciences, Biotechnology and Chemical Sciences. The MoU entails PhD registration of eligible CIAB students at CUH and recognition of CIAB scientists as Adjunct faculty of CUH.

Academic and R&D interactions, linkages and collaborations with other national and international institutions

The institute has established academic interactions, linkages and collaborations with several other institutions, nationally as well internationally. With some already actions or projects etc. are on while with others it is at initiation of discussion or planning ahead stage

National

- Institute of Nano Science and Technology (INST), Mohali
- Center for Biotechnology, Hisar, Haryana
- The Energy and Resources Institute (TERI)
- Indian Institute of Technology, Roorkee
- National Agri-Food Biotechnology Institute, (NABI)
- Punjab Agricultural University (PAU), Ludhiana
- Defence Food Research Laboratory (DFRL), Mysore
- Avantha Centre for Industrial Research and Development, ACIRD, Yamuna Nagar
- Sangha Innovation Pvt. Ltd.
- Guru Jambheshwar University of Science and Technology, Hisar
- Punjab University, Chandigarh
- Sant Longowal Institute of Engineering and Technology (SLIET), Sangrur
- National Institute of Technology, Durgapur
- Indian Institute of Science Education and Research (IISER), Mohali
- Central University of Punjab, Bhatinda
- Central University of Haryana, Mahendergarh

अंतरराष्ट्रीय

- लिंकन विश्वविद्यालय, लिंकन, यू.के.
- शेफ़ील्ड हॉलम विश्वविद्यालय, शेफ़ील्ड, यू.के.
- डरबन प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, डरबन, दक्षिण अफ्रीका
- टियांजिन विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, टियांजिन, चीन
- पराना संघीय विश्वविद्यालय, कूर्टिबा, ब्राज़ील
- एएन बाख इंस्टिट्यूट ऑफ़ बायोटेकेमिस्टी (जैव प्रौद्योगिकी पर संघीय अनुसंधान केंद्र म.एस.यू., लोमोनोसोव) मास्को, रूस
- मॉन्टपीलियर सूपएग्रो, मॉन्टपीलियर, फ्रांस
- क्लेरमोंट फेरैंड पॉलीटेक, फ्रेंस
- यूरोपीय जैव प्रौद्योगिकी और बायोइकोनॉमी केंद्र (सी.इ.बी.बी.), पोमकल रिम्स फ्रांस
- वगेनिंगेन विश्वविद्यालय और अनुसंधान, नीदरलैंड

उद्योग के साथ सम्बन्ध

संस्थान स्थानीय और बाहर कई उद्योगों के साथ जुड़कर काम कर रहा है। इन उद्योगों को अन्य हितधारकों और इच्छुक उद्यमों के अलावा अनुसंधान और नवाचार के लिए हितधारक होने के लिए लक्षित किया जाता है। ये उद्योग जिनके साथ सी.आई.ए.बी. का संबंध और संपर्क है वो नीचे सूचीबद्ध हैं:

- रिलायंस इंडस्ट्रीज लिमिटेड
- आमजूफाम्ज तकनीक प्रा. लि. , मोहाली
- डॉ सिलविउ फार्माकिम प्राइवेट लिमिटेड, कोलकाता
- हल्दोर टोपसो, स्वीडन
- द उन्नति सहकारी विपणन-सह-प्रसंस्करण सोसायटी लिमिटेड
- नागार्जुन उर्वरक और रसायन लिमिटेड, हैदराबाद
- पेटीवा प्राइवेट लिमिटेड
- कुबेर रोलर मिल प्राइवेट लिमिटेड
- डिओवीटा खाद्य पदार्थ प्राइवेट लिमिटेड
- हयड्रोलिना बायोटेक प्राइवेट लिमिटेड, चेन्नई

International

- Lincon University, Lincoln, UK
- Sheffield Hallam University, Sheffield, UK,
- Durban University of Technology, Durban, South Africa,
- Tianjin University of Science and Technology, Tianjin, China
- Federal University of Parana, Curitiba, Brazil
- AN Bach Institute of Biotechemistry (Federal Research Center on Biotechnology at MSU-MV, Lomonosov), Moscow, Russia
- Montpellier SupAgro, Montpellier, France,
- Clermont Ferrand Polytechnic, France,
- European Center for Biotechnology and Bioeconomy (CEBB), Pomacle, Reims (France
- Wageningen University and Research (WUR), The Netherlands

Linkages with the Industries

The institute is working in linkage with several industries locally and outside. These industries are targeted to be the stakeholders for the research and innovation, besides other stakeholders and interested enterprises. These industry with which CIAB has linkage, liaison and interaction are listed below:

- Reliance Industries Limited
- AamzToFaamz Technosolutions Pvt. Ltd, Mohali
- Dr. Silviu Pharmachem Pvt. Ltd. Kolkata
- Haldor Topsoe, Sweden
- The Unati Co-Operative Marketing-Cum-Processing Society Limited
- Nagarjuna Fertilizers and Chemical Ltd, Hyderabad
- Petiva Pvt. Ltd.
- Kuber Roller Mills Pvt. Ltd.
- Diovita Foods Pvt. Ltd.
- Hydrolina Biotech Pvt. Ltd., Chennai

शोध कार्यक्रम एवं प्रगति
Research Programs and Progress

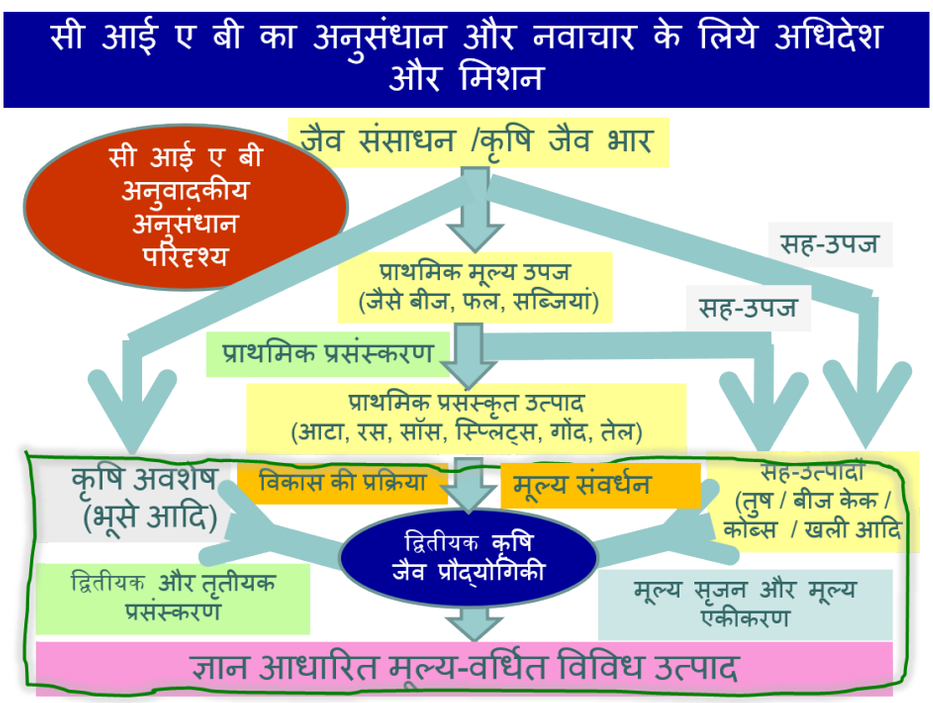
निम्न रेखा–चित्र संस्थान के मिशन, सेवा–स्वरूप अनुसंधान एवं नवोन्मेष दूरदृष्टिकोण का वह दर्पण है जो बायोमास से खाद्य और गैर खाद्य उपयोग के मूल्य वर्धित उत्पादों के विकास पर केंद्रित है। संस्थान के उद्देश्यों को साकार करने के लिए अनुसंधान कार्य के संचालन ढांचे के निम्न चार प्रमुख क्षेत्रों को अधिदेश के रूप में विकसित किया गया है:

क्षेत्र–अ: प्राथमिक प्रसंस्करण के अवशेषों या अपशिष्ट पदार्थों का खाद्य उत्पादों के लिए मूल्य संवर्धन

क्षेत्र–ब: विशेषता उत्पाद और रसायन के लिए फसल के अपशिष्टों में मूल्य–सृजनता लाना

क्षेत्र–स: पोषण संबंधी, न्यूट्रास्यूटिकल्स और प्राथमिक प्रसंस्करण जैव उत्पादों में मूल्य या उपयोग उन्नयन

क्षेत्र–द: कम परिमाण–उच्च मूल्य के उत्पादों और औद्योगिक एंजाइमों के लिए जैव कृत्रिम प्रौद्योगिकी/सिंथेटिक बायोलॉजी



चित्र 1. अनुपयोगित अथवा न्यून–उपयोगित बायोमास के मूल्य–संवर्धन की आवश्यकता तथा संभावनाओं के संदर्भ में नवोन्मेषी एवं जैव–अनुप्रयुक्त केंद्र (सी.आई.ए.बी.) के अनुसंधान एवं नवोन्मेष के परिदृश्य का एक संक्षिप्त चित्रवत्त वर्णन।

Following sketch graphically mirrors the scope of research and innovation to serve the mission and vision of the institute that is centric to the development of value added products of edible and nonedible usage from un-utilized or under-utilized biomass. To realize the objectives of the institute with that focus on operational framework of research work have been evolved in the form of following four major mandate areas:

Area-A: Value Addition to Primary Processing R esidues or Wastes for Edible Products
Area-B: Valorization of Crop Wastes for Specialty Products and Chemicals
Area-C: Nutritionals, Nutraceuticals, and Upgradation of Value or Use of Primary Processing Bioproducts
Area-D: Biosynthetic Technology/Synthetic Biology for Low Volume-High Value Products and Industrial Enzymes

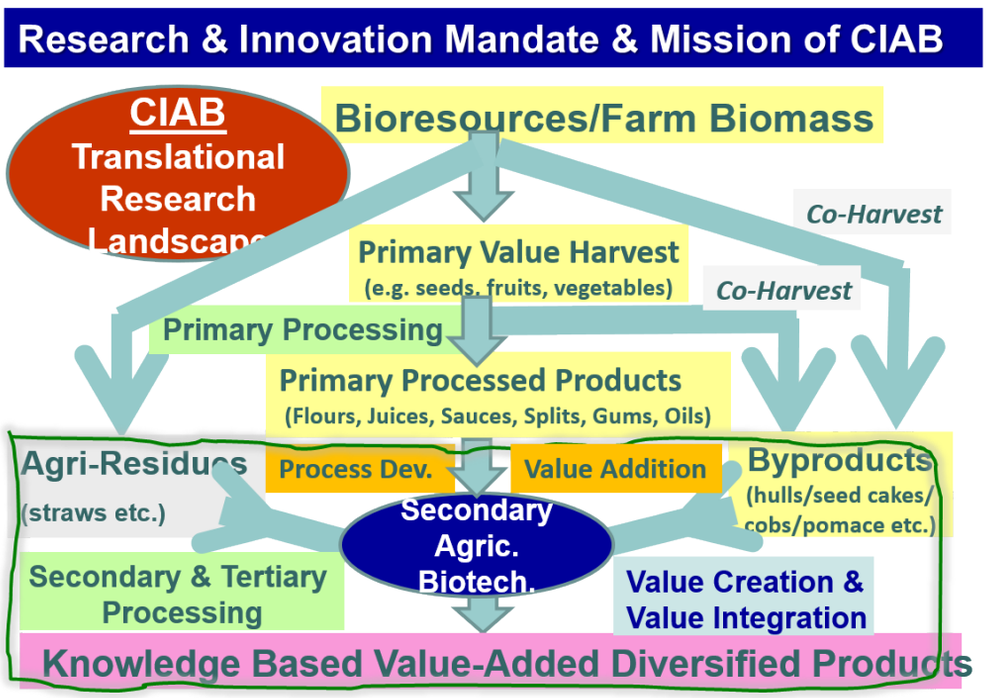


Figure 1. A brief graphical depiction of research and innovation landscape of the Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) with respect to the need and scope of value addition to the un-utilized or under-utilized biomass.

क्षेत्रः अ

प्राथमिक प्रक्रिया के अवशेष की मूल्य संवर्धन/अपशिष्ट खाद्य उत्पाद

यह क्षेत्र विकास और / या लाभकारी प्रक्रियाओं को संशोधित करने और अप-स्केलिंग के लिए मौजूदा प्रक्रियाओं को संशोधित करने, पोषण संबंधी लाभों के मूल्य वर्धित उत्पादों, पोषक तत्वों की क्षमता, मौजूदा खाद्य योजक के लिए बेहतर विकल्प, नए उत्पाद और साइट्रोनेला के लिए घ्राण, आवश्यक तेल, 6-ओस्कॉर्बिल फैटी एस्टर का संश्लेषण, आदि केंद्रित परियोजनाओं और गतिविधियों पर जोर देता है। डेयरी बाय-प्रोडक्ट्स से कार्यात्मक भोजन, मकई भोजन से प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट और किन्नू बायप्रोडक्ट्स ऐसे उत्पादों के कुछ प्रतिनिधि उदाहरण हैं।

अ 01: रोज ऑक्साइड मूल्य संवर्धित सिट्रोनेला आवश्यक तेल उत्पादन के लिए अभिक्रिया स्केल अप (120 ग्राम)

कई पौधों से प्राप्त वाष्पशील तेलों का अच्छे स्वाद में कमी के कारण कम वाणिज्यिक मूल्य होता है। इस क्रम में सिट्रोनेला (सिम्बोपोगों विंटरियनस), पामारोसा (सिंबोपोगोन मार्टिनी), और लेमनग्रास (सिम्बोपोगोन फ्लेक्सुओसस) सम्मिलित हैं। ऐसे अस्थिर तेलों के वाणिज्यिक मूल्य का उन्नयन, उच्च घ्राण महत्व के कुछ दुर्लभ वाष्पशील के प्रेरण द्वारा उनके घ्राण प्रभाव को कुछ ठीक स्वाद प्रदान करके किया जा सकता है। प्रमुख घ्राण महत्व के ऐसे वाष्पशीलों में रोज ऑक्साइड शीर्ष स्थान पर है। वास्तव में, एक उच्च वाणिज्यिक मूल्य लेकिन सीमित प्राकृतिक उपलब्धता (जैसे, दमस्क गुलाब, ड्रेकोसेफेलम हेट्रोफिलम, जिरेनियम, युकेलिप्टस सिट्रियोडोरा और लीची) के कारण रोज ऑक्साइड को बड़े पैमाने पर कृत्रिम रूप से सेंसिटाइज़र की उपस्थिति में सिंगलेट आक्सीजिनेशन के माध्यम से बीटा- सिट्रोनेलोल के फोटो-पेरोक्सीडेशन द्वारा उत्पादित किया जाता है। हालांकि, मेथनॉल, ऑक्सीजन और प्रकाश के समावेश के कारण बड़े पैमाने पर इस विधि के उपयोग से सुरक्षित प्रसंस्करण सम्बन्धी समस्याएं उत्पन होती हैं। उत्प्रेरक के रूप में $Na_2MoO_4 \cdot 2H_2O$ का उपयोग करते हुए H_2O_2 के उत्प्रेरित विषमांगीकरण द्वारा 'डार्क' सिंग्लेट ऑक्सीकरण (डीएसओ) की अवधारणा एक आशाजनक विकल्प प्रतीत होती है, इसलिए हमने इसकी प्रयोज्यता की जांच कम मूल्य के साइट्रोनेला पर्णसमूह आवश्यक तेल से मल्टी-ग्राम पैमाने पर रोज ऑक्साइड मूल्य संवर्धित साइट्रोनेला तेल के उत्पादन के लिए की ।

अनुसंधान प्रगति

हमने पहले से स्वस्थानी कम मूल्य के सिट्रोनेला आवश्यक तेल के गुलाब ऑक्साइड संवर्धन के लिए कुछ ग्राम स्केल प्रक्रियाओं की सूचना दी है (इंडस क्रॉप्स प्रोड 2017, 97, 567; जे क्लीनर प्रोडक्ट, 2018, 172, 1765), जिसमें सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण (सिट्रोनेलोल की उच्च मात्रा युक्त) का सिट्रोनेलोल से संश्लेषण एक महत्वपूर्ण कदम था। इस चरण में, सिट्रोनेला तेल में उपस्थित सिट्रोनेलोल का $NaBH_4$ की गतिविधि द्वारा शुष्क टीएचएँफ़ की प्रतिक्रिया विलायक के रूप में उपस्थिति मे कमरे के तापमान पर सिट्रोनेल्लोल में अपचयन कर दिया गया था । यद्यपि कि कार्यप्रणाली ने तेल मे बहुत तेजी से (~5 मिनट) सिट्रोनेलल का सिट्रोनेल्लोल मे अपचयन विलायक मुक्त स्थिति मे कर दिया, फिरभी प्रक्रिया के दौरान एक बहु ग्राम पैमाने पर $NaBH_4$ / नम SiO_2 अपचयन प्रणाली ने प्रतिक्रिया मिश्रण को अत्यधिक गर्म कर दिया, इसलिए बड़े पैमाने पर इसका इस्तेमाल किए जाने के लिए अयोग्य पाया गया।

तालिका 1 : $NaBH_2$ / जलीय NaOH द्वारा सिट्रोनेल्लाल के इन सीटू अपचयन के लिए प्रक्रिया स्केल अप

S. No.	Citronella essential oil (g)	Citronellal (g)	$NaBH_4$ (g)	10% aq. NaOH (mL)	Citronella oil variant (Yield%)
1	1	0.38	0.05	2.5	0.91 (~91%)
2	10	3.81	0.50	25	8.97 (~90%)
3	50	19.05	2.50	100	43.5 (~89%)
4	100	38.10	5.00	200	87.8 (~88%)
5	200	76.20	10.0	300	175.0 (~88%)

Area: A

VALUE ADDITION TO PRIMARY PROCESSING RESIDUES/WASTES FOR EDIBLE PRODUCTS

This area entails projects and activities focused at developing and/or gainfully modifying processes or recruiting existing processes for up-scaling to obtain value added products of nutritional benefits, nutraceutical potential, better substitutes to existing food additives, new products and olfactory value addition to citronella essential oil, synthesis of 6-O-ascorbyl fatty esters, etc. Functional food from dairy by-products, protein hydrolysate from corn meal and kinnow byproducts are some of the representative examples of such products.

A 01: Process scale up (120 g) for production of rose oxide value added citronella oil

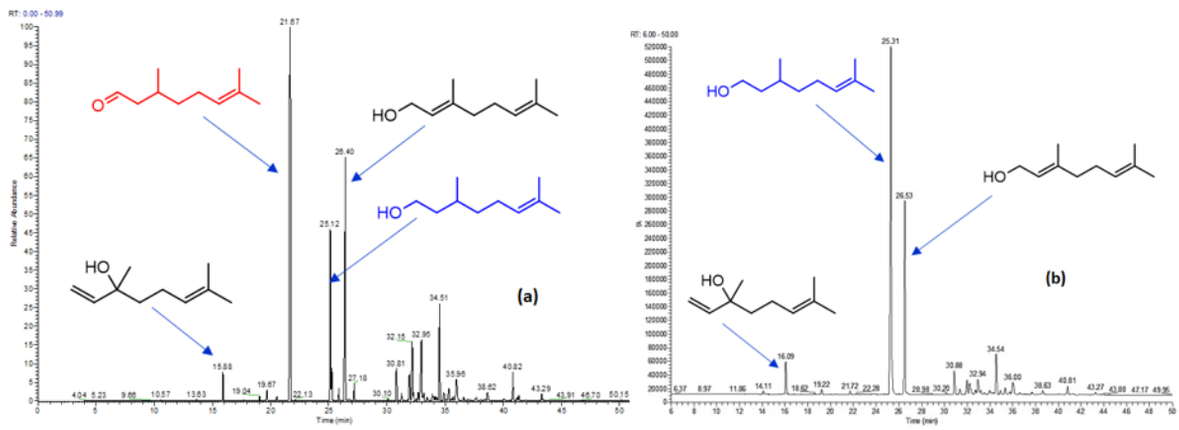
The volatile oils obtained from many plants have poor commercial value due to the lack of fine flavour. These include citronella (Cymbopogon winterianus), palmarosa(Cymbopogon martinii), and lemongrass (Cymbopogon flexuosus). In order to upgrade the commercial value of such volatile oils, some fine flavour can be imparted by changing their olfactory impression through induction of certain rare volatiles of high olfactory note/significance. Rose oxide occupies top rank in such volatiles of major olfactory significance. Indeed, due to a high commercial value but limited natural occurrence (e.g. Damask rose,Dracocephalumheterophyllum, geranium, Eucalyptus citriodora and lychee), rose oxide is produced synthetically on a large scale by photo-peroxidation of β-citronellol via singlet oxygenation in the presence of a sensitizer. However, methanol, oxygen and light entails problems with respect to safe processing using this method on large scale. The concept of 'dark' singlet oxygenation (DSO) via catalytic disproportionation of H_2O_2using $Na_2MoO_4 \bullet 2H_2O$ as catalyst appears a promising alternative, therefore, we investigated the applicability of this approach on low value citronella foliage essential oil for production of rose oxide value added citronella oil at multi-gram scale.

Research Progress

We have earlier reported few gram scale processes for the in situ rose oxide enrichment led valorisation of low value citronella essential oil (Indus Crops Prod, 2017, 97, 567; J Cleaner Product, 2018, 172, 1765), wherein the synthesis of citronella essential oil variant (containing higher amount of citronellol) from citronella oil was the crucial step. In this step, citronellal occurring in the citronella oil was reduced to citronellol by the activity of NaBH4 in presence of dry THF as reaction solvent at room temperature. In order to develop a cost-effective and organic solvent free approach, we investigated a reaction system consisting of $NaBH_2$ and moist SiO_2 (catalytic amount) for in situ reduction of citronellal to citronellol. Despite the methodology enabled a very fast reduction (~5 min) of citronellal to citronellol in the oil under solvent free condition, however, during the process scale up at a multi-gram scale, $NaBH_4$/moist SiO_2 reduction system caused the overheating of the reaction mixture, hence, was found unfit to be used while large scale processing. Therefore, as a significant improvement in the earlier reported methods, in situ reduction of citronellal occurring in the

Table 1. Process scale up for in situ reduction of citronellal by $NaBH_2$/aq. NaOH

SN	Citronella essential oil (g)	Citronellal (g)	$NaBH_4$ (g)	10% aq. NaOH (mL)	Citronella oil variant (%yield)
1	1	0.38	0.05	2.5	0.91 (~91%)
2	10	3.81	0.50	25	8.97 (~90%)
3	50	19.05	2.50	100	43.5 (~89%)
4	100	38.10	5.00	200	87.8 (~88%)
5	200	76.20	10.0	300	175.0 (~88%)



चित्र 1. जीसी-एमएस विश्लेषण: (a) देशी सिट्रोनेला तेल में वाष्पशील; (b) साइट्रानेलोल (~ 30% गुणात्मक) के संबंध में अर्द्ध-सिंथेटिक सिट्रोनेला आवश्यक तेल प्रकार में वाष्पशील

इसलिए, पहले बताए गए तरीकों में एक महत्वपूर्ण सुधार के रूप में, सिट्रोनेला आवश्यक तेल में उपस्थित साइट्रोनेलल का इन सीटू अपचयन पानी में $NaBH_4$ / NaOH (उत्प्रेरक राशि) का विलायक के रूप में कमरे के ताप पर उपयोग की जांच की गई। तदनुसार, सिट्रोनेला आवश्यक तेल से एक उच्च प्रभावकारी रासायनिक प्रसंस्करण द्वारा सिट्रोनेलोल के संबंध में (~ 30% गुणात्मक रूप से) सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण हासिल किया गया और प्रक्रिया को 200 ग्राम तक बढ़ाया जा सका, परिणाम संक्षेप में तालिका 1। सिट्रोनेलल का सिट्रोनेल्लोल में इन सीटू रूपांतरण की निगरानी जीसी-विश्लेषण द्वारा की गई, जिसने सिट्रोनेलल का एक चयनात्मक और पूर्ण अपचयन प्रदर्शित किया जबकि अन्य वाष्पशील बरकरार रहे (चित्र 1)। परिणामस्वरूप प्राप्त तेल में सिट्रोनेलोल सामग्री की मान्यता गैस क्रोमैटोग्राफी (जीसी) विधि का उपयोग करके की गई जिसे कहा गया है: एक स्तंभ HP-5MS (0.25 × 30 मीटर), फिल्म मोटाई, 1.0 मीटर; 1.0 एमएल / मिनट की प्रवाह दर पर हीलियम एक वाहक गैस के रूप में इस्तेमाल किया गया। ओवन का तापमान 60 से 210°C पर किया गया, 3°C / मिनट रैंप दर और 210°C पर 1 मिनट होल्ड समय; फिर 210 से 280°C प्रति 20°C/ मिनट रैंप दर पर 5 मिनट होल्ड समय 280°C पर । 1 µL नमूने का विभाजन अनुपात 1:20 के साथ 280°C इनलेट ताप पर इंजेक्ट किया गया | 70 ईवी इलेक्ट्रॉन प्रभाव आयनीकरण ऊर्जा से मास स्पेक्ट्रा 50 से 400 एएमयू मास सीमा तक स्कैन किया गया, स्रोत तापमान 280°C और मास स्थानांतरण लाइन का तापमान 280°C ।

परिणामस्वरूप सिट्रोनेलोल युक्त (~ 30% गुणात्मक) सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण की आगे 'डार्क' सिंगललेट ऑक्सीजनेशन के लिए कमरे के तापमान पर H_2O_2 के अनुपातिक परिवर्तन जांच की $Na_2MoO_4.2H_2O$ की उत्प्रेरक गतिविधि के माध्यम से की गई, पहले रिपोर्ट की गई 50-55° C पर प्रतिक्रिया मिश्रण के हीटिंग की विधि के विपरीत (इंडस क्रॉप्स उत्पादन, 2017, 97, 567)। प्रमुख रूप से मुख्य पेरॉक्सिडाइजिंग प्रजातियां, $[MoO(O_2)_3]^{2-}$ आयन को प्रतिक्रिया माध्यम में उत्पन्न करने के लिए प्रतिक्रिया को

तालिका 2. सिट्रोनेलोल से हाइड्रो-पेरोक्साइड के लिए के इन सीटू पेरोक्सीडेशन प्रक्रिया पैमाने का स्केल अप

SN	Citronella oil (g)	Citronellol (g)	$Na_2MoO_4.2H_2O$ g (mmol)	NaOH g (mmol)	30% H_2O_2 (mL)	IPA-H_2O (mL, v/v)	Qty. of VACO g (%yield)
1.	3.0	0.9 g	0.114 (0.47)	0.13 (3.3)	5	25:0.5	2.20 (~73%)
2.	30.0 g	9.0 g	1.14 (4.71)	1.16 (28.9)	50	50:1	21.6 (~72%)
3.	60.0 g	18.0 g	2.28 (9.42)	1.9 (47.5)	100	100:2	42.0 (~70%)
4	120.0 g	36.0 g	4.56 (18.84)	3.8 (95)	200	200:4	84.0 (~70%)

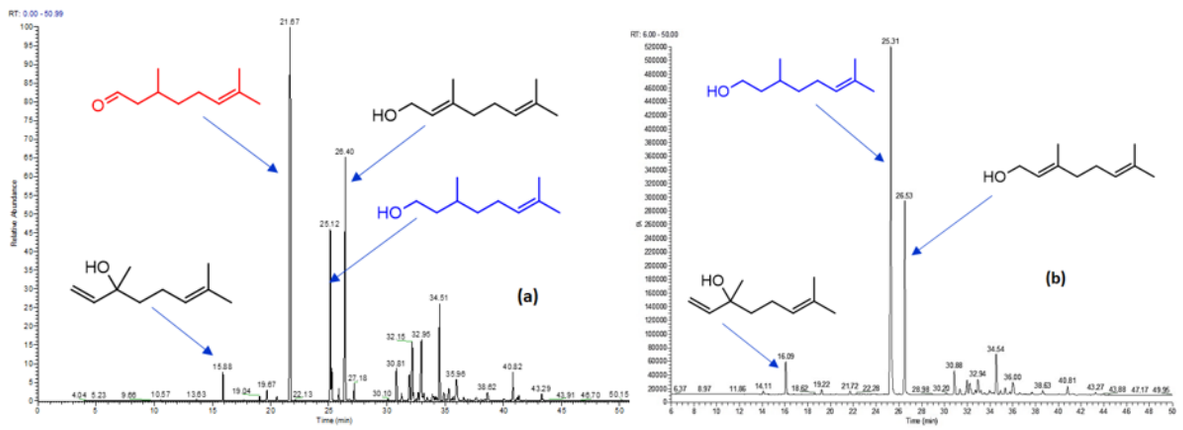


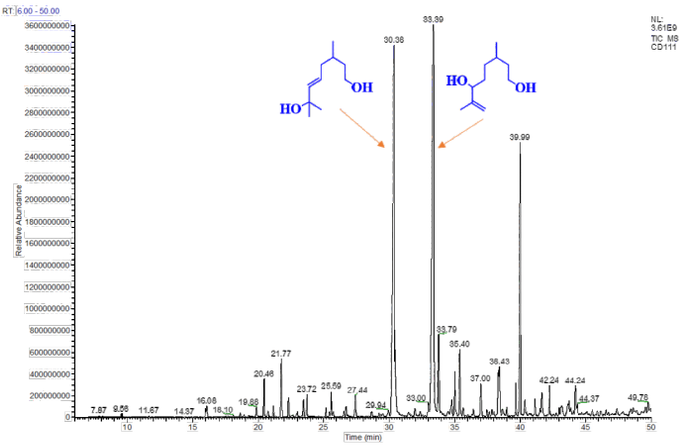
Figure 1. GC-MS analysis: (a) volatiles in native citronella oil; (b) volatiles in semi-synthetic citronella essential oil variant with respect to citronellol (~30% qualitatively)

citronella essential oil was investigated using $NaBH_4$/NaOH (catalytic amount) in water as a solvent at room temperature. Accordingly, a highly efficacious chemical processing of citronella essential oil to afford citronella essential oil variant with respect to citronellol (~30% qualitatively) was achieved and the process could be scaled up to 200g, results summarized in Table 1. The in situ conversion of citronellal to citronellol was monitored by subsequent GC-analysis which demonstrated a selective and complete reduction of citronellal while other volatiles remained intact (Fig. 1). Citronellol content in the resulting oil was validated using gas chromatography (GC) method stated as: A column HP-5MS (0.25 × 30m), film thickness, 1.0 m; helium at flow rate of 1.0 mL/min was used as a carrier gas. Oven temperature gradient was performed from 60 to 210 °C at 3ºC/min ramp rate and 1 min hold time at 210 °C; then 210 to 280 °C at 20 °C/min ramp rate with 5 min hold time at 280 °C. Samples were injected with 1 μL with split ratio of 1:20 and inlet temperature at 250 °C. Mass spectra were scanned from 50 amu to 400 amu mass range with electron impact ionization energy at 70 eV, source temperature of 280 °C and mass transfer line temperature of 280 °C.

The resulting citronella essential oil variant containing citronellol (~30% qualitatively) was further investigated for 'dark' singlet oxygenation via disproportionation of H_2O_2 through the catalytic activity of $Na_2MoO_4.2H_2O$ at room temperature, unlike the heating of the reaction mixture at 50-55 °C in a previously reported method(Indus Crops Prod, 2017, 97, 567). In order to generate predominantly the key peroxidising species, $[MoO(O_2)_3]_2$- ion in the reaction medium, the reaction was experimented in slightly alkaline medium containing a mixture of aq. NaOH-isopropanol (1:4 v/v) instead of water-isopropanol used previously. The reaction was also optimized

Table 2. Process scale up for in situ peroxidation of citronellol to hydro-peroxides

SN	Citronella oil (g)	Citronellol (g)	$Na_2MoO_4.2H_2O$ g (mmol)	NaOH g (mmol)	30% H_2O_2 (mL)	IPA-H_2O (mL, v/v)	Qty. of VACO g (%yield)
1.	3.0	0.9 g	0.114 (0.47)	0.13 (3.3)	5	25:0.5	2.20 (~73%)
2.	30.0 g	9.0 g	1.14 (4.71)	1.16 (28.9)	50	50:1	21.6 (~72%)
3.	60.0 g	18.0 g	2.28 (9.42)	1.9 (47.5)	100	100:2	42.0 (~70%)
4	120.0 g	36.0 g	4.56 (18.84)	3.8 (95)	200	200:4	84.0 (~70%)



चित्र 2. जीसी-एमएस से 1,7- और 1,6-डायॉल, गुलाब ऑक्साइड स्टीरियोआइसोमरस के अग्रदूत का पता लगाना

थोड़ा क्षारीय माध्यम में प्रयोग किया गया जो कि पानी-आइसोप्रोपेनॉल की बजाय जलीय NaOH-आइसोप्रोपेनॉल (1: 4 v / v) के मिश्रण से युक्त था। प्रतिक्रिया को सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण में मौजूद सिट्रोनेलोल के पूर्ण पेरोक्सीडेशन के लिए आवश्यक समय के संबंध में भी अनुकूलित किया गया। यह देखा गया कि जब प्रतिक्रिया मिश्रण (सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण, $Na_2MoO_4.2H_2O$, जलीय NaOH, और इसोप्रोपेनॉल) में 30% H_2O_2 डालने पर प्रतिक्रिया गुलाबी हो गई और जल्द ही गहरे भूरे रंग में बदल गई। चार घंटे के बाद कमरे के तापमान पर सरगर्मी के तहत प्रतिक्रिया मिश्रण बेरंग में बदल गई जिसे पूर्ण पेरोक्सीडेशन के लिए संकेत के रूप में लिया गया। तदनुसार, सिट्रोनेलोल समृद्ध सिट्रोनेला तेल को रासायनिक पेरोक्सीडेशन के लिए 4 घंटे तक कमरे के तापमान पर $Na_2MoO_4.2H_2O$/NaOH की उत्प्रेरक के रूप में उपस्थिति पर रासायनिक संसाधित किया गया, तालिका 2 में प्रतिक्रिया स्केल अप संक्षेप में समय बीतने के बाद, प्रतिक्रिया मिश्रण को Na_2SO_3 के एक संतृप्त विलयन के साथ बुझाने के बाद डायइथाइल ईथर से निष्कर्षित किया गया था। जीसी-एमएस विश्लेषण ने 1,6 और 1,7-डायोल्स के 1: 1 मिश्रण का गठन स्थापित किया (चित्र 2) । जैविक चरण को 25% H_2SO_4 के विलयन के साथ कमरे के तापमान पर उभरा गया। नमकीन घोल और पानी से वर्कअप किया गया, जैविक चरण को अलग कर सांद्रित करके सिस- / ट्रांस-रोज़ ऑक्साइड के मिश्रण से समृद्ध चुनिंदा रूप से परिवर्तित सिट्रोनेला तेल (~ 70 उपज) प्राप्त किया गया।

मुख्य उपलब्धियाँ

- सिट्रोनेलोल के संबंध में सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण के स्केल्ड और ऑर्गेनिक विलायक मुक्त अर्ध-संश्लेषण की पद्धति|
- कमरे के तापमान पर सिट्रोनेलोल का सिट्रोनेलिल डायोल, रोज ऑक्साइड के अग्रदूत में इन सीटू पेरोक्सीडेशन के लिए स्केल्ड मेथोडोलॉजी ।

अ 02: सुगंधित खर्च बायोमास से मूल्य वर्धित रसायनों का मूल्यांकन

लेमनग्रास [सिंबोपोगोन फ्लेक्सोसस (स्टड.) वाटस., (सीन. एंड्रोपोगोनार्डस वार . फ्लेक्सुओसस हैक; ए. फ्लेक्सोसस नीस)] और पामारोसा [सिमबोपोगोन] मार्टिनी (रॉक्सब.) वाटस. वार मार्टिनी (सीन. सी.) मार्टीनी सपग वार मोतिआ)] उपोष्णकटिबंधीय आवश्यक तेल के पौधों की व्यापक रूप से ग्वाटेमाला, ब्राजील, चीन, भारत, इंडोनेशिया, हैती, मेडागास्कर और अन्य पूर्वी अफ्रीकी देश में खेती की जाती है। इन सुगंधित फसलों से वाष्पशील तेल के निष्कर्षण के परिणाम स्वरुप सुगंधित खर्च हुआ कचरा उत्पन्न होता है | अकेले लेमनग्रास प्रसंस्करण उद्योग से विश्व स्तर पर लगभग 30,000,000 टन प्रति वर्ष सुगंधित अपशिष्ट उत्पन्न होते हैं। भारत सुगंधित फसलों का एक प्रमुख कृषक (उदाहरण के लिए लेमनग्रास, सिट्रोनेला, पामारोसा, पचौली, आदि) है और प्रति वर्ष लगभग ~ 6.0 मिलियन टन सुगंधित कचरा उत्पन्न होता है जिसका वर्तमान में उच्च-मूल्य अनुप्रयोग नहीं है बजाय बहुमत को जलाने के उद्देश्य से निपटाया या उपयोग किया जाता है जो मानव स्वास्थ्य पर प्रतिकूल

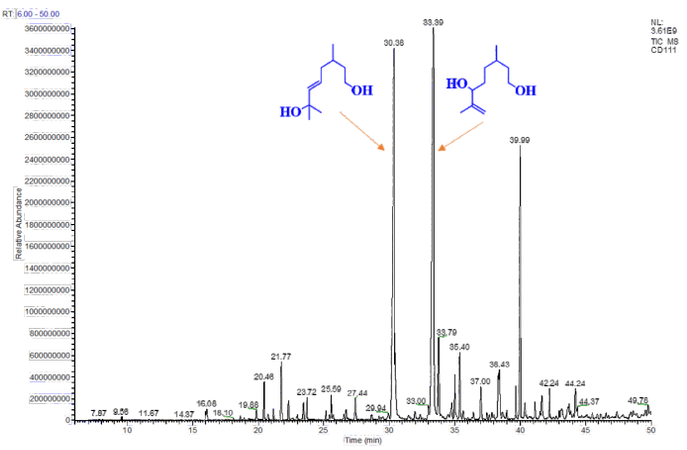


Figure 2. GC-MS detection of 1,7- and 1,6-diol, precursorsto rose oxide stereoisomers

with respect to the time required for complete peroxidation of citronellol present in the citronella essential oil variant. It was observed that while adding 30% H_2O_2 to the reaction mixture (citronella essential oil variant, $Na_2MoO_4.2H_2O$, aq. NaOH and isopropanol), the reaction became pink and soon changed to dark brown in colour. After four hours under stirring at room temperature, the reaction mixture turned to colourless which was taken as indication for complete peroxidation. Accordingly, citronellol enriched citronella oil was chemically processed for chemical peroxidation for 4h at room temperature in presence of $Na_2MoO_4.2H_2O$/NaOH as catalyst, process scale up summarized in Table 2. After time elapsed, the reaction mixture was quenched with a saturated solution of Na_2SO_3 followed by extraction with diethyl ether. GC-MS analysis established the formation of 1:1 mixture of 1,6 and 1,7-diols (Fig. 2). The organic phase was stirred with 25% solution of H_2SO_4 for 1h at room temperature. The workup was done with brine solution and water, organic phase was separated and concentrated to afford a selectively transformed citronella oil (~70 yield) enriched with a mixture of cis/trans-rose oxide.

Salient Achievements

- Scaled up and organic solvent free methodology for semi-synthesis of citronella essential oil variant with respect to citronellol.
- Scaled up methodology for in situ peroxidation of citronellol to citronellyl diols, the rose oxide precursors under room temperature condition.

A 02: Valorisation of spent aromatic biomass to value-added chemicals

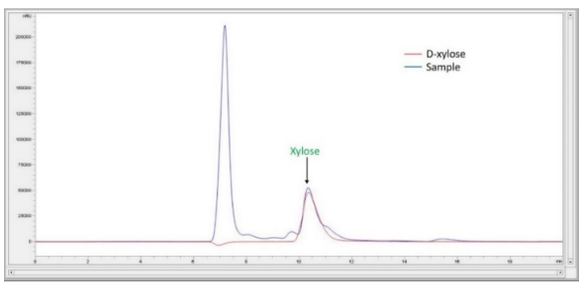
Lemongrass [*Cymbopogon flexuosus* (Steud.) Wats, (syn. Andropogonnardus var. flexuosusHack; A. flexuosus Nees)] and palmarosa [Cymbopogon martini (Roxb.) Wats. var martinii(syn. C. martiniSapg var. motia)] are subtropical essential oil plants widely cultivated in Guatemala, Brazil, China, India, Indonesia, Haiti, Madagascar, and other Eastern African countries. Extraction of volatile oil from these aromatic crops results in generation of spent aromatic waste. Globally, approximately 30,000,000 tons per annum aromatic waste are generated from industrial processing of lemongrass alone. India is a chief cultivator of aromatic crops (for example lemongrass, citronella, palmarosa, patchouli, etc.) and generates approximately ~6.0 million tons per annum of aromatic waste which does not currently have high-value applications, instead the majority is disposed or used for burning purposes that adversely affects the human health.

In spent aromatic biomass (citronella, lemongrass and palmarosa fibers),cellulose is the predominant component (35-40%), followed by hemicellulose (25-30%) and lignin (15-20%). Therefore, in order to harness the chemical

प्रभाव डालता है। सुगंधित खर्च बायोमास (सिट्रोनेला, लेमनग्रास और पालमारोसा फाइबर), में सेलूलोज़ प्रमुख घटक (35-40%) है, इसके बाद हेमिसेलुलोस (25-30%) और लिग्निन (15-20%)। इसलिए, खर्च किए गए सुगंधित कचरे के रासायनिक गुणों का दोहन करके ग्रीन अभिकर्मकों और रसायनों के विकास के लिए, एक एकीकृत प्रक्रिया विकसित की गई है जिससे पैरा-साइमिन सल्फोनिक एसिड डाईहाइड्रेट (पी-सीयसये) के माध्यम से किसी भी कार्बनिक विलायक या योजक की अनुपस्थिति में प्रसंस्करण के माध्यम से जाइलोस, लेवुलिनीक एसिड और लिग्निन का उत्पादन किया जाय। इससे पहले, खर्च किए गए सुगंधित बायोमास से मूल्य वर्धित उत्पादों के उत्पादन का ऐसा कोई प्रयास नहीं किया गया है, और कार्यप्रणाली सुगंधित बायोमास से किसी एक उत्पाद के उत्पादन, या तो फेरफुरल / एचएमएफ या इथेनॉल की तुलना में आर्थिक रूप से अधिक आकर्षक दिखाई देती है ।

अनुसंधान प्रगति

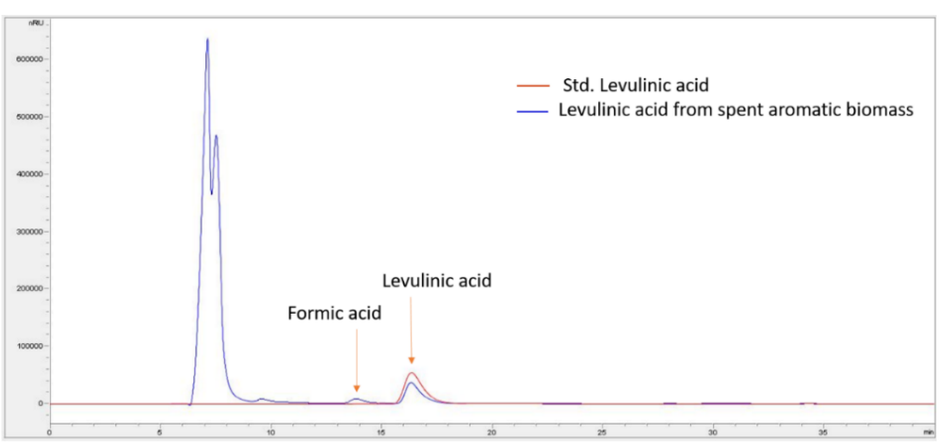
पी-सीएसए के साथ खर्च किए गए सुगंधित कचरे का पूर्व-उपचार: एक गिलास मीडिया बोतल (50 एमएल) में सूखे और पाउडर पालमारोसा अपशिष्ट (1.0 ग्राम), पी-सीएसए (600 मिलीग्राम, 60% w/w) और पानी (20 एमएल) डाल कर 90 मिनट के लिए 121 डिग्री सेल्सियस पर ऑटोक्लेव किया गया, बाद में कमरे के तापमान पर ठंडा कर और छान कर जाइलोज (164 एमजी, सुगंधित खर्चअपशिष्ट में हेमिकेलुलोज के संबंध में 92% उपज; प्रारंभिक बायोमास के संबंध में 16% उपज), चित्र 3. हाइड्रोलाइज़ेट की कम



चित्र 3. पालमारोसा बायोमास के हायड्रोलायसेट का एचपीएलसी क्रोमैटोग्राम

दबाव में एकाग्रता में एक भूरे रंग का सिरप सुसज्जित हुआ, जहां से, पी-सीएसए को इथेनॉल में घुलने के कारण एक उच्च प्रभावोत्पादकता के साथ बरामद किया जा सका, इस बीच, जाइलोज प्रेसिपिटेट हो गयी । प्रेसिपिटेट को टोल्यूनि में बार-बार धोने के बाद गर्म हवा ओवन के तहत सुखाने से ज़ाइलोज़ अच्छी उपज और शुद्धता में प्राप्त हुआ। उत्प्रेरक पी-सीएसए को गतिविधि के महत्वपूर्ण नुकसान के बिना हाइड्रोलाइज़ेट से 3 बार बरामद और पुन: उपयोग लाया गया ।

पूर्व- उपचारित सुगंधित बायोमास से लेवुलिनिक एसिड का एक पॉट उत्पादन : पूर्व उपचारित सुगंधित बायोमास (1.0 ग्राम), 2 एन एचसीएल (20.0 एमएल) और पी-सीएसए (1.0 ग्राम) को 120 मिली क्षमता वाले एक मोटी दीवार के सिलिकॉन रबर द्वारा सील (पीछे से) किये गए प्रेशर ग्लास रिएक्टर (एसीई ग्लास, यूयसए) लोड किया गया। प्रतिक्रिया मिश्रण को 180 डिग्री सेल्सियस ताप पर एक आयल स्नान प्रयुक्त करते हुए 2 घंटे तक गरम किया गया। समय बीतने के बाद,



चित्र 4. पूर्व-उपचारित बायोमास हाइड्रोलाइजेट में लेवुलिनिक एसिड का एचपीएलसी क्रोमैटोग्राम

potential of spent aromatic waste for development of green reagents and chemicals, an integrated process has been developed for production of xylose, levulinic acid and lignin via processing with p-cymene sulphonic acid dihydrate (p-CSA) in the absence of any organic solvent or additive. Earlier, no such attempt has been made on waste to wealth recovery of value added products from spent aromatic biomass, and the methodology appears to be economically more attractive than processes based on production of a single product, either furfural/HMF or ethanol from spent aromatic biomass.

Research Progress

Pre-treatment of spent aromatic waste with p-CSA: A glass media bottle (50 mL)charged with dried and powdered palmarosa waste (1.0 g), p-CSA (600 mg, 60% W/W) and water (20 mL) was autoclaved at 121°C for 90 min followed by cooling to room temperature and filtration to afford a hydrolysate containing xylose (164 mg, 92% yield with respect to hemicellulose in spent aromatic waste; 16% yield with respect to initial biomass), Fig. 3. Concentration of hydrolysate under reduced pressure furnished a brown syrup, wherefrom, p-CSA could be recovered with a high efficacy via dissolving in ethanol, meanwhile, xylose precipitated. Repeated washing of precipitate with toluene followed by a subsequent drying under hot air oven furnished xylose in good

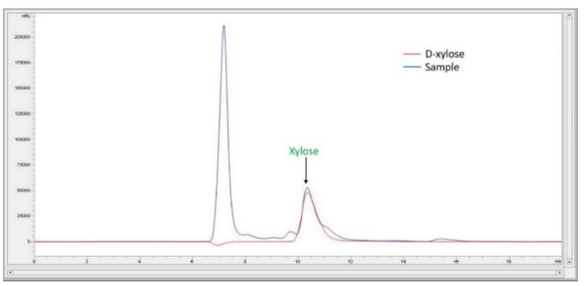


Figure 3. HPLC chromatogram of palmarosa biomass hydrolysate

yields and purity. The catalyst p-CSA was recovered and reused for >3 times from hydrolysate without the significant loss of activity.

One pot production of levulinic acid from pre-treated spent aromatic biomass: Pre-treated spent aromatic biomass (1.0 g), 2N HCl (20.0 mL) and p-CSA (1.0 g) were loaded on a thick-walled high-pressure glass reactor (Ace Glass, USA) of 120 mL capacity sealed (back) with silicone rubber (Table 3). The reaction mixture was heated at 180 °C using an oil bath for 2h. After time elapsed, the sealed glass tube was removed from oil bath subsequently cooled to room temperature by application of cold water. The reaction mixture was centrifuged at 8,000 rpm for 20 minutes. Pallet (hydro-char) was collected and stored for further use. Aqueous phase after dilution with ethanol was subjected to HPLC analysis which demonstrated a selective degradation of cellulose to levulinic acid

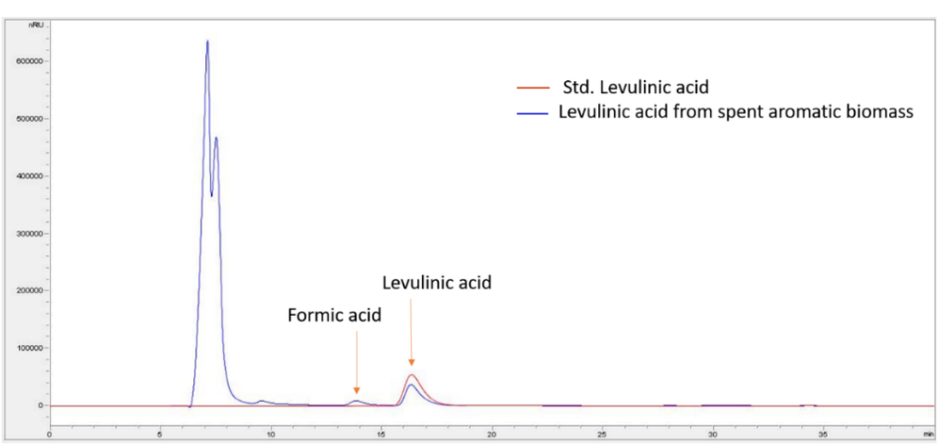


Figure 4. HPLC chromatogram of levulinic acid in pre-treated biomass hydrolysate

तालिका 3. पी-सीयसए और जलीय एचसीएल द्वारा उच्च तापमान की दशा के अंदर पूर्व - उपचारित पामरोसा बायोमास से एलए उत्पादन हेतु प्रसंस्करण का अभिक्रिया अनुकूलन |

Entry[a]	*p*-CSA[b]	Concentrations of HCl											
		2N HCl				1N HCl				0.5N HCl			
		LA (wt%)	Gluc (wt%)	FA (wt%)	HMF (wt%)	LA (wt%)	Gluc (wt%)	FA (wt%)	HMF (wt%)	LA (wt%)	Gluc (wt%)	FA (wt%)	HMF (wt%)
1	0.125 (0.05)	14.10	12.11	4.88	0.24	4.79	15.39	1.99	ND[c]	0.64	6.40	0.35	0.15
2	0.25 (0.12)	16.56	8.59	5.76	0.21	7.64	17.31	3.09	0.32	1.0	12.56	0.49	0.20
3	0.5 (0.23)	20.15	5.59	6.67	0.10	9.75	16.63	4.04	0.27	5.39	16.11	2.17	0.31
4	1.0 (0.47)	**22.69**	1.34	9.12	ND	12.42	13.86	4.25	0.18	6.86	16.48	2.75	0.28

[a]solid-liquid ratio, 1:20 in all sets of reaction; [b]Loading of *p*-CSA in grams (mol%); ND, not detected; LA, levulinic acid; Gluc, Glucose; FA, formic acid; HMF, 5-hydroxymethylfurfural.

सीलबंद ग्लास ट्यूब को तेल के स्नान से हटा कर ठंडे पानी के आवेदन द्वारा कमरे के तापमान पर ठंडा कर दिया। प्रतिक्रिया मिश्रण को 20 मिनट के लिए 8,000 आरपीएम पर अभिकेंद्रित किया गया। पैलेट (हाइड्रो-चार) को एकत्र किया और आगे उपयोग के लिए संग्रहीत किया गया। जलीय चरण को इथेनॉल के साथ तरल बना कर एचपीएलसी विश्लेषण के अधीन किया गया जिसने सेल्यूलोस का लेवुलिनिक अम्ल (226 मिलीग्राम, 22.69 वेट% पूर्व बायोमास के सम्बन्ध में) और फोरमिक अम्ल (91 मिलीग्राम, 9.12 वेट% पूर्व बायोमास के सम्बन्ध में) में चयनात्मक विघटन प्रदर्शित किया जबकि ग्लूकोस, एसिटिक अम्ल, और 5-हाइड्रोक्सीमिथाइलफुरफुराल ट्रेस मात्रा में प्राप्त हुए (चित्र 4)।

सुगन्धित खर्च बायोमास हाइड्रोलायेसेट का मात्रात्मक एचपीएलसी निरीक्षण: सुगन्धित खर्च बायोमास के हाइड्रोलायेसेट से जाइलोस, ग्लूकोस, अराबिनोस, एसिटिक अम्ल, एचएमएफ, फोरमिक अम्ल और लेवुलिनीक अम्ल की मात्रा का निर्धारण हाई परफॉरमेंस तरल क्रोमैटोग्राफी (एचपीएलसी, एजिलेंट टेक्नोलॉजी इंफिनिटी सीरीज) द्वारा डी-जाइलोस, डी-ग्लूकोस, डी-अराबिनोस, एसिटिक अम्ल, एचएमएफ, फोरमिक अम्ल और लेवुलिनीक अम्ल के गुणात्मक मानकों का उपयोग कर ऐसे कही गई क्रोमॅटोग्रफिक शर्तों में किया एजिलेंट हाई-प्लेक्स एच कॉलम (300 मिलीमीटर लेंथ; 8 माइक्रोमीटर पोरोसिटी), आरआई 60 °सेंटीग्रेट पर डिटेक्टर चलाया, मोबाइल चरण 5 मिलीमीटर H_2SO_4, प्रवाह दर 0.7 मिलीलीटर प्रति मिनट, रेफ्रेक्टिवे इंडेक्स (आरआई) डिटेक्टर 55 °सेंटीग्रेट पर, रन समय 60 मिनट. हाइड्रोलाइसेट में जाइलोस, ग्लूकोस, अराबिनोस, एसिटिक अम्ल, एचएमएफ, फोरमिक अम्ल और लेवुलिनीक अम्ल का मात्रात्मक अनुमान ज्ञात मानक की सांद्रता और आरआई क्रोमैटोग्राम से प्राप्त पीक क्षेत्र के बीच अंशांकन वक्र खींच कर किया गया ।

हाइड्रो-चार से लिगनिन का निष्कर्षण: एक आरबी फ्लास्क में हाइड्रो-चार को 2 % जलीय NaOH के साथ 100 डिग्री सेंटीग्रेट पर 2 घंटे तक उबला। समय बीतने के बाद, अभिक्रिया मिश्रण को कमरे के ताप पर ठंडा किया, उसके बाद 8000 आरपीएम पर 20 मिनट अभिकेंद्रित किया गया। काले तरल को अलग कर आगे 0.5 N H_2SO_4 विलयन से उदासीन किया, जहां पर, लिगनिन 3.0 पीएच पर प्रेसिपिटेट हो गया। प्रेसिपिटेट को इकठ्ठा कर पानी से धोया, बाद में एक गरम हवा वाले ओवन में 50 डिग्री सेंटीग्रेट पर सूखने से क्रिस्टल के रूप में लिगनिन (70 मिलीग्राम, 7.0 वेट% प्रारंभिक बायोमास के सम्बन्ध में) प्राप्त हुआ जिसे आगे ईडीयस और एफटी-आईआर के द्वारा करक्टराइज़ किया गया। प्राप्त पूर्ण लिगनिन की निम्न फॉर्मूले से गणना की:

$$\text{लिगनिन उपज} = \frac{\text{बचा हुआ सुगन्धित खर्च बायोमास (ग्राम)}}{\text{प्रारंभिक सुगन्धित खर्च बायोमास (ग्राम)}}$$

Table 3. Reactionoptimization for LA production from pre-treated palmarosa biomass via processing with p-CSA and aq. HCl under refluxing condition.

Entry[a]	*p*-CSA[b]	Concentrations of HCl											
		2N HCl				1N HCl				0.5N HCl			
		LA (wt%)	Gluc (wt%)	FA (wt%)	HMF (wt%)	LA (wt%)	Gluc (wt%)	FA (wt%)	HMF (wt%)	LA (wt%)	Gluc (wt%)	FA (wt%)	HMF (wt%)
1	0.125 (0.05)	14.10	12.11	4.88	0.24	4.79	15.39	1.99	ND[c]	0.64	6.40	0.35	0.15
2	0.25 (0.12)	16.56	8.59	5.76	0.21	7.64	17.31	3.09	0.32	1.0	12.56	0.49	0.20
3	0.5 (0.23)	20.15	5.59	6.67	0.10	9.75	16.63	4.04	0.27	5.39	16.11	2.17	0.31
4	1.0 (0.47)	**22.69**	1.34	9.12	ND	12.42	13.86	4.25	0.18	6.86	16.48	2.75	0.28

[a]solid-liquid ratio, 1:20 in all sets of reaction; [b]Loading of *p*-CSA in grams (mol%); ND, not detected; LA, levulinic acid; Gluc, Glucose; FA, formic acid; HMF, 5-hydroxymethylfurfural.

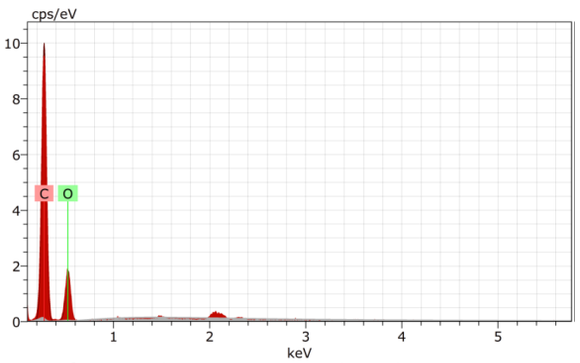
(226 mg; 22.69 wt% with respect to initial biomass)and formic acid (91 mg, 9.12 wt% with respect to initial biomass) while glucose, acetic acid, and 5-hydroxymethyl furfural are obtained in traces (Fig. 4).

Quantitative HPLC analysis of spent aromatic biomass hydrolysate: Xylose, glucose, arabinose, acetic acid, HMF, formic acid and levulinic acid in hydrolysate of spent aromatic biomass was quantified by High-performance liquid chromatography (HPLC, Agilent Technologies 1200 infinity series) using analytical standards of D-xylose, D-glucose, D-arabinose, acetic acid, HMF, formic acid and levulinic acid under chromatographic conditions stated as: Agilent Hi-Plex H column (300 mm length; 8 μm porosity), RI detector operated at 60 °C, mobile phase of 5 mM H_2SO_4, flow rate of 0.7 mL per min, refractive index (RI) as detector at 55 °C, run time of 60 min. Quantitative estimations of xylose, glucose, arabinose, acetic acid, HMF, formic acid and levulinic acid in hydrolysate was made using a calibration curve drawn by plotting concentration of known standards versus peak area values from the RI chromatograms.

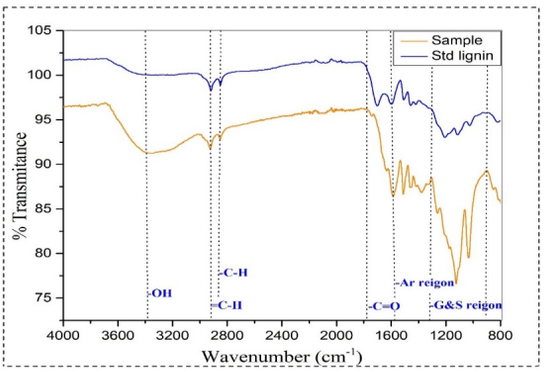
Extraction of lignin from hydro-char: The hydro-char was boiled in 2% aq. NaOH in a RB flask for 2h at 100°C. After time elapsed, the reaction mixture was cooled to room temperature followed by centrifugation at 8000 RPM for 20 min. The back liquid was separated and was subsequently neutralized with 0.5 N H_2SO_4 solution, wherein, lignin precipitated at pH 3.0. The precipitate was collected and washed with water followed by overnight drying at 50°C in a hot air oven to afford lignin in crystalline form (70 mg, 7.0 wt% with respect to initial biomass) which was further characterized by EDS and FT-IR analysis (Fig. 5 and 6). Total lignin yield obtained was calculated using the following formula:

$$\text{Lignin yield (wt \%)} = \frac{\text{Residual spent aromatic biomass (g)}}{\text{Initial spent aromatic biomass (g)}} \times 100$$

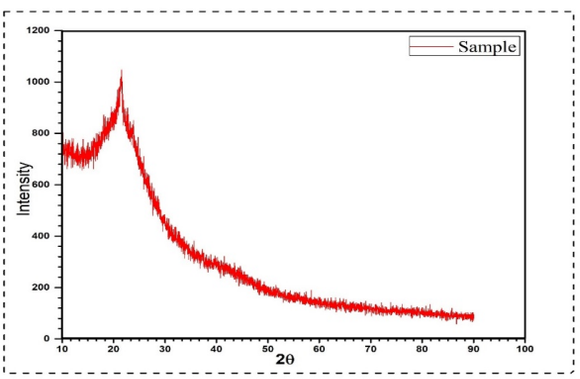
Characterization of lignin isolated from hydro-char: The isolated lignin was further characterized by EDS, FT-IR, XRD, and FE-SEM analysis. Elemental composition of palmarosa isolated lignin was determined by Energy-dispersive X-ray spectroscopy (EDS) analysis which showed elemental composition: C, 74.59%; O, 25.28% (Fig. 5). FT-IR spectrum of the lignin exhibits similarity of absorption bands characteristic to standard lignin samples (Sigma Aldrich).



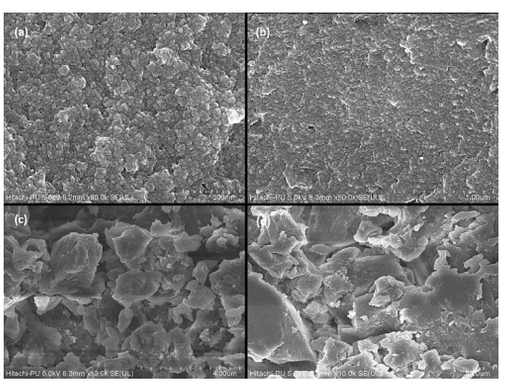
चित्र 5. ईडीएस विश्लेषण द्वारा सुगंधित बायोमास से पृथक लिग्निन की मौलिक संरचना



चित्र 6. वाणिज्यिक लिग्निन मानक के साथ लिग्निन का एफटी-आईआर स्पेक्ट्रम की तुलना



चित्र 7. सुगंधित खर्च कचरे से पृथक लिग्निन का एक्सआरडी विश्लेषण



चित्र 8. सुगंधित कचरा से पृथक लिगनिन की एफई-यसईएम छवियां

हाइड्रो-चार से पृथक किये गए लिगनिन को आगे ईडीयस, एफटी-आईआर, एक्सआरडी, और एफई-यसईएम निरिक्षण द्वारा करक्टराइज़ किया गया। पालमारोसा से पृथक किये गए लिगनिन का एलीमेंट्री संगठन एनर्जी डिस्पेर्सिव स्पेक्ट्रोस्कोपी (ईडीयस) निरीक्षण द्वारा किया, जिसका एलीमेंट्री संगठन : सी, 74 .59 %; ओ, 25 .28 % (चित्र ५) । लिग्निन का एफटी-आईआर स्पेक्ट्रम मानक लिग्निन नमूने (सिग्मा एल्ड्रिच) के अवशोषण बैंड से समानता की विशेषता प्रदर्शित करता है ।

3500 प्रति सेंटीमीटर पर अवशोषण बैंड ने फेनोलिक और अल्कोहलिक वर्गों को इंगित किया । 2800 -2900 प्रति सेंटीमीटर के बीच की अवशोषण बैंडों ने -CH-H और >C-H स्टेचिंग की उपस्थिति जबकि 1600 -1780 प्रति सेंटीमीटर के बीच निरीक्षित बैंड ने कार्बोनिल फ़ंक्शन की उपस्थिति इंगित की । 1400 प्रति सेंटीमीटर के पास की बैंड ने एरोमेटिक रिंग की उपस्थिति प्रदर्शित की । 1300 -1100 प्रति सेंटीमीटर के बीच की अवशोषण बैंड ने सिरिंजिल और गुआसील अवशेष की उपस्थिति जबकि 800 प्रति सेंटीमीटर के पास की बैंड ने एरोमेटिक रिंग के -C-H बेन्डिंग वाइब्रेशन को स्थापित किया (चित्र 6)। एक्स-रे विवर्तन पैटर्न ने लिगनिन के लिए 21.53 डिग्री पर केंद्रित विवर्तन पीक प्रदर्शित की, जो अन्य बायोमास से प्राप्त शुद्ध लिगनिन के लिए विशिष्ट होती है (चित्र 7)। यसईएम छवियों ने लिग्निन की डिफिब्रिलेट और पॉलीहेड्रिक संरचना की स्थापना की, विभिन्न आयाम के दानों के साथ (चित्र 8)।

मुख्य उपलब्धियाँ

- पामारोसा के सुगंधित अपशिष्ट से ज़ाइलोज़, लेवुलिनिक एसिड और लिग्निन का उत्पादन।
- जाइलोस को सफ़ेद ठोस के रूप में अलग किया जा सका जो की पानी में घुलने पर उदासीन विलयन का उत्पादन करता है ।
- कीनू मंदारिन के फ्रूट प्रोसेसिंग वेस्ट से अर्द्ध संश्लेषण द्वारा उत्प्रेरक पी- साइमिन सल्फोनिक एसिड डाइहाइड्रेट तैयार किया गया ।

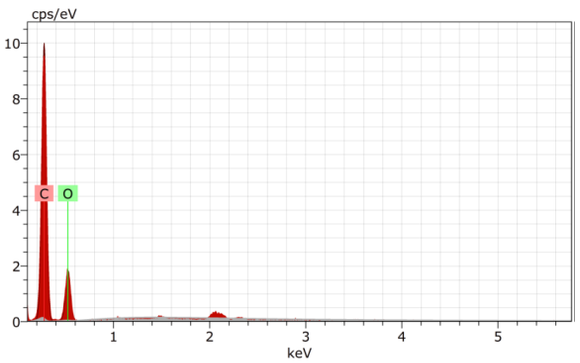


Figure 5. Elemental composition of isolated lignin from aromatic biomass by EDS analysis

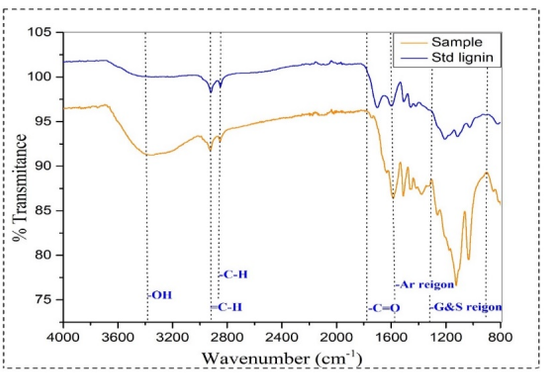


Figure 6. Comparison of FT-IR spectrum of isolated lignin with commercial lignin standard

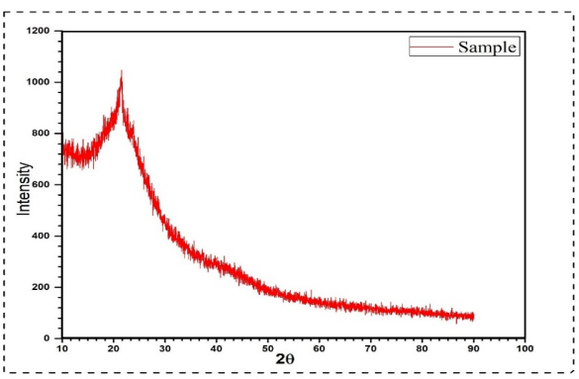


Figure 7. XRD analysis of isolated lignin from spent aromatic waste

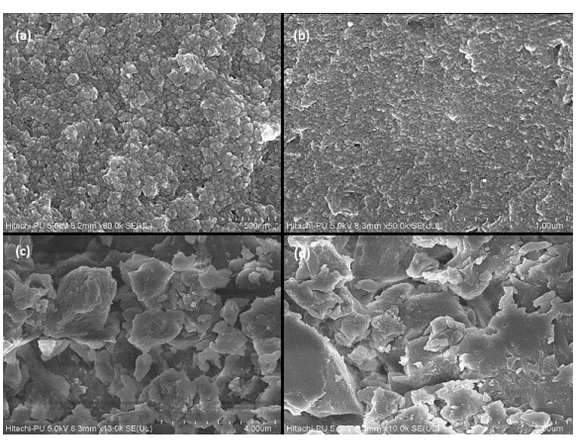


Figure 8. FE-SEM images of isolated ligninfrom spent aromatic waste

Absorption bands at 3500 cm^{-1} indicates the phenolic and alcoholic groups. Absorption bands observed between 2800-2900 cm^{-1} show the presence of $–CH_2$-H and >C-H stretching while bands observed between 1600-1780 cm^{-1} indicate the presence of carbonyl function. Bands at around 1400 cm^{-1} show the presence of aromatic ring. Absorption bands between 1300-1100 cm^{-1} show the presence of syringyl and guaiacyl residues while absorption peaks at around 800 cm^{-1} is established for C-H bending vibrations of aromatic rings (Fig. 6). X-ray diffraction pattern of lignin shows a diffraction peak centered at 21.53°, a typical for standard pure lignin isolated from other biomass residues (Fig. 7). SEM images established defibrillate and polyhedric structure of the lignin, with granules of varied dimensions (Fig. 8).

Salient Achievements

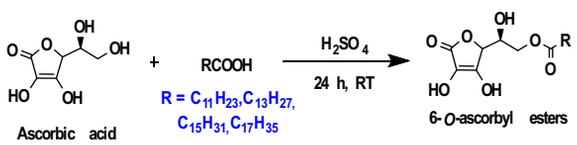
- Production of xylose, levulinic acid and lignin from spent aromatic waste of palmarosa.
- Xylose could be isolated as a white solid which produced neutral solution on dissolution in water.
- The catalyst p-cymene sulphonic acid dihydrate was prepared via semi-synthesis from fruit processing waste of Kinnow mandarin.

अ 03: 6-ओ-एस्कॉर्बेल फैटी एस्टर का अर्ध-संश्लेषण और शैल्फ जीवन सुधार के लिए खाद्य तेलों में उनका फोर्टिफिकेशन

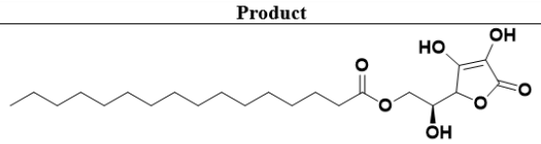
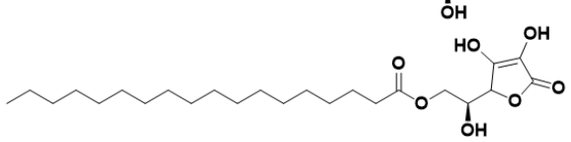
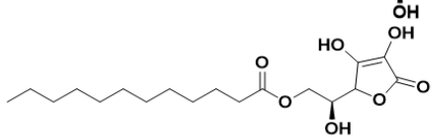
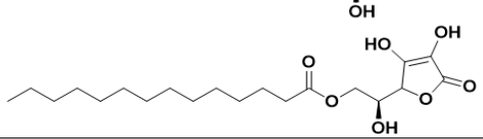
कार्बनिक पदार्थों के ऑक्सीकरण को मंद करने में सक्षम एंटीऑक्सीडेंट का उपयोग अक्सर सामग्री के शेल्फ जीवन को बढ़ाने में किया जाता है, उदा. वसा और तेल, स्वाद, सौंदर्य प्रसाधन की वस्तु आदि। प्रोपिल गैलेट (पीजी, E 3 1 0), तृतीयक ब्यूटिलहाइड्रोक़्वीनोंन (टीबीएचक्यू), ब्यूटायलेट हाइड्रोक्सीअनीसोल (B H A , E 3 2 0) और ब्यूटायलेट हाइड्रॉक्सीटॉलूईन (B H T , E 3 2 1) आदि जैसे सिंथेटिक एंटीऑक्सीडेंट मूल में पेट्रोकेमिकल होने के कारण शारीरिक स्थितियों के तहत उनके अवक्रमण के बाद विषाक्त यौगिकों का गठन चिंता का विषय है। इसके अलावा, वे कार्बनिक सॉल्वैंट्स, उत्प्रेरक, और उनके संश्लेषण में इस्तेमाल होने वाली शुरू सामग्री के साथ दूषित होते है, इसलिए उनके खाद्य अनुप्रयोगों के लिए व्यापक शुद्धि की आवश्यकता होती है। प्राकृतिक एंटीऑक्सीडेंट जैसे एस्कॉर्बिक एसिड (एए, E300) में एंटीऑक्सीडेंट के रूप में उपयोग के लिए उच्च क्षमता होने के बावजूद, वनस्पति तेल और पशु वसा के शेल्फ जीवन में सुधार के लिए इसका उपयोग सीमित है, क्योकि यह हाइड्रोफिलिक पदार्थ में अविलेय है । एस्कॉर्बिक एसिड के आवेदन को व्यापक बनाने के लिए, इसके वसारागी एस्टर डेरिवेटिव मे रासायनिक/एन्ज़ाइमी रूपांतरण बताया गया है | इसलिए, हमने एसिड उत्प्रेरित 6- ओ-एसकॉर्बिल एस्टर के उत्पादन के लिए एक उच्च उपज, लागत प्रभावी और पुन: चयनित ग्राम पैमाने की प्रक्रिया द्वारा विभिन्न संतृप्त फैटी एसिड के साथ ऐस्कॉर्बिक एसिड के एस्टरीकरण और विभिन्न भौतिक विधियों का उपयोग कर प्रतिक्रिया मिश्रण से उनको अलग तथा शुद्ध करने की जांच की ।

अनुसंधान प्रगति

6- ओ-एसकॉर्बिल फैटी एस्टर का पुन: चयनित संश्लेषण: एक पूरी तरह से सूखे बीकर या बर्तन को एल-एस्कॉर्बिक एसिड (1.0 ग्राम, 1.0 इकुइवलेंट) और सांद्र सल्फ्यूरिक एसिड (4 एमएल) के साथ प्रभारी किया। एस्कॉर्बिक एसिड के पूर्ण घुलनशील होने देने के लिए प्रतिक्रिया मिश्रण को 40 मिनट के लिए कमरे के तापमान पर सरगर्मी पर सेट किया गया। समय बीतने के बाद, व्यावसायिक रूप से उपलब्ध फैटी एसिड, उदाहरण के लिए पामिटिक एसिड,



तालिका 4. पामिटिक एसिड के साथ एस्कॉर्बिक एसिड के एस्टरीकरण के माध्यम से 6-ओ-एस्कॉर्बेल पालमीटेट का संश्लेषण

SN	Fatty acids[a]	Product	Yield (%)
1	Palmitic acid		80%
2	Stearic acid		76%
3	Lauric acid		70%
4	Myristic acid		73%

[a]Molecular ratios: ascorbic acid (1.0 equiv.); fatty acid (1.4 equiv.); ascorbic acid-conc. H_2SO_4, 1:8 W/W; ascorbic acid-ice used, 1:4 W/W; ascorbic acid-food grade solvent, 1:5 W/W.

A 03: Semi-synthesis of 6-O-ascorbyl fatty esters and their fortification in edible oils for shelf life improvement

Antioxidants capable of retarding the oxidation of organic substances are frequently used in enhancing the shelf life of materials e.g. commodity fats and oils, flavours, cosmetics etc. Synthetic antioxidants such as propyl gallate (PG, E310), tertiary butylhydroquinone (TBHQ), butylated hydroxyanisole (BHA, E320) and butylated hydroxytoluene (BHT, E321) etc. being petrochemical in origin, their application is a matter of concern because of the formation of toxic compounds after their degradations under physiological conditions. Moreover, they require extensive purification for food applications, as they are contaminated with organic solvents, catalysts, and starting materials used in their synthesis. Natural antioxidant such as ascorbic acid (AA, E300) despite having high potential for use as antioxidant, its application for shelf life improvement of vegetable oils and animal fats, is limited due to insolubility in such a hydrophilic substance. To broaden the application of ascorbic acid, its chemical/enzymatic conversion to lipophilic ester derivatives has been prospected. Therefore, we investigated a high yielding, cost-effective and regioselective gram scale process for production of 6-O-ascorbyl esters by acid catalysed esterification of ascorbic acid with different saturated fatty acids and their separation and purification from the reaction mixture using various physical methods.

Research Progress

Regioselective synthesis of 6-O-ascorbyl fatty esters: Charge a completely dried beaker or pot with L-ascorbic acid (1.0 g, 1.0 equiv.) and conc. sulphuric acid (4 mL). The reaction mixture is set on stirring at room temperature for 40 minutes to allow the complete dissolution of ascorbic acid. After time elapsed, commercially available fatty acids e.g. palmitic acid, stearic acid, lauric acid, myristic acid etc. (1.8 g, 1.4 equiv.) is added slowly to reaction mixture in small proportions followed by a continuous stirring for 24 hours at ambient

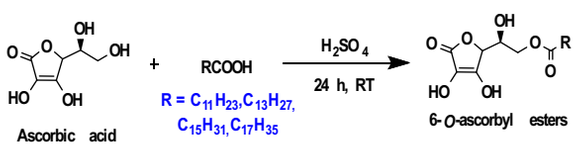
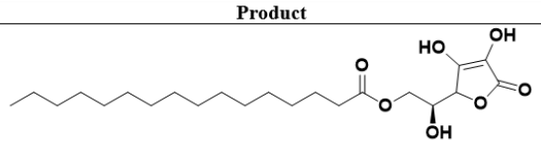
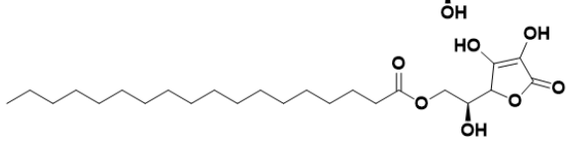
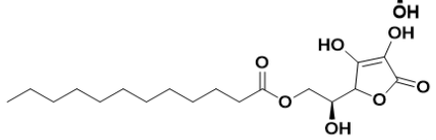
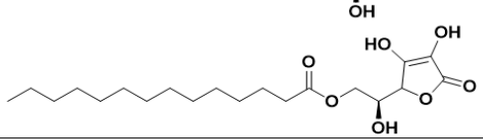
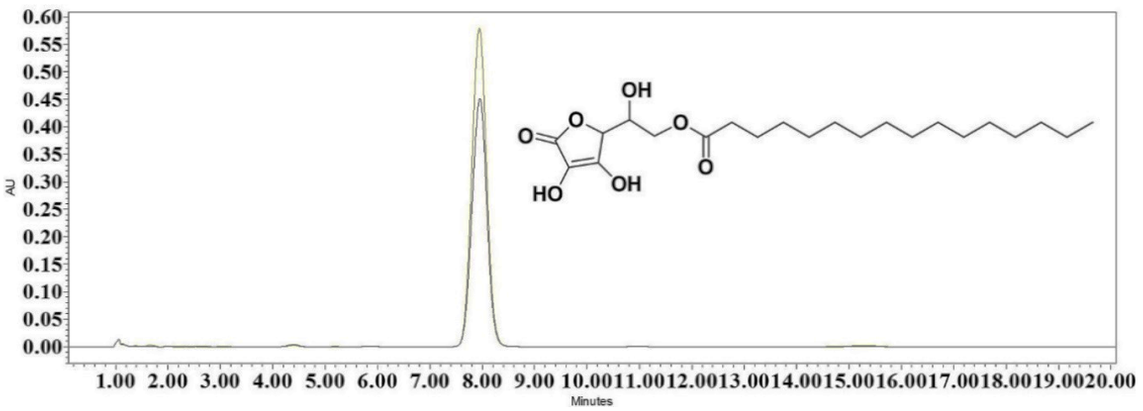


Table 4. Synthesis of 6-O-ascorbyl palmitate via esterification of ascorbic acid with palmitic acid

SN	Fatty acids[a]	Product	Yield (%)
1	Palmitic acid		80%
2	Stearic acid		76%
3	Lauric acid		70%
4	Myristic acid		73%

[a]Molecular ratios: ascorbic acid (1.0 equiv.); fatty acid (1.4 equiv.); ascorbic acid-conc. H_2SO_4, 1:8 W/W; ascorbic acid-ice used, 1:4 W/W; ascorbic acid-food grade solvent, 1:5 W/W.



चित्र 9. एल-एस्कॉर्बिक एसिड 6-पामिटेट का यूपीएलसी क्रोमैटोग्राम

स्टिरिक एसिड, लॉरिक एसिड, मिरिस्टिक एसिड आदि (1.8 ग्राम, 1.4 इकुइवलेंट) को धीरे-धीरे डाला गया, जिसके बाद परिवेश में 24 घंटे के लिए कमरे के तापमान पर निरंतर हलचल की । समय बीतने के बाद, प्रतिक्रिया मिश्रण को धीरे-धीरे बर्फ (4.0 ग्राम) के गुच्छे युक्त एक और बीकर मे डाला उसके बाद एक खाद्य ग्रेड विलायक जैसे पी-साइमेन, एथिल एसीटेट आदि (5 एमएल) डाला, जिसके परिणामस्वरूप एक सफेद रंग का विलयन बना जिसमे आगे 30 मिनट के लिए जोरदार हलचल की गई। सफेद रंग की प्रतिक्रिया मिश्रण को परत अलग होने के लिए 0-5 डिग्री सेल्सियस पर रेफ्रिजरेटर के अंदर 30 मिनट के लिए रखा, जबकि उत्पाद एक ठोस के रूप मे पेंदे मे बैठ गया । एसिड, पानी और कार्बनिक विलायक से युक्त ऊपरी तरल परत को उड़ेल कर हटा दिया जबकि उत्पाद के साथ निचली परत को पानी डाल सेंट्रीफ्यूजेशन (20 के लिए 9000 आरपीएम) मिनट) के लिए सेट किया। पैलेट को पीयच 6-7 तक पहुचने तक बार बार पानी से साफ किया, पैलेट को 60-70 डिग्री तापमान पर सुखाने से 6- ओ-एसकॉर्बिल फैटी एस्टर की 60-70% उपज प्राप्त हुई ।

6-ओ-एस्कॉर्बिल फैटी एस्टर की उत्पाद पहचान/शुद्धता के लिए अल्ट्रा-परफॉर्मेंस लिक्विड क्रोमैटोग्राफी (यूपीएलसी) की गई । 6-ओ-एसकॉर्बिल फैटी एस्टर यूपीयेलसी (वाटरस) द्वारा प्रमारण फैटी एस्टर के मानकों का उपयोग कर (सिग्मा आल्डरिच से प्राप्त) कही गई क्रोमैटोग्राफी शर्तों के तहत किया: C18 (4.6x100) मिमी कण आकार के साथ 5 डिग्री, मोबाइल चरण 85% मेथनॉल और 15% 0.01% टीएफए युक्त विआयनित पानी, प्रति मिनट 1.0 एमएल की प्रवाह दर, 30 डिग्री के कॉलम तापमान, तरंगदैर्ध्य 254 एनएम पर पीडीए का उपयोग कर पता लगाने, 20 मिनट प्रक्रिया पैमाने पर चलाने के समय (10 ग्राम) ।

6-ओ-एसकॉर्बिल पालमीटेट के पुन: चयनित संश्लेषण के लिए अभिक्रिया स्केल अप: एक बीकर मे एल-एस्कॉर्बिक अम्ल (10.0 ग्राम, 1.0 एकूवेलेंट) और सान्द्र-सल्फ्यूरिक अम्ल (45 एमएल) आरोपित किया । एस्कॉर्बिक एसिड के पूरी तरह से घुलने के लिए प्रतिक्रिया मिश्रण को 40 मिनट के लिए कमरे के तापमान पर सरगर्मी पर सेट किया गया । समय बीतने के बाद, पामिटिक एसिड (18 ग्राम, 1.4 eviv.) को छोटे अनुपात में प्रतिक्रिया मिश्रण मे धीरे-धीरे जोड़ा जाता है जिसके बाद 24 घंटे के लिए एक निरंतर हलचल की गई । समय बीतने के बाद, प्रतिक्रिया मिश्रण को धीरे-धीरे बर्फ (4.0 ग्राम) के गुच्छे युक्त एक और बीकर मे डाला उसके बाद एक खाद्य ग्रेड विलायक जैसे पी-साइमेन, एथिल एसीटेट आदि (37 एमएल) डाला, जिसके परिणामस्वरूप एक सफेद रंग का विलयन बना जिसमे आगे 30 मिनट के लिए जोरदार हलचल की गई । सफेद रंग की प्रतिक्रिया मिश्रण को परत अलग होने के लिए 0-5 डिग्री सेल्सियस पर रेफ्रिजरेटर के अंदर 30 मिनट के लिए रखा, जबकि उत्पाद एक ठोस के रूप मे पेंदे मे बैठ गया। एसिड, पानी और कार्बनिक विलायक से युक्त ऊपरी तरल परत को उड़ेल कर हटा दिया जबकि उत्पाद के साथ निचली परत को पानी डाल 20 मिनट के लिए 9000 आरपीएम पर सेंट्रीफ्यूजेशन के लिए सेट किया। पैलेट को पीयच 6-7 तक पहुचने तक बार बार पानी से साफ किया, पैलेट को 60-70 डिग्री तापमान पर सुखाने से यल- एसकॉर्बिक एसिड 6-पालमीटेट (19 ग्राम, 80% उपज) अति उत्कृष्ट शुद्धी मे प्राप्त हुआ (चित्र 9)।

एगल मार्मेलोस के अखाद्य तेल से 6-ओ-एस्कॉर्बेल फैटी एस्टर का रेजिओसेलेक्टिव संश्लेषण:

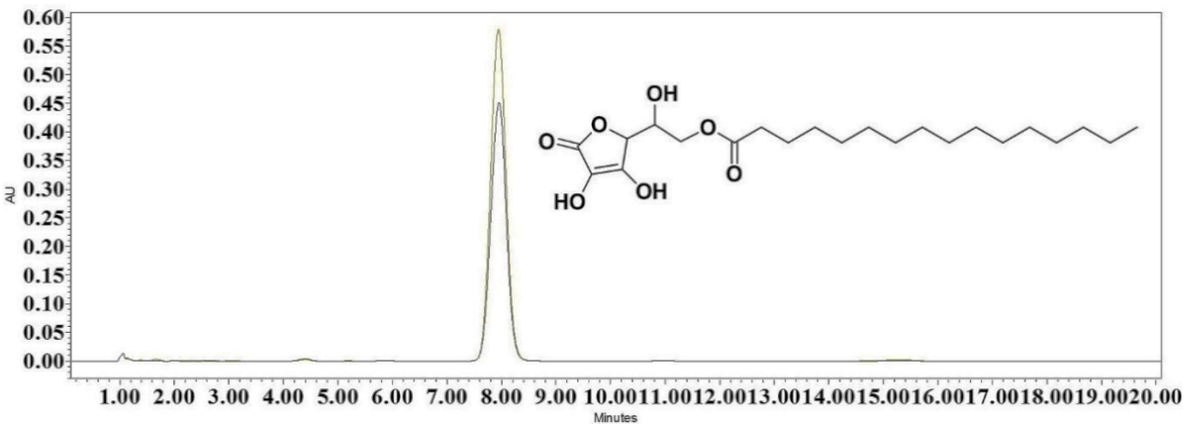


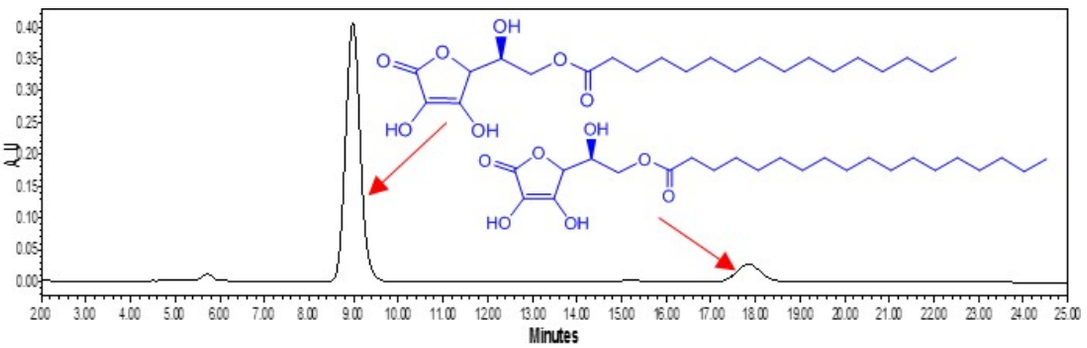
Figure 9. UPLC chromatogram of L-ascorbic acid 6-palmitate

temperature. After time elapsed, the reaction mixture is added slowly to another beaker containing ice flakes (4.0 g) under stirring condition followed by addition of a food grade solvent such as p-cymene, ethyl acetate etc. (5 mL), resulting in a white coloured solution which is further stirred vigorously for 30 minutes. The white coloured reaction mixture is placed inside a refrigerator at 0-5°C for 30 minutes for layer separation while product settled to bottom as solid powder. Upper liquid layer consisting of acid, water and organic solvent is removed by decantation while bottom layer residing product is added with water and set to centrifugation (9000 rpm for 20 minutes). Pellet is washed with water repeatedly until pH of water reaches 6-7, drying of pellet at temperature 60-70°C afford 6-O-ascorbyl fatty esters in yieldsranging between70-80% (Table 4).

Ultra-Performance Liquid Chromatography (UPLC) of 6-O-ascorbyl fatty esters was performed for product identification/purity. 6-O-Ascorbyl fatty esterswere quantified by UPLC (Waters) using standards of 6-O-ascorbyl fatty esters(procured from Sigma Aldrich) under the chromatographic conditions stated as: C18 (4.6x100) mm with particle size 5μm, mobile phase 85% methanol and 15% deionized water containing 0.01% TFA, flow rate of 1.0 mL per min, column temperature of 30 °C, detection using PDA at wavelength 254 nm, run time of 20 min

Process scale up (10 g) for regioselective synthesis of 6-O-ascorbyl palmitate: A beaker was charged with L-ascorbic acid (10.0g, 1.0 equiv.) and conc.sulphuric acid (45 mL). The reaction mixture is set on stirring at room temperature for 40 minutes to allow the complete dissolution of ascorbic acid. After time elapse, palmitic acid (18 g, 1.4 equiv.) is added slowly to reaction mixture in small proportions followed by a continuous stirring for 24 hours at ambient temperature. The reaction mixture is added slowly to another beaker containing ice flakes (40.0g) under stirring condition followed by addition of a food grade solventsuch as p-cymene, ethyl acetate etc. (37 ml), resulting in a white coloured solution which is further stirred vigorously for 30 minutes. The white coloured reaction mixture is placed inside a refrigerator at 0-5°C for 30 minutes, causes layer separation while product settles to bottom as solid powder. Upper liquid layer consisting of acid, water and solvent is removed by decantation while bottom layer residing product is added with water and set to centrifugation, at 9000-12000 rpm for 20 minutes. Pellet is washed with water repeatedly until pH of water reaches 6-7, drying of pellet at temperature 60-70°C affords L-ascorbic acid 6-palmitate (19.0g, 80% yield) with excellent purity (~96%) (Fig. 9).

Regioselective synthesis of 6-O-ascorbyl fatty esters from non-edible oil of Aegle marmelos:



चित्र 10. सेमी-सिंथेटिक दृष्टिकोण से ए-मार्मेलोस बीज तेल से प्राप्त 6-ओ-एस्कॉर्बेल फैटी एसिड एस्टर का यूपीएलसी क्रोमैटोग्राम

एक आरबी फ्लास्क (100 एमएल) में एस्कॉर्बिक एसिड (3.0 ग्राम) और 98% सल्फ्यूरिक एसिड (12 एमएल) के एक उत्तेजित विलयन मे धीरे-धीरे 5.4 ग्राम ए० मारमेलोस बीज तेल डाला गया । प्रतिक्रिया मिश्रण को 24 घंटे सामान्य तापमान परिवेश पर हलचल करने की अनुमति दी | समय बीतने के बाद, प्रतिक्रिया मिश्रण मे बर्फ के गुच्छे (20.0 ग्राम) और CH_2Cl_2 (12 एमएल) धीरे-धीरे डाल कर आधे घंटे के लिए जोरदार सरगर्मी की, जिसके परिणामस्वरूप एक अशांत विलयन मिला जिसे परत अलग होने हेतु 2 घंटे के लिए 0-50 डिग्री सेंटीग्रेट पर एक रेफ्रिजरेटर में रखा गया। एसिड और कार्बनिक विलायक युक्त परत को उड़ेला जबकि नीचे बैठे उत्पाद मे पानी डाल कर 20 मिनट के लिए 9000 आरपीएम पर अपकेंद्रण के अधीन किया गया। पैलेट बार बार पानी के साथ धोया गया (जब तक कि पीएच 6-7 तक पहुँचता है), एक गर्म हवा ओवन में सुखाने के बाद एक सफेद ठोस पाउडर (1.2 ग्राम) प्राप्त किया। यूपीएलसी विश्लेषण ने एल-एस्कॉर्बिक अम्ल 6-पालमीटेट तथा एल-एस्कॉर्बिक अम्ल 6-स्टेरेट के मिश्रण का प्रदर्शन किया (चित्र 10) । यह कार्य नेचुरल प्रोडक्ट रिसर्च 2018 (स्वीकृत) डीओआई :10.1080/14786419 में प्रकाशित किया गया है।

मुख्य उपलब्धियाँ

- 6-O-एस्कॉर्बेल फैटी एसिड एस्टर का लागत प्रभावी प्रतिगामी संश्लेषण ।
- प्रतिक्रिया मिश्रण से उत्पाद अलग करने के लिए भौतिक विधियाँ जैसे ठंडा करना और सेंट्रीफ्यूजेशन का उपयोग किया गया ।
- 6-ओ-एस्कॉर्बेल फैटी एसिड एस्टर को स्तंभ क्रोमैटोग्राफी के बिना उच्च शुद्धता में प्राप्त किया गया।
- इगेल मार्मेलोस के अखाद्य तेल से 6-ओ-एस्कॉर्बेल फैटी एसिड एस्टर का अर्ध-संश्लेषण।

अ 04: कॉर्न ग्लूटेन मील (CGM) का उपयोग करके प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट के रूप में सस्ता प्रोटीन पूरक।

कॉर्न ग्लूटेन मील (CGM), मकई वेट-मिलिंग प्रक्रिया का उपोत्पाद है जो मकई स्टार्च के उत्पादन के समय में निकलता है, इसमें प्रमुख रूप से प्रोटीन (60 - 71%) होता है। CGM मुख्य रूप से ज़ीन और ग्लूटेलिन हैं, जो क्रमशः प्रोटीन भार का 68 % और 28%हैं, (झोउ. एट. अल. 2013; जिन. एट. अल. 2015)। वर्तमान में इसे मुख्यतः पशु चारे के लिए प्रयोग किया जाता है। अप्रिय स्वाद और दुर्गन्ध के कारण ने मानव भोजन में कॉर्न ग्लूटेन मील का उपयोग सीमित है, इसके अलावा खाद्य पदार्थों में कॉर्न ग्लूटेन मील का उपयोग न करने की मुख्य वजह - उनकी संरचना और संयोजन के कारण यह अवशोषित नहीं किया जा सकता है । इसलिए, अधिकतम मामलों में कॉर्न ग्लूटेन मील को छोड़ दिया जाता है। एंजाइमैटिक हाइड्रोलिसिस प्रोटीन के कार्यात्मक गुणों को अनुकूल रूप से संशोधित करने के लिए उपयोग किया गया है, ताकि हाइड्रोलिसिट्स को उनके स्वाद, कार्यात्मक और पोषण मूल्य के लिए खाद्य पदार्थों में शामिल किया जा सके ।

अनुसंधान में प्रगति

इस अध्ययन का लक्ष्य कॉर्न ग्लूटेन मील से प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट की तैयार करना था। एसिड हाइड्रोलिसिस के माध्यम से रासायनिक एजेंटों द्वारा अमीनो एसिड का उत्पादन लंबी अवधि में पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव डालता है। इसलिए इस अध्ययन में एंजाइमैटिक हाइड्रोलिसिस की विधि का उपयोग कर कॉर्न ग्लूटेन मील से प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट बनाने का प्रयास किया है ।क्योंकि यह प्रक्रिया

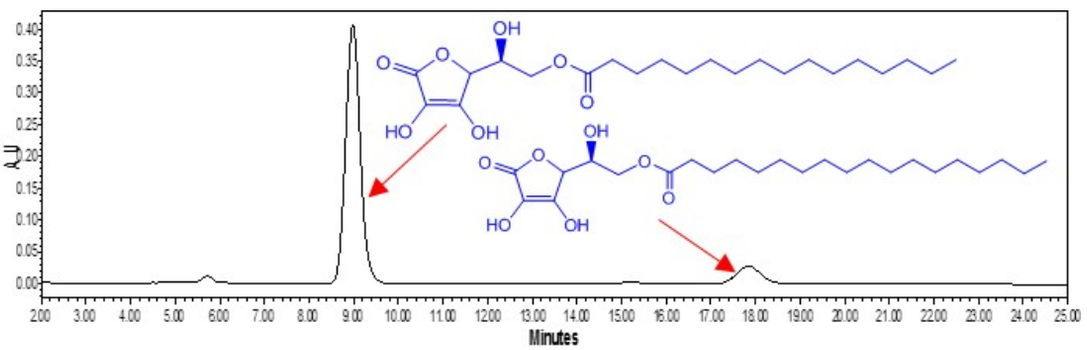


Figure 10. UPLC chromatogram of 6-O-ascorbyl fatty acid esters obtained from A. marmelos seed oil via semi-synthetic approach

A stirring solution of ascorbic acid (3.0 g) and 98% sulphuric acid (12 mL) in a RB flask (100 mL) was slowly added with 5.4 g of A. marmelos seed oil. The reaction was allowed to stir for 24hat ambient temperature. After time elapsed, the reaction mixture was added slowly with ice flakes (20.0 g) and CH_2Cl_2 (12 mL) under vigorous stirring for half an hour, resulting in a turbid solution which was kept in a refrigerator at 0–50 °C for 2 h for layer separation. The layer containing acid and organic solvent was decanted while product settled to bottom was added with water and subjected to centrifugation at 9000 rpm for 20 minutes. Pellet was repeatedly washed with water (until pH reaches 6-7) followed by drying in a hot air oven to afford a white solid powder (1.2 g). UPLC analysis demonstrated a mixture of L-ascorbic acid 6-palmitate and L-ascorbic acid 6-stearate (Fig. 10). The work has been published in Natural Product Research, 2018 (Accepted) DOI: 10.1080/14786419.2018.1499630.

Salient achievements

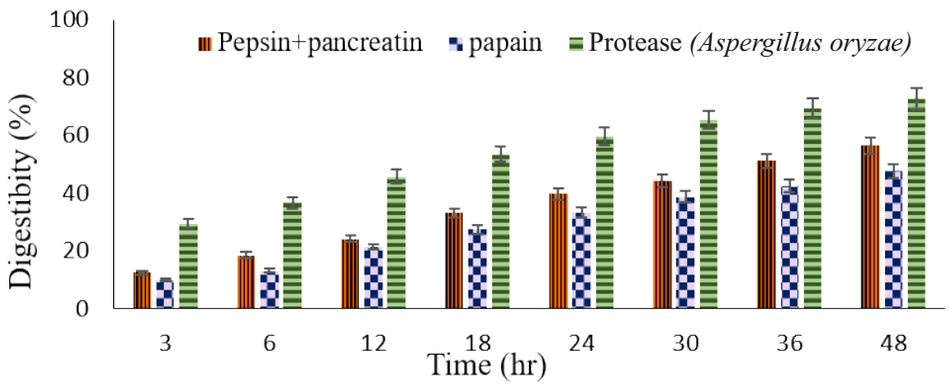
- Cost effective regioselective synthesis of 6-O-ascorbyl fatty acid esters.
- Physical methods such as cooling and centrifugation were used for separation of products from reaction mixture.
- 6-O-Ascorbyl fatty acid esters were obtained in high purity without column chromatography.
- Semi-synthesis of 6-O-ascorbyl fatty acids from non-edible oil of Aegle marmelos.

A 04: Affordable protein supplement in the form of protein hydrolysate using corn gluten meal.

Corn gluten meal (CGM), a by-product of the corn wet-milling process employed for the production of corn starch, contains majorly protein (60 - 71 %). The protein fractions of the CGM are majorly zein and glutelin, representing 68 and 28 % of total protein weight, respectively. Currently, its main use is as an animal feed. Unpleasant taste and odour has limited the use of CGM in human food, moreover the major drawback of using corn gluten meal in foods is that it is cannot be absorbed due to their structures and composition. So, in maximum cases CGM is discarded. Enzymatic hydrolysis has been used to favorably modify the functional properties of proteins, such that the hydrolysates could be incorporated into foods for their flavour, functional and nutritional value. This could be used to resolve the problem of protein shortage worldwide caused by increasing population growth and improving economies.

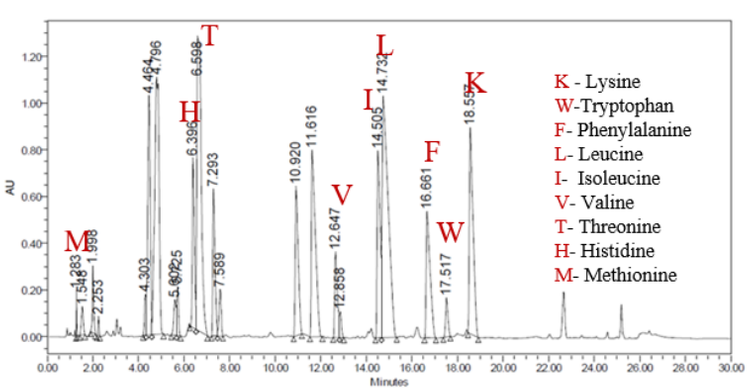
Research progress

The focus of this study was on the preparation of protein hydrolysate from corn gluten meal. Production of amino acids by chemical agents through acid hydrolysis causes negative impact on the environment in the long term. So this study emphasis was on the enzymatic hydrolysis method of making protein hydrolysate from corn gluten



चित्र 11. अलग-अलग समय अंतराल में कॉर्न ग्लूटेन भोजन की पाचनशक्ति पर अलग-अलग प्रोटीयोलाइटिक एंजाइमों (1% पेप्सिन + 2% अग्नाशय, दोनों पोर्सिन अर्ग्याश्य से, पपीते से 2% और 2% प्रोटीज़ एस्परजिलस ओरिजा से) का प्रभाव।

अतिविशिष्ट होने के साथ साथ आम स्थिति में की जा सकती है और इसको आसानी से नियंत्रित कर अपशिष्ट पदार्थो को कम किया जा सकता है। कॉर्न ग्लूटेन मील में लाइसिन की कमी है; अतः अमीनो एसिड संतुलित करने के लिए इसमें अन्य खाद्य प्रसंस्करण उत्पादों को मिलाया जाता है । प्रोटीन को हाइड्रोलाइज़ेट बनाने के लिए विभिन्न प्रोटीयोलाइटिक एंजाइमों का उपयोग किया गया है, लेकिन कॉर्न ग्लूटेन मील के असंतुलित अमीनो एसिड्स की संयोजन को संतुलित करने की आवश्यकता होती है, क्योंकि इसका सीधा खाद्य योज्य के रूप में उपयोग करना मूल्यवान नहीं हैं। कॉर्न ग्लूटेन मील के प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट की असंतुलित अमीनो एसिड की संरचना बनाने की आवश्यकता है। अलग-अलग प्रोटियोलिटिक एंजाइम (1% पेप्सिन + 2% पैनक्रिटिन, दोनों सुत्रों के अग्न्याशय से, पपीता से 2% पपैन और एस्परगिलस ओरेज़ा से 2% प्रोटीज़) का उपयोग अलग-अलग समय अंतराल में कॉर्न प्रोटीन हाइड्रोलिसिस के लिए किया गया था और एस्परगिलस ओरेज़ा के प्रोटीज़ ने सबसे अच्छा हाइड्रोलिसिस दिखाया है।(चित्र 11 में दिखाया गया है) दुर्गन्ध को दूर करने के लिए कॉर्न ग्लूटेन मील को विलायक के साथ उपचार किया गया। नमूना को विलायक (25%) के साथ 1:10 के अनुपात में, 1000 से अधिक आरपीएम पर, 3 घंटे बाद मिश्रण को हटा दिया गया और विलायक को पूर्ण हटाने के लिए पानी से तीन बार धोया गया प्राप्त अवशेषों को रात भर के लिए 55 °C पर सुखाया गया। हरा विलायक बरामद किया गया और रोटावैपर द्वारा हरा विलायक को पुन: उपयोग में लाया गया। इसके अलावा, एंजाइमेटिक हाइड्रोलिसिस को मानकीकृत किया गया तथा एंजाइमेटिक हाइड्रोलिसिस को प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट में उचित अमीनो एसिड प्रोफाइलिंग को बनाए रखने और इसके अवशोषण और लाइसिन की मात्रा को बढ़ाने के लिए मानकीकृत किया गया। इसलिए इसे प्रोटीन के स्रोत के रूप में विभिन्न खाद्य उत्पादों में शामिल किया जा



चित्र 12. एचपीएलसी में मकई लस भोजन से प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट की अमीनो एसिड प्रोफाइलिंग (प्रोटीज (एस्परजिलस ओरेज) -3%, पीएच-10, तापमान -55°C)

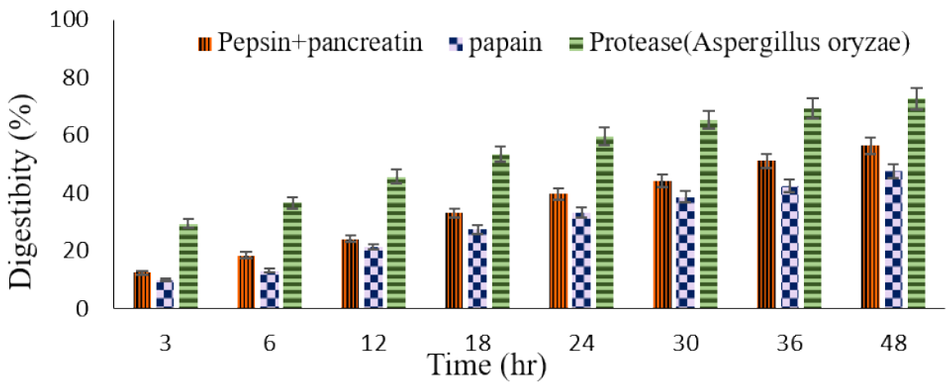


Figure 11. Effect of different proteolytic enzymes (1% pepsin + 2% pancreatin, both from porcine pancreas, 2% papain from papaya and 2% protease from *Aspergillus oryzae*) on the digestibility of corn gluten meal in different time interval

meal as it is a better option due to milder process condition, higher specificity, and easier control of the reaction and minimal production of the by-products. Corn gluten meal is deficient in lysine; to balance it other food processing by-products were incorporated. Various proteolytic enzymes have been used for making protein hydrolysate but imbalanced amino acid composition of corn gluten need to be balanced as well which also makes it difficult to be used as a food additive. Different proteolytic enzymes (1% pepsin + 2% pancreatin, both from porcine pancreas, 2% papain from papaya and 2% protease from *Aspergillus oryzae*) were used for corn protein hydrolysis in different time interval and protease from *Aspergillus oryzae* has shown the best digestibility (as shown in Fig. 11).

Corn gluten meal was treated with a green solvent to remove the unpleasant odour in the ratio of 1:10 of sample: solvent (25%), followed by stirring with overhead stirred for 3 hours at 1000 rpm. The mixture was decanted and the water washed thrice for complete removal of solvent. The obtained residue was dried at 55°C for overnight. The green solvent was recovered and reused from the supernatant by rotavapor. Further, enzymatic hydrolysis was standardized to maintain the proper amino acid profiling in protein hydrolysate and enhance its absorption and lysine content. So it can be incorporated into various food products as a source of protein. The corn protein hydrolysate by using protease from Aspergillus oryzaewas optimized with temperature, medium, time, enzyme and pH. The lysine enhanced to 3.9% in 30 hrs of digestion along with balanced amino acid (Fig. 12).

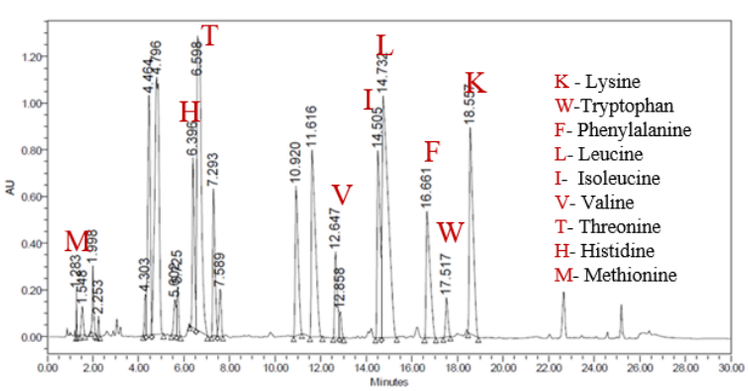


Figure 12. Showing amino acid profiling of protein hydrolysate from corn gluten meal in HPLC (Protease (*Aspergillus oryzae*)- 3%, pH-10, Temp.-55 °C)

सकता है। मकई प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट के संयोजन को एस्परगिलस ओरेज़ा के प्रोटीज का उपयोग करके तापमान, माध्यम, समय, एंजाइम और पीएच के साथ अनुकूलित किया गया था। संतुलित अमीनो एसिड (चित्र 12 में दिखाया गया) के साथ पाचन के 30 घंटे में लाइसिन 3.9% तक बढ़ गया।

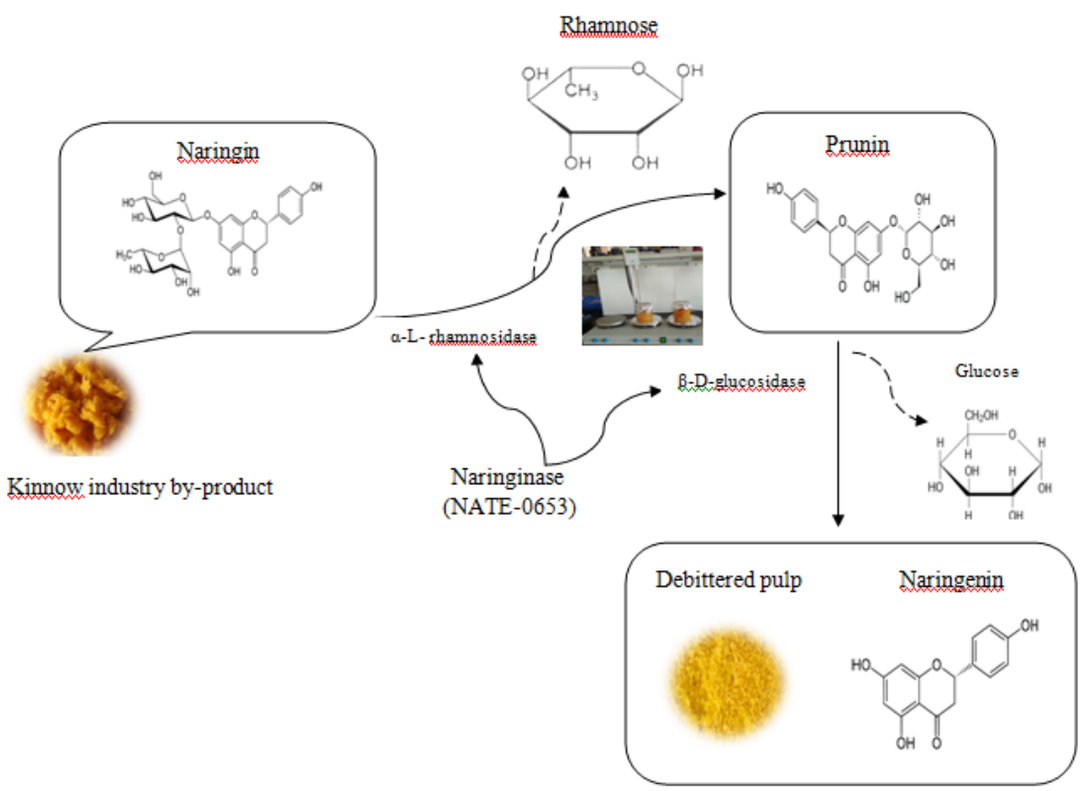
मुख्य उपलब्धियां:

- कॉर्न ग्लूटेन मील की दुर्गन्ध और स्वाद को हटाने के लिए एक प्रक्रिया विकसित की।
- कॉर्न ग्लूटेन मील से प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट बनाने के लिए कुशल प्रोटियोलिटिक एंजाइम की जांच की।

अ 05: मूल्य वर्धित पौष्टिक उत्पादों के लिए किन्नो जूस उद्योग के अपशिष्ट का रसायनिक -एंजाइमेटिक प्रसंस्करण- प्रारंभिक वाहक अनुसंधान

"किन्नौ," किंग और विलो ममैंडरिन के हाइब्रिड है। भारत में इसका वार्षिक उत्पादन 10.48 मिलियन टन (ICAR-NRCC, 2015) है। किन्नौ पोमेस जिसमें प्रमुख रूप से छिलके और गूदा हैं, किन्नौ जूस प्रोसेसिंग इंडस्ट्री के मुख्य उपोत्पाद हैं, जो पूरे फल का आधा हिस्सा है। किन्नौ पोमेस आहार फाइबर में समृद्ध है। सामान्य तौर पर, पोषण विशेषज्ञ फाइबर (20-35 ग्राम फाइबर/दिन अथवा 10-13ग्राम/1,000 किलोकैलोरीज) में उच्च आहार की सलाह देते हैं। यह किन्नौ फाइबर भोजन में फाइबर की दैनिक जरूरत को पूरा कर सकते हैं। किन्नौ पल्प अवशेष जो किन्नौ रस उद्योग में किन्नौ रस स्पष्टीकरण के बाद छोड़ दिया जाता है, उच्च मूल्य वाले उत्पादों में परिवर्तित किया जा सकता है (चित्र 13) जैसे, ऑलिगोसैकराइड्स युक्त उत्पाद का उपयोग भोजन उद्योग और फार्मा उद्योग में विभिन्न प्रकार के उद्देश्यों की पूर्ति के लिए हो सकता है- स्कूली बच्चों, बुजुर्गों, महिलाओं आदि के लिए पूरक आहार के रूप में उपयोग किया जाता है।

जूस उद्योग के अपशिष्ट की मुख्य समस्या इसका भंडारण है क्योंकि



चित्र 13. एंजाइम नेरिनजिनेस द्वारा किन्नौ रस उद्योग के उपोत्पादों की कड़वाहट दूर करने की क्रिया विधि

Salient Achievements

- Developed a process for the removal of unpleasant odour and taste of corn gluten meal.
- Screened the efficient proteolytic enzymes for preparation of corn gluten meal.

A 05: Chemo-Enzymatic Processing of Kinnow Juice Industry Waste for Value Added Nutritional Products

"Kinnow," is ahybrid between a king and willow mandarins. Its annual production in India is 10.48 million tonnes(ICAR-NRCC, 2015). Kinnow pomace majorly containing peel and pulp are the major by-products of the kinnow juice processing industry which is half of whole fruit. The kinnow pomace is rich in dietary fibre. In general, nutritionists recommend a diet high in fibre (20-35 g fiber/day, or 10-13 g/1,000 kilocalories). Kinnow fiber can fulfil the daily need of fiber in food. Kinnow pulp residue which is left after kinnow juice clarification in kinnow juice industry can be converted to high-value products (Fig. 13), viz., rich in oligosaccharides product to serve a variety of purposes in food and pharma or can be utilized as dietary supplements for school children, elderly people, women, etc.

The main problems of the kinnow juice industry waste is its storage as it rapidly deteriorates due to the high moisture and sugar content which assist in high growth of moulds and yeast (Francisco et al., 2016). The other formidable problems are its bitterness and delayed bitterness, thereby affecting its consumer acceptability. One of the ways to develop effective methods for the preservation and use of citrus pulp could be to convert it to a product

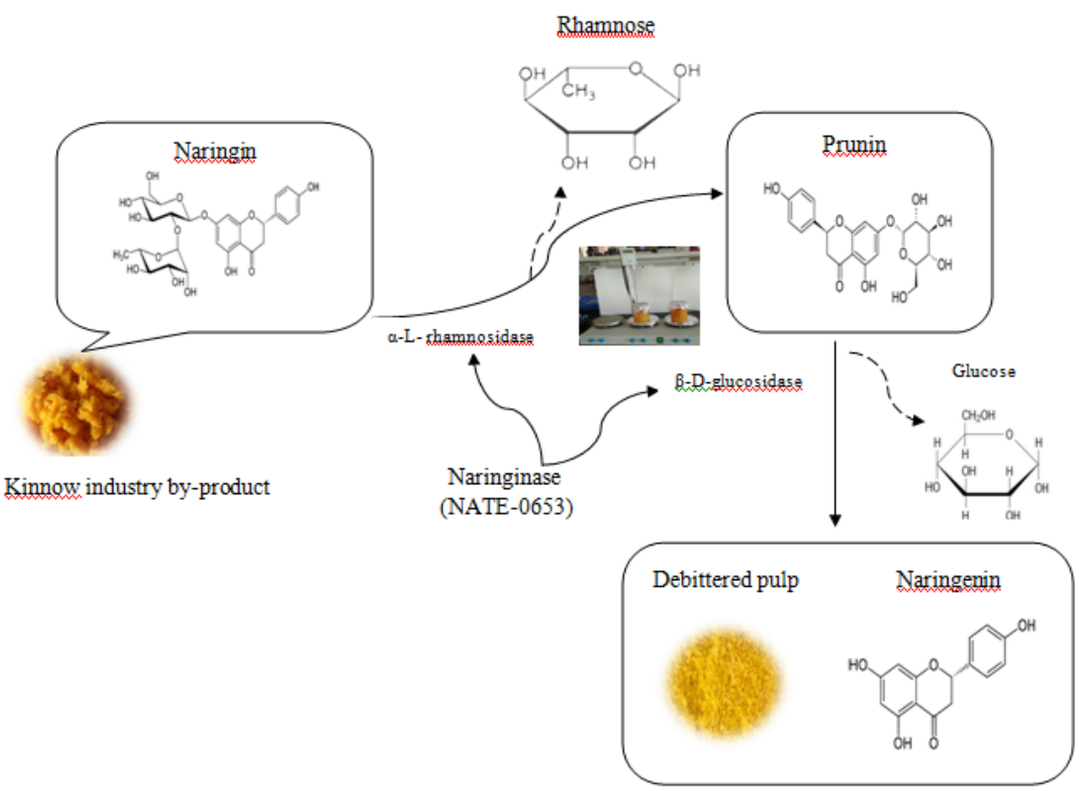
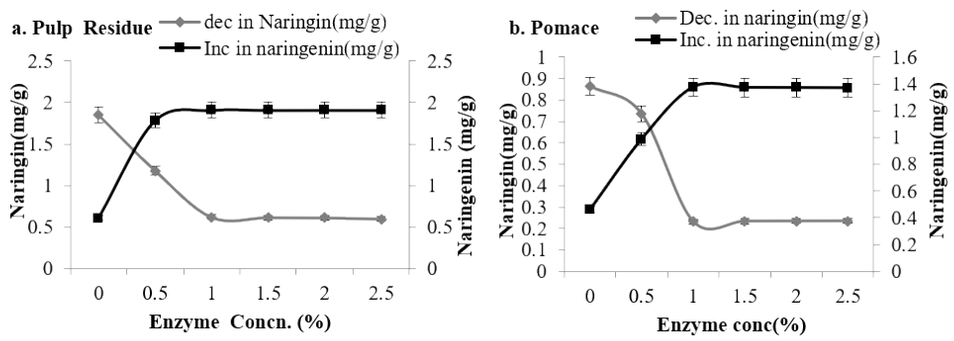


Figure 13. Mechanism of naringinase enzyme to debitter kinnow juice industry by-products

उच्च नमी और चीनी सामग्री के कारण जो मोल्ड्स और खमीर की उच्च वृद्धि में सहायता करती है, यह तेजी से ख़राब होता है (फ्रांसिस्को एट. अल. 2016)। अन्य दुर्जेय समस्याएं इसकी कड़वाहट हैं, जिससे उपभोक्ता स्वीकार्यता प्रभावित होती है । इन उप-उत्पादों की कड़वाहट भी खाद्य उत्पादों के उत्पादन में उनके उपयोग को प्रतिबंधित करती है और काफी ध्यान देने की आवश्यकता है। इस अध्ययन में रासायनिक, एंजाइमेटिक उपचार दृष्टिकोणों और प्रक्रिया मापदंडों के उनके अनुकूलन का उपयोग करके किन्नौ लुगदी अवशेषों और किन्नौ पोमेस जैसे उत्पादों के कड़वाहट हटाने पर ध्यान केंद्रित किया गया है। विलायकजनन विधि अन्य रासायनिक उपचारों की तुलना में अधिक प्रभावी पाई गई है ।

अनुसंधान प्रगति

जूस उत्पादन में किन्नौ मैंडरिन फलों के प्रसंस्करण से उप-उत्पादों की एक महत्वपूर्ण मात्रा प्राप्त होती है, जो खनिज, एंटीऑक्सिडेंट, पॉलीफेनोल्स और लिमोनोइड में समृद्ध है। किन्नौ जूस प्रसंस्करण उद्योग के साथ बड़ी समस्या कड़वाहट है, जो उपभोक्ता स्वीकार्यता को प्रभावित करती है। इन उप-उत्पादों की कड़वाहट खाद्य उत्पादों के उत्पादन में उनके उपयोग को भी प्रतिबंधित करती है और इस



चित्र 14: एंजाइम नेरिनजिनेस के साथ उपचार करके नेरिनजिन के हाइड्रोलिसिस और नेरिनजेनिन में रूपांतरण का वर्णन करता है a)किन्नो लुगदी अवशेष और b) किन्नो पोमेस विभिन्न एंजाइम की मात्रा में 4 घंटे 50 °C पर दिखाया गया है।

(तालिका 5) एंजाइमी उपचार (सूखे वजन के आधार पर) के बाद किन्नू रस के औद्योगिक अवशेषों का रासायनिक लक्षण वर्णन।

Experiment	Kinnow pulp residue (%)	Kinnow pomace (%)	Enzyme treated kinnow pulp residue (%)	Enzyme treated kinnow pomace (%)	Co-enzymatic treated kinnow pulp residue (%)	Co-enzymatic treated kinnow pomace (%)
Ash	0.50+ 0.02	0.61 + 0.05	0.43+ 0.02	0.59+ 0.01	0.41+ 0.01	0.58+ 0.02
Crude fat	4.2+ 0.08	1.61 + 0.71	4.03+ 0.05	1.50+ 0.03	2.95+ 0.03	1.03+ 0.01
Crude fiber	16.94+ 1.98	17.85 + 2.94	10.39+ 1.42	11.50+ 1.31	10.32+ 0.2	11.49+ 0.1
Dietary fiber	60.4+ 0.04	45.11+ 0.04	63.8+ 0.01	44.9+ 0.02	81.45+ 0.11	58.95+ 0.3
Pectin	3.02+ 1.43	5.42 + 1.26	3.69+ 1.25	5.52+ 1.20	2.78+ 0.03	5.62+ 002
Crude Protein	10.9+ 1.03	12.02 + 1.04	9.98+ 0.88	11.02+ 0.65	0.78+ 0.01	1.09+ 0.02

Note: Enzyme treated kinnow pulp residue and kinnow pomace (% , w/w) – treated with nariginase
Co- enzymatic treated kinnow pulp residue and kinnow pomace (% , w/w) - treated with nariginase + protease

rich in oligosaccharides with antioxidants and then to dry the nutrient formulation.

Research Progress

Processing of kinnow mandarin fruits for juice production yields a significant amount of by-products as waste which is rich in mineral, antioxidants, polyphenols and limonoids. Major problem with kinnow juice processing industry is bitterness and delayed bitterness which affects consumer acceptability. Bitterness of these by-products also restricts their use in production of food products and needs considerable attention. This study has been focused on the debittering of by-products like kinnow pulp residue and kinnow pomace by using chemical, enzymatic treatment approaches and their optimization of process parameters. The solventogenesis method was found to be more effective than other chemical treatments. In solventogenesis method, maximum bitterness causing compounds like naringin and limonin got solubilized in acetone with sample: solvent ratio 1:10 at ambient temperature for 3 hr.

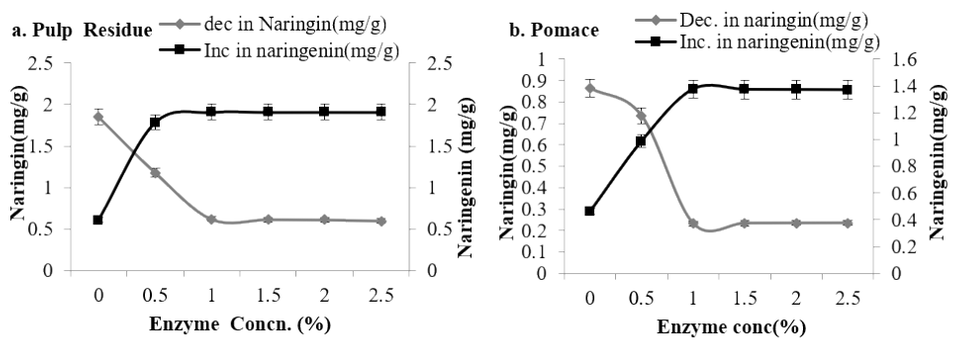


Figure 14. Shows the hydrolysis of naringin and conversion to naringenin by treating with naringinase enzyme in a) kinnow pulp residue and b) kinnow pomace at different enzyme concentration at 50 °C for 4h

Table 5. Chemical characterization of kinnow juice industrial residues after enzymatic treatment (on dry weight basis)

Experiment	Kinnow pulp residue (%)	Kinnow pomace (%)	Enzyme treated kinnow pulp residue (%)	Enzyme treated kinnow pomace (%)	Co-enzymatic treated kinnow pulp residue (%)	Co-enzymatic treated kinnow pomace (%)
Ash	0.50+ 0.02	0.61 + 0.05	0.43+ 0.02	0.59+ 0.01	0.41+ 0.01	0.58+ 0.02
Crude fat	4.2+ 0.08	1.61 + 0.71	4.03+ 0.05	1.50+ 0.03	2.95+ 0.03	1.03+ 0.01
Crude fiber	16.94+ 1.98	17.85 + 2.94	10.39+ 1.42	11.50+ 1.31	10.32+ 0.2	11.49+ 0.1
Dietary fiber	60.4+ 0.04	45.11+ 0.04	63.8+ 0.01	44.9+ 0.02	81.45+ 0.11	58.95+ 0.3
Pectin	3.02+ 1.43	5.42 + 1.26	3.69+ 1.25	5.52+ 1.20	2.78+ 0.03	5.62+ 002
Crude Protein	10.9+ 1.03	12.02 + 1.04	9.98+ 0.88	11.02+ 0.65	0.78+ 0.01	1.09+ 0.02

Note: Enzyme treated kinnow pulp residue and kinnow pomace (% , w/w) – treated with nariginase
Co- enzymatic treated kinnow pulp residue and kinnow pomace (% , w/w) - treated with nariginase + protease

पर काफी ध्यान देने की आवश्यकता है। इस अध्ययन में रासायनिक, एंजाइमेटिक उपचार दृष्टिकोणों और प्रक्रिया मापदंडों के अनुकूलन का उपयोग करके किन्नौ लुगदी अवशेषों और किन्नौ पोमेस जैसे उत्पादों के कड़वाहट हटाने पर ध्यान केंद्रित किया गया है। विलायकजनन विधि अन्य रासायनिक उपचारों की तुलना में अधिक प्रभावी पाई गई है । विलायकजनन विधि में अधिकतम कड़वाहट के मूल कारक यौगिक- नेरिनजिन और लिमोनीन हटाने पर ध्यान केंद्रित किया है। एसीटोन में 3 घंटे के लिए सामान्य तापमान पर नमूने और विलायक को 1: 10 अनुपात में मिलाया जाता है। एंजाइमैटिक विधि में किन्नौ में कड़वाहट के लिए जिम्मेदार यौगिक - नेरिनजिन, एंजाइम नेरिनजिनेस का उपयोग करके गैर-कड़वा यौगिक नेरिनजेनिन में परिवर्तित किया गया जैसा कि चित्र 13 में दिखाया गया है। तापमान 50°C पर ऊष्मायन अवधि के 4 घंटे में 1% एंजाइम की मात्रा के साथ नेरिनजिन में इष्टतम कमी देखी गई है। नेरिनजिन का घटता प्रतिशत लुगदी के अवशेषों में लगभग 66.58% और पोमेस में 73.09% क्रमशः (चित्र 15) था। कड़वाहट मुक्त आहार फाइबर का संवर्धन सह- एंजाइमेटिक उपचार का उपयोग करके किया गया है। इस विधि में किन्नौ रस उद्योग उपोत्पाद को सामान परिचालन मापदंडों पर एंजाइम नेरिनजिनेस और प्रोटीज़ के साथ उपचार किया गया था। इनमे प्रमुख सामग्री आहार फाइबर है। किन्नौ पल्प अवशेषों में आहार फाइबर 60.4% है और किन्नो पोमेस में यह 45.11% है। एंजाइमैटिक उपचार के बाद किन्नौ पल्प अवशेषों और किन्नौ पोमेस में अपरिष्कृत फाइबर क्रमशः 81.45% और 58.95% बचता है।

किन्नो पल्प अवशेषों और किन्नो पोमेस के एंजाइमेटिक उपचार के बाद कुल आहार फाइबर की 63.8% और 44.9% मात्रा प्राप्त हुई थी । जबकि सह-एंजाइमैटिक उपचार में, किन्नौ पल्प अवशेषों में कुल आहार फाइबर 81.45% है, जो दर्शाता है कि इसका उपयोग फाइबर के स्रोत या प्राकृतिक खाद्य सामग्री पाउडर के रूप में किया जा सकता है। इस प्रकार क्रियाशील खाद्य उत्पादों का विकास कड़वाहट मुक्त किन्नौ अवशेषों का उपयोग करके किया जा सकता है। यह प्रक्रिया न केवल कृषि-औद्योगिक उप-उत्पाद का प्रभावी उपयोग है, बल्कि पर्यावरण प्रदूषण का भी समाधान है।

मुख्य उपलब्धियां:

- 50 °C ऊष्मायन तापमान पर 4 घंटे, नेरिनजिनेस और प्रोटीज एंजाइम के सह- एंजाइमेटिक उपचार से , किन्नो पल्प अवशेष और किन्नो पोमेस में आहार फाइबर की उच्च मात्रा और कड़वाहट की अत्यंत कमी पाई गयी है।
- किन्नो पल्प अवशेषों में नेरिनजिन का न्यूनीकरण प्रतिशत लगभग 66.58% था और किन्नो पोमेस में 73.09%।
- सह- एंजाइमेटिक उपचार (नेरिनजिनेस+प्रोटीज) में कुल आहार फाइबर की मात्रा, किन्नो पल्प अवशेष 81.45% और किन्नो पोमेस में 58.95% पाई गयी ।
- सह-एंजाइमेटिक उपचार के बाद कड़वाहट मुक्त, कुल आहार फाइबर से समृद्ध , मूल स्वाद के साथ देखा गया है। इस प्रकार, यह किन्नो स्वाद खाद्य उत्पादों के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।

अ 06: फलों के प्रसंस्करण के उपोत्पादो से फाइबर युक्त CIAB-NAVITA नामक एक प्रीबायोटिक्स मट्ठा पेय विकसित करना।

भारत में हर साल 3 लाख टन मट्ठा का उत्पादन 2 लाख टन

चित्र 15. डेयरी अपशिष्ट (मट्ठा) का फाइबर स्त्रोत (किनोव प्रसंस्करण उत्पाद), टमाटर प्रसंस्करण उत्पाद, केला पल्प (फाइबर स्त्रोत) के साथ एक स्वस्थ पेय तैयार करने के लिए एक प्रक्रिया विकसित की गई है।

enzymatic method, compound naringin, responsible for bitterness in kinnow was converted into non-bitter compound naringenin by using enzyme naringinase as shown in Fig. 13. Optimum reduction in naringin has been observed with 1% of enzyme concentration in 4 hrs of incubation period at temperature 50 °C. The reduction percentage of naringin was almost 66.58 % in pulp residue and 73.09% in pomace respectively (Fig.14).

Enhancement of dietary fiber without bitterness has been done by using co- enzymatic treatment. In this method kinnow juice industry by-product was treated with enzyme naringinase and protease at similar operational parameters. Kinnow juice processing pulp residue and pomace constituents before and after enzymatic treatment has been shown in Table 5. The major content is the dietary fiber. In kinnow pulp residue dietary fiber is 60.4 % and in kinnow pomace it is 45.11 %. Post enzymatic treatment crude fiber is 81.45% and 58.95 % in kinnow pulp residue and kinnow pomace, respectively.

Total dietary fibre content after enzymatic treatment of kinnow pulp residue and kinnow pomace is achieved to be 63.8% and 44.9 %. Whereas in co-enzymatic treatment, the total dietary fiber is 81.45% in kinnow pulp residues, which shows that it can be used as a source of fiber or as natural food ingredient powder. Thus it functional food products can be developed using debittered kinnow juice industry residues. This process is not only an effective utilization of agro-industrial by-product but also a solution to the environmental pollution caused by kinnow juice industry.

Salient Achievements

- Co-enzymatic treatment with nariginase and protease enzymes at 50 °C in 4 hrs of incubation period showed efficient debittering and high content of dietary fiber in kinnow pulp residue and kinnow pomace.
- Reduction percentage of naringin was almost 66.58 % in kinnow pulp residue and 73.09% in kinnow pomace.
- The dietary fiber content in Co-enzymatic treated (naringinase + protease) kinnow pulp residue was achieved 81.45 % and in kinnow pomace was observed as 58.95%.
- The original flavor of kinnow without bitterness has been observed in co-enzymatic treated along with rich in dietary fiber. Thus, it can be used for kinnow flavour food products.

A 06: To develop a liquid whey beverage named CIAB-NAVITA containing a fibre rich preparation from fruit processing by-product and its production process and uses

In India, 3 million tons of whey is produced every year with 2 lakh tons of essential milk proteins. As per the current practices in the dairy industry in India, the majority of the solid components of whey are thrown away as wastage. This is a dangerous practice as not only it incurs huge loss to the

Figure 15. A process has been developed for preparing a heathy drink by utilization of dairy waste (whey) with fiber sources (Kinnow processing by-product, Tomato processing by-product, banana pulp (fiber source)

तालिका 6. कमरे के तापमान पर मट्ठा पेय प्राकृकित संरक्षक के रूप में कमजोर पड़ने के अध्ययन के लिए 16^{-4} तनुकरण पर जीवाणू गणना (सीएफयू) के लिए शैल्फ जीवन का अध्ययन।

Time period (Days)	Bacterial Count (10^{-4} dilution (CFU/ml))						
	WB_1	WB_2	WB_3	WB_4	WB_5	WB_6	WB_7
15	0	0	0	0	0	0	56
30	0	27	0	0	08	15	198
45	0	108	02	0	84	109	>300
60	24	197	142	09	126	178	>500

Note: WB_1 – Kinnow flavour whey beverage with 0.1 % clove and 0.1 % cinnamon, **WB_2** –Tomato flavour whey beverage 0.1 % clove and 0.1 % cinnamon, **WB_3** – Choco banana flavour whey beverage 0.1 % clove and 0.1 % cinnamon, **WB_4** – Control whey beverage with 0.1 % sodium benzoate, **WB_5** Control whey beverage with 0.1% clove, **WB_6**- Control whey beverage with cinnamon, **WB_7** – Blank whey beverage without any preservatives.

आवश्यक दूध प्रोटीन के साथ होता है। भारत में दुग्धशाला उद्योग में मौजूदा प्रथाओं के अनुसार, मट्ठा के ठोस घटकों के बहुमत को अपव्यय के रूप में फेंक दिया जाता है। यह एक खतरनाक आदत है क्योंकि यह न केवल मट्ठा में मौजूद मूल्यवान पोषक तत्वों को भारी नुकसान पहुंचाती है, बल्कि पर्यावरण को भी भारी नुकसान पहुंचाती है।

अनुसंधान प्रक्रिया

वर्तमान प्रक्रिया में आहार फाइबर युक्त प्रीबायोटिक्स मट्ठा पेय विकसित किया है, जो ताज़ा स्वाद के साथ स्वास्थ्य को भी लाभ पहुंचाता है। कड़वाहट को हटाने के लिए किन्नो पल्प अवशेष (रस स्पष्टीकरण के बाद बचा हुआ) को चूने और एसीटोन के साथ उपचार किया गया। आहार फाइबर युक्त मट्ठा, जो खनिज, प्रोटीन और लैक्टोज में समृद्ध है, एक स्वादिष्ट और प्रीबायोटिक्स पोषक तत्व पेय में बदल जाता है । शैल्फ जीवन का अध्ययन प्राकृतिक परिरक्षकों और मट्ठा पेय में घटक के रूप में इसके संयोजन के साथ किया गया था। लौंग, दालचीनी और उनके संयोजन को प्राकृतिक संरक्षक की तरह प्रयोग किया गया। तब बैक्टीरिया की वृद्धि की तुलना नियंत्रण के नमूनों की गई। एक सोडियम बेंजोएट के साथ और दूसरा बिना परिरक्षक के। तालिका 6 पेय के विभिन्न प्रकारों की कॉलोनी वृद्धि (बैक्टीरिया) को दर्शाता है। हम लौंग दालचीनी संयोजन से 45 दिनों तक की शेल्फ जीवन प्राप्त कर सकते हैं।

मुख्य उपलब्धियां:

- एक प्रीबायोटिक रेडी-टू-ड्रिंक (आरटीडी) मट्ठा पेय को फाइबर के साथ तैयार करने के लिए सरल और लागत प्रभावी प्रक्रिया विकसित की गई है, जो फलों के प्रसंस्करण के उत्पादों के अपशिष्ट से उत्पन्न होती है

Table 6. The shelf life study for bacterial count (CFU) with 10-4 dilution of whey beverage natural preservative as ingredient at room temperature

Time period (Days)	Bacterial Count (10^{-4} dilution (CFU/ml))						
	WB_1	WB_2	WB_3	WB_4	WB_5	WB_6	WB_7
15	0	0	0	0	0	0	56
30	0	27	0	0	08	15	198
45	0	108	02	0	84	109	>300
60	24	197	142	09	126	178	>500

Note: WB_1 – Kinnow flavour whey beverage with 0.1 % clove and 0.1 % cinnamon, WB_2 –Tomato flavour whey beverage 0.1 % clove and 0.1 % cinnamon, WB_3 – Choco banana flavour whey beverage 0.1 % clove and 0.1 % cinnamon, WB_4 – Control whey beverage with 0.1 % sodium benzoate, WB_5 Control whey beverage with 0.1% clove, WB_6- Control whey beverage with cinnamon, WB_7 – Blank whey beverage without any preservatives.

valuable nutrients present in whey but also causes colossal damages to the environment.

Research Progress

The present process developed a dietary fiber rich whey beverage, which conglomerates the refreshing taste and the health benefits of whey and fruit dietary fiber. The kinnow pulp residue (left after juice clarification) was treated with lime and acetone for removal of bitterness. The acetone treatment results with improved flavor of kinnow pulp residue. The liquid whey, which is rich in minerals, protein and lactose, is transformed into a nutraceutical beverage enriched with tasteful and prebiotic dietary fibers derived from fruit processing residues such as kinnow pulp, tomato processing by product, banana pulp, and apple pulp as shown in Fig. 15.

The shelf life study was conducted with natural preservatives and its combination as ingredient in whey beverage. The natural preservatives like clove, cinnamon and their combination were added as preservatives. Then the bacterial growth was compared against the control samples viz. One with sodium benzoate and the other without preservative. Table 6 shows the colony growth (bacteria) of the different variants of the beverage. We can achieve shelf life upto 45 days with the clove cinnamon combination as preservative except for tomato variant. Further natural preservative options including pomegranate peel, rosemary extract will be tried to enhance the shelf life at ambient temperature.

Salient achievements

- Simple and cost effective process has been developed to prepare a Prebiotic Ready-to-Drink (RTD) whey beverage with fiber which was produced from fruit processing by-products waste

क्षेत्रः ब

विशिष्ट उत्पादों और रसायनों के लिए फसल कचरे का मूल्य स्थिरीकरण

इस क्षेत्र का उद्देश्य फसल की कटाई के बाद छोड़े गए कम उपयोगी और खेत के स्तर अनाज या कृषि-वस्तुओं की फसल के संचालन से उत्पादित बायोमास के लिए मूल्य पैदा करना है। इस प्रकार, इसका उद्देश्य जैविक रूप से और / या रासायनिक रूप से उनके प्रसंस्करण के लाभदायक दायरे का आकलन करना और महसूस करना है, ताकि प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग आधारित उत्पादों की एक द्वितीयक धारा उत्पन्न हो सके। नैनोकैल्यूलोज, लेवुलिनिक एसिड, लिग्निन आधारित नैनोमटेरियल्स और प्लेटफॉर्म रसायन ऐसे उत्पादों के कुछ उदाहरण हैं। बायोमास में इस तरह के मूल्य सृजन के प्रयास माध्यमिक कृषि आय फिटिंग, 'माध्यमिक कृषि' या 'माध्यमिक कृषि उत्पादों' (एस.ए.पी.) का विषय है।

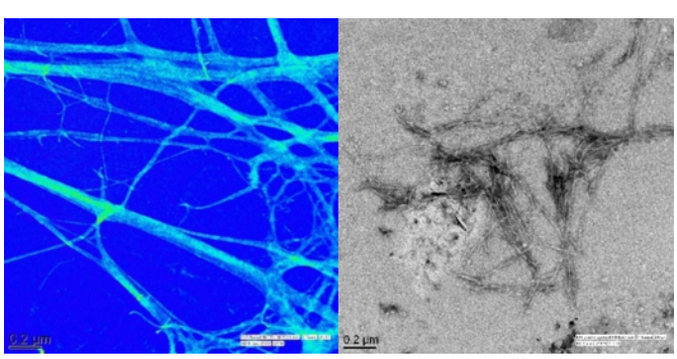
ब 01: नैनोसेलुलोज कंपोजिट तैयार करने की विधि: सेलूलोज़ एसीटेट फिल्म के सुदृढीकरण के साथ नेनोसेलुलोज (निचले अवशिष्ट लिग्निन के साथ) सामग्री) भराव के रूप में।

चावल का भूसा सबसे अधिक प्रतिफलित उपोत्पाद में से एक है विशेष रूप से उत्तरी भारत में।पंजाब में19.7 मिलियन टन धान के पुआल का उत्पादन होता है हर साल और इसमें से केवल 4.3 मिलियन टन (लगभग 22 प्रतिशत) का उपयोग बायोमास-आधारित में किया जाता है जैसे बिजली संयंत्रों, कार्डबोर्ड इकाइयों और चारा के रूप में। जबकि उसमें से 70-80 MMT का निपटारा जलने से किया जाता है जो मिट्टी का क्षरण, फेफड़े के रोग आदि कारण है। इसलिए चावल के भूसे से तैयार नैनोसेलुलोज मूल्य सिथरीकरण के लिये सबसे अच्छा विकल्प है। उन्होने पता किया कि नैनोसेलुलोज की विशिष्ट विशेषताएं, जैसे कि उच्च सतह क्षेत्र और पहलू अनुपात, की वजह से बहुलक मैट्रिक्स जैसे थर्माप्लास्टिक स्टार्च में मदद से मजबूत एजेंट के रूप में बनाया जा सकता है। पारंपरिक समग्र की तुलना में सेल्यूलोज नैनोकम्पोजिट के अनेक फायदे है जैसे बेहतर थर्मल, मैकेनिकल और बैरियर गुण।

अनुसंधान प्रगति

सेल्यूलोज कंपोजिट की तैयारी:

सेलूलोज़ एसीटेट (CA) प्रकृति से प्राप्त सब से महत्वपूर्ण कार्बनिक एस्टर में एक है। इसके अनुप्रयोगों में फाइबर झिल्ली, फिल्में और प्लास्टिक तैयार करना शामिल हैं। सीए की हल्के, माइक्रोवेव सक्षम और अच्छा ऑप्टिकल गुण भी है। इसके अलावा सीए बायोकोम्पोजिट्स का अच्छा बाधा गुण, तथा सूक्ष्मजीवों और ऑक्सीकरण का हमला से खाद्य पदार्थों की रक्षा करते हैं । वह परिधान और सिगरेट उद्योगों में उपयोग किया जाता है, और गैस जुदाई जैसी विभिन्न प्रक्रियाओं में, रिवर्स ऑस्मोसिस, डायलिसिस और हेमोडायलिसिस में इस्तेमाल किया किया जाता है। इसके अलावा यह प्लास्टिक रोगन, फोटोग्राफिक फ़िल्में, चिपकने वाले और पैकेजिंग में इस्तेमाल किया जाता है। कई प्रयास किए गए हैं सीए के मजबूत गुण को बेहतर बनाने के लिए और उनके विभिन्न



चित्र 1. (ए): सीएनएफ (1 wt%) 5 मिलीग्राम 0. 5 मिलीलीटर DMSO (6-11 एनएम) (बाएं और; DMSO में CNF विभिन्न सॉल्वैंट्स अनुपात में अनुकूलित DMF: DMSO: DCM (दाएं)

Area: B

VALORIZATION OF CROP WASTES FOR SPECIALTY PRODUCTS AND CHEMICALS

This area aims to create value for the un-utilized or under-utilized biomass left after crop harvest or arising out of farm level operations for harvest of grains or agri-commodities. Thus, it aims to assess and realize the profitable scope of their processing biologically and/or chemically to generate a secondary stream of technology application-based products. Nanocellulose, levulinic acid, lignin based nanomaterials and platform chemicals are some examples of such products. Results of such a value creation effort in the biomass are cue to catalyze the secondary farm income fitting, the subject of 'secondary agriculture' or 'secondary agriculture products' (SAP).

B 01: To prepare nanocellulose composites: reinforcemnt of cellulose acetate film with nanocellulose (with lower residual lignin content) as filler.

Rice straw is one of the most underutilized by-product especially in Northern India. In Punjab 19.7 million tonnes of paddy straw is generated each year and out of this, only 4.3 million tones (roughly 22 percent) is used in biomass-based power plants, cardboard units and as fodder. While rest of it about 70-80 MMT is disposed off by burning causing soil erosion, lung diseases etc. So biorefinery of rice straw for nanocellulose preparation and its derivative design is the best suitable option for its valorization. Because of the specific characteristics of nanocellulose, such as the high surface area and aspect ratio, they find application as reinforcing agent in polymer matrix such as thermoplastic starch. The advantages of cellulose nanocomposite materials in polymer composite compared with conventional composites is that at low reinforcement levels, there is superior thermal, mechanical and barrier properties.

Research Progress

Preparation of all cellulose composites:
Cellulose acetate (CA) is one of the most important organic esters obtained from natural sources. Its applications include fibers, membranes, films, and plastics. CA is also lightweight, microwavable and has good optical properties. In addition, CA biocomposites have good barrier properties, prolonging the shelf life of foods because they protect food against the attack of microorganisms and oxidation. CA has been used in apparel and cigarette industries, and in separation processes like gas separation, reverse osmosis, dialysis and hemodialysis. In addition, it is used in plastics, lacquers, photographic films, adhesives and packaging. CA has strong properties and a wide range of

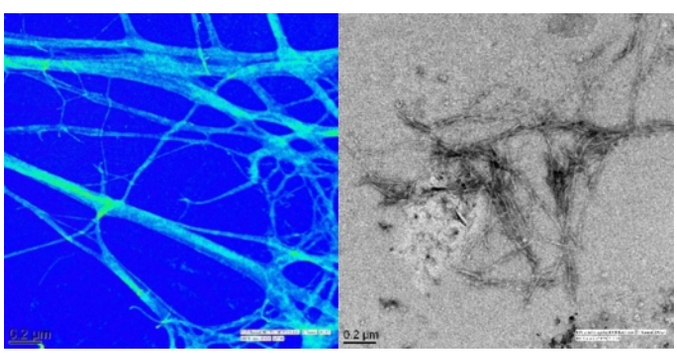


Figure 1. (a): CNF (1 wt%) 5 mg in 0. 5 ml DMSO (6-11 nm)(left) and; CNF in DMSO optimized at different solvents ratio DMF:DMSO:DCM (right)

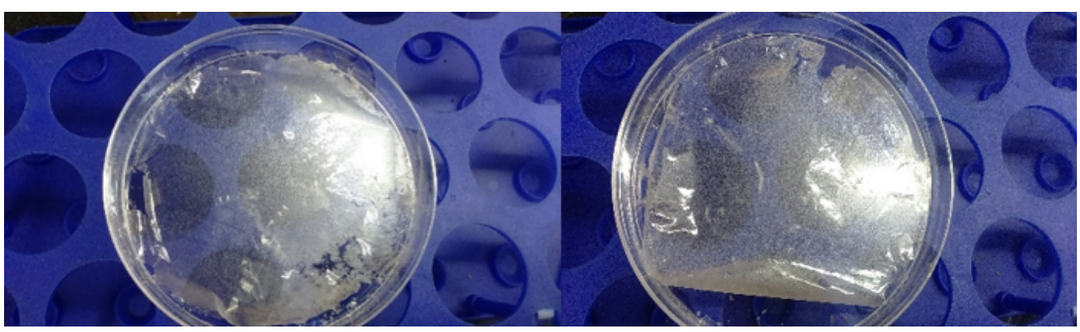
गुणों को बढ़ने के लिये विशाल कार्यान्वयन का विस्तार कर रहे।

अधिकांश अध्ययन सेलूलोज़ एसीटेट पर आधारित कंपोजिट सहित TOCNs के सुधार पर केंद्रित थे जैसे ऑप्टिकल और यांत्रिक गुणों, सतही संशोधित सेलूलोज़ नैनोकॉस्टल भराव के रूप में, लेकिन सूखे सेलुलोज नैनोफिब्रिल से फ्रीज करें चावल के भूसे का अभी तक पता नहीं चला है । इसके लिए CNFs की घुलनशीलता के आधार पर (चित्र1) अलग सॉल्वैंट्स जैसे डीएमएसओ और डीएमएफ का उपयोग किया गया था ।

ज्यादातर सेलूलोज़ एसीटेट मिश्रित फिल्में इलेक्ट्रोसपिनिंग द्वारा निर्मित जो किफायती नहीं है। इसलिए फिल्म तैयार के लिए विभिन्न मापदंडों का अनुकूलन करके एक सरल कास्टिंग विधि का उपयोग किया है।

- मैट्रिक्स के रूप में उपयोग किए जाने वाले सेलूलोज़ एसीटेट का प्रकार: एकाग्रता अनुकूलन।
- आम विलायक दोनों मैट्रिक्स के लिए उपयोग किया जाना है और भराव: विलायक का चयन।
- फ्रीज सूखे सेलुलोज नैनोफिब्रिल्स का उपयोग भराव: मैट्रिक्स के आधार पर भराव अनुपात।
- तैयार सेलुलोज एसीटेट के गुण कंपोजिट।

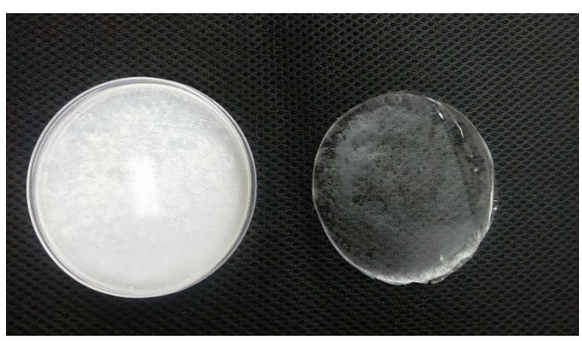
विभिन्न में नैनोसेलुलोज की अस्थिरता सॉल्वैंट्स:
एसीटोन की तरह विभिन्न सॉल्वैंट्स का परीक्षण किया गया (मल्टीमीडिया), डाइमिथाइल सल्फॉक्साइड (मर्क केमिकल्स), टोल्यूनि (हामिद), डिक्लोरोमेथेन (मर्क) रसायन), क्लोरोफॉर्म (मर्क रसायन), मेथनॉल (मल्टीमीडिया), फ्रीज के साथ फॉर्माइड सूख गया विभिन्न तापमान पर नैनोकैलुलोज। DMSO और DMF ने कुछ



चित्र 2. 70:30 DMSO के साथ तैयार किए गए नैनोकैल्यूलोज फिल्मों की पारदर्शिता: DMF (बाएं) और 90:10 DMSO: DMF (दाएं)

निलंबन दिखाया नैनोकेल्यूलोज के नैनोकेल्यूलोज टीईएम में बिखरे हुए डीएमएसओ निम्नलिखित आंकड़ों में दिखाया गया है।

सेलुलोज कंपोजिट के साथ में सेल्यूलोस एसीटेट की तैयारी:
प्रारंभिक प्रयोगों के बाद, DMSO को सभी सेलुलोसिक कंपोजिट के लिए विलायक के रूप में चुना गया । लगभग 0.3,0.4,0.5 wt% CNF का वजन डीएमएसओ समाधान में भंग किया गया और 25 सी पर सरगर्मी पर छोड़ दिया रातोंरात (चित्र 1)। उसके बाद सेलूलोज़ जोड़ें समाधान के लिए एसीटेट और सरगर्मी के लिए छोड़ दिया रात भर । जब समाधान बन गया,यह पानी के स्नान में 30 मिनट के लिए सोनीकेट किया गया था । समाधान की कुछ राशि पेट्री प्लेट में डाला गया था 24 के लिए 40 सी पर घंटे। के रूप में नैनोसेलुलोज की मात्रा में वृद्धि हुई फिल्म रचना, फिल्म की पारदर्शिता घट जाती है (चित्र 2 और 3)।



चित्र 3. तैयार की गई समग्र फिल्म की आकृति विज्ञान नैनोकैल्यूलोज और सेल्यूलोज एसीटेट के साथ

applications but still several attempts have been made to improve their different properties and expand their vast implementation.

Most of the studies were focused on improving the optical and mechanical properties of the cellulose acetate based composites including TOCNs, surface modified cellulose nanocrystals as filler but freeze dried cellulose nanofibrils from rice straw has yet not been explored, different solvents namely DMSO and DMF were used based on the solubility of CNFs (Fig. 1). Most of the cellulose acetate composite films were formed by electrospinning which is not economical. Hence a simple casting method was used for film preparation by optimizing various parameters.

- Type of cellulose acetate to be used as matrix: concentration optimization.
- Common solvent to be used for both matrix and filler : selection of solvent.
- Use of freeze dried cellulose nanofibrils as filler: filler ratio based on the matrix.
- Properties of prepared cellulose acetate composites.

Dispersibility of nanocellulose in different solvents:

Different solvents were tested like Acetone (Himedia), Dimethyl Sulfoxide (Merck Chemicals), Toluene (Himedia), Dichloromethane (Merck chemicals), Chloroform (Merck Chemicals), Methanol (Himedia), Formamide with freeze dried nanocellulose at different temperature. Out of all,

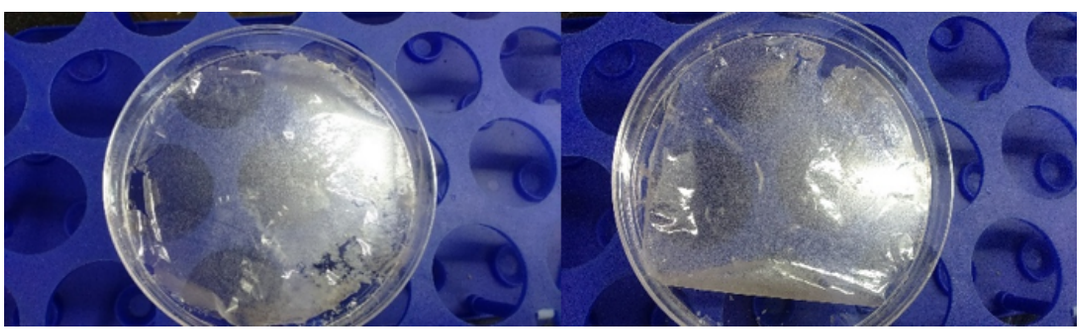


Figure 2. Transperancy of nanocellulose films prepared with 70:30 DMSO:DMF (left) and 90:10 DMSO:DMF (right)

DMSO and DMF showed some suspension of nanocellulose. Transmission electron microoscopy, TEM of nanocellulose dispersed in DMSO is shown in following figures.

Preparation of all cellulose composites with cellulose acetate:

After preliminary experiments, DMSO was selected as solvent for all cellulose composites.Weigh around 0.3,0.4,0.5wt % CNF in DMSO solution and left at stirring at 25 °C overnight (Fig. 1). After overnight, add cellulose acetate to the solution and left for stirring overnight. When the solution became homogeneous suspension, it was sonicated for 30 minutes in water bath. Some amount of solution was poured into the petri plate at 40 °C for 24 hours. As amount of nanocellulose increased in film composition, transparency of the film decreases (Figs. 2 and 3).

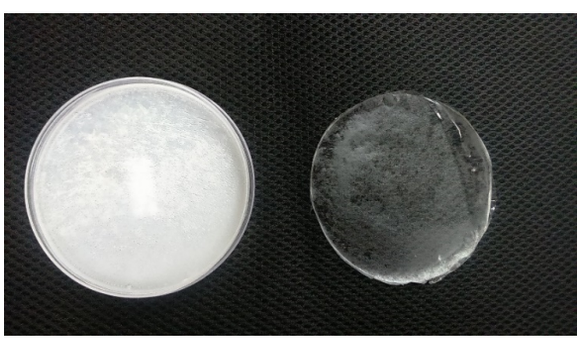
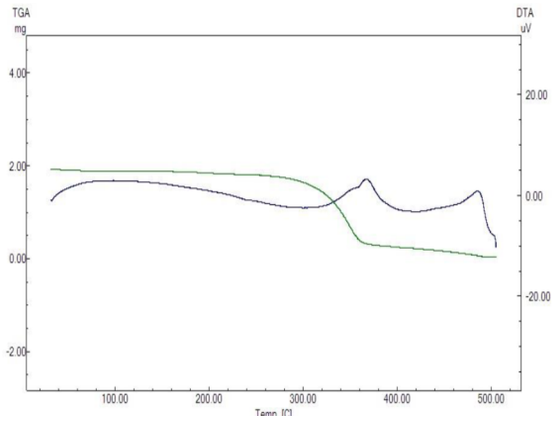


Figure 3. Morphology of the composite film prepared with nanocellulose and cellulose acetate



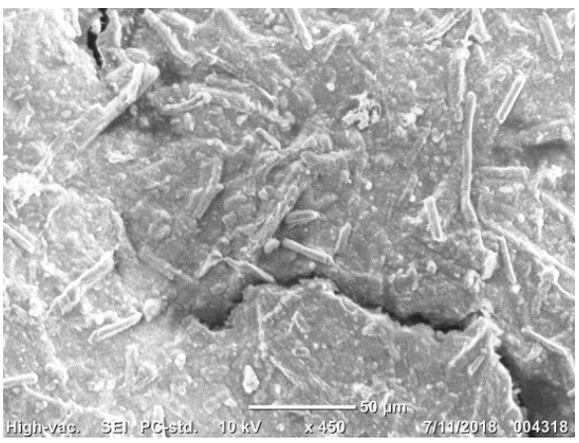
चित्र 4 सेल्यूलोज मिश्रित सी.एन.एफ.-0.2 डब्लूटी% का टीजीए

प्राप्त α- सेलूलोज़ के साथ इलाज किया गया था H2SO4 (45 - 75 wt%) के विभिन्न सांद्रता, पर विभिन्न तापमान रेंज (30 - 50 °C) के लिए विभिन्न हाइड्रोलिसिस समय अवधि (1 घंटा- 3 घंटा)। शराब से प्राप्त सेलुलोज का अनुपात 1:20 था। हाइड्रोलाइज्ड सेलुलोज नमूना धोया गया था केन्द्रापसारक द्वारा आसुत जल के साथ कई बार (8500 आरपीएम और 15 मिनट) को हटाने के लिए सल्फ्यूरिक एसिड की अधिकता। निलंबन को तब तक आसुत जल के खिलाफ डायलाइस्ड किया गया था जब तक कि एक निरंतर पीएच तक नहीं पहुंच गया था और अंत में परिणामी निलंबन को निलंबित नैनोकणों को सही ढंग से फैलाने के लिए जांच सॉनेटिकेटर (सोनिक्स विब्रा सेल) का उपयोग करके विघटित किया गया था और फिर सूख गया। मंच दक्षता का इष्टतम मूल्य 92% निकला।

इसके अलावा इसे TDC में अपग्रेड किया गया (अनुपात - 1: 300) निम्नलिखित उद्देश्यों के तहत एनआईपीईआर, मोहाली:

- चावल के भूसे से सीएनसी बनाने के मापदंडों का अनुकूलन।
- अनुकूलित प्रक्रिया मापदंडों का स्केलअप 1: 300 के अनुपात में।

चावल के भूसे से α- सेल्युलोज: सेल्यूलोज नैनोक्रिस्टल्स के अपस्केल उत्पादन के लिए मापदंडों का अनुकूलन आरएसएम अध्ययनों के माध्यम से किया गया है, जहां कारकों और स्तरों को नीचे के रूप में तय किया गया है (तालिका 1)। तैयार किए गए सीएनसी में आकृति विज्ञान है, जैसा कि SEM माइक्रोग्राफ द्वारा 50 माइक्रोग्राम नीचे दिखाया गया है (चित्र 5)।



चित्र 5. सीएनसी की SEM छवि

1: 300 के अनुपात में स्केल-अप:

पंजाब से खरीदा गया चावल का भूसा, भारत को सेल्युलोज नैनोक्रिस्टल्स के उत्पादन के लिए कच्चे माल के रूप में उपयोग किया जाता था। वाणिज्यिक ग्रेड के रूप में सल्फ्यूरिक एसिड। पायलट स्तर में प्रतिक्रियाओं को करने के लिए टीडीसी, नाईपर, मोहाली जैसे R-04 SS रिएक्टर, R-02 ग्लासलाइन रिएक्टर और एक टोकरी अपकेंद्रित्र के उपकरणों का उपयोग किया गया।

मुख्य उपलब्धियाँ

- एक ऊर्जा कुशल के पैमाने पर, कम से कम लिग्निन सामग्री के साथ चावल के भूसे से नैनोसेलुलोज की तैयारी के लिए प्रभावी प्रक्रिया विकास लागत।
- एक बेहतर बायोपॉलिमर के उत्पादन के लिए अन्य ग्रीन बायोपॉलिमर के साथ कोपोलीराइज़ेशन के माध्यम से नैनोकेलुलोज के सुदृढीकरण।

तालिका 1. सीएनसी के अपस्केल उत्पादक के लिए आरएसएम अनुकूलन

Factors	Actual level of coded factors		
Conc. of H_2SO_4	45	60	75
Time (hrs)	1	3	5
Temperature (°C)	30	40	50

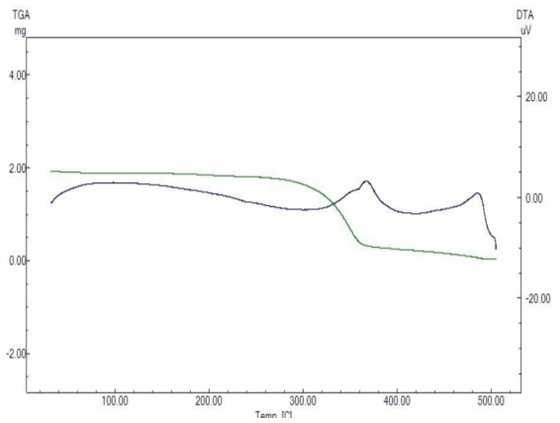


Figure 4. TGA of cellulose composite film CNF-0.2 wt%

The α- cellulose obtained was treated with different concentrations of H_2SO_4 (45 – 75 wt%), at different temperature range (30 – 50 °C) for different hydrolysis time periods (1 hr- 3 hr).The ratio of the obtained cellulose to liquor was 1:20. The hydrolyzed cellulose sample was washed several times with distilled water by centrifugation (8500 rpm & 15 mins) in order to remove the excess of sulphuric acid. The suspension was then dialyzed against distilled water until a constant pH was reached and finally the resulting suspension was sonicated using probe sonicator (Sonics Vibra cell) to correctly disperse suspended nanocrystals and then freeze dried. The optimal value of stage efficiency came out to be 92 %.

Further it was upscaled (ratio – 1: 300) at TDC, NIPER, Mohali under following objectives:

- Optimisation of the parameters for the production of Cellulose Nanocrystals from rice straw derived α- cellulose.
- Scaleup of the optimized process parameters in the ratio 1:300.

Optimisation of the parameters for the upscale production of Cellulose Nanocrystals from rice straw derived α- cellulose:

Optimization has been done through RSM studies where factors and levels have been decided as below (Table 1). The CNC so prepared has the morphology as shown by the SEM micrographs at 50 μm below (Fig. 5).

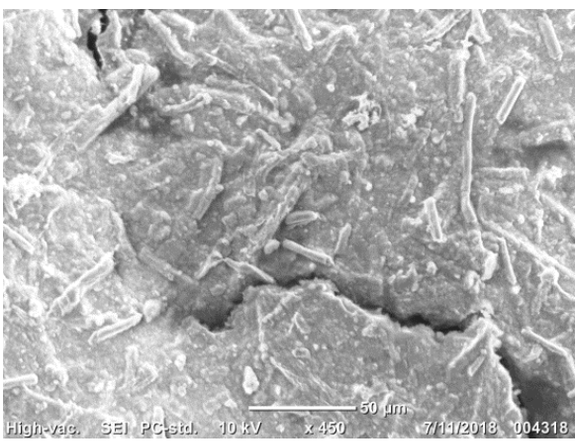


Figure 5. SEM image of CNC

Scale-up in the ratio 1:300:

Rice straw bought from Punjab, India was used as a raw material for the production of cellulose nanocrystals. Sulphuric acid as of commercial grade. Equipment of TDC, NIPER, MOHALI such as R-04 SS reactor, R-02 glassline reactor and one basket centrifuge were used to carry out the reactions in a pilot scale.

Salient Achievements

- Up scale of an energy efficient, cost effective process development for preparation of nanocellulose from rice straw with least lignin content.
- Reinforcement of Nanocellulose by way of copolymerization with other green biopolymer for the production of a better biopolymer.

Table 1. RSM optimization for upscale production of CNC

Factors	Actual level of coded factors		
Conc. of H_2SO_4	45	60	75
Time (hrs)	1	3	5
Temperature (°C)	30	40	50

ब 02: झाड़ू घास से सेल्युलोज नैनोक्रिस्टल तैयार करना

झाड़ू घास (थिसानोलाना मैक्सिमा); असम से एकत्र की गई झाड़ू घास के तने से एक नया प्राकृतिक फाइबर निकाला जाता है। झाड़ू घास के बारे में एक संक्षिप्त परिचय नीचे उल्लिखित है। थिसानोलाना मैक्सिमा पोएसी के परिवार से संबंधित है। झाड़ू घास के शाब्दिक नाम झाड़ूघास (हिंदी), अमलिसो (नेपाली), फूलजादू (असमिया), बुकेस्ट घास, टाइगर घास, ब्रूम घास (अंग्रेजी) और चेयपुरागड्डी (तेलुगु) है। यह ज्यादातर पहाड़ियों की ढलानों में, खड़ी नदियों के किनारे किनारे और नदियों के रेतीले किनारों पर पाया जाता है। यह पूरे देश में व्यापक रूप से 2000 मीटर की ऊंचाई तक वितरित है। औसतन **10 m^2** के क्षेत्र में झाड़ू घास के 4-5 टुस्सोक पाये जाते हैं। झाड़ू घास का वार्षिक राष्ट्रीय उत्पादन 68410 क्विंटल / वर्ष है। इसका पुष्पक्रम या फूलों की पुलियों का उपयोग मुख्य रूप से झाड़ू या झाड़ू बनाने के लिए किया जाता है और बचे हुए हिस्से का उपयोग **नैनोसेलुलोज** के उत्पादन के लिए किया जा सकता है।

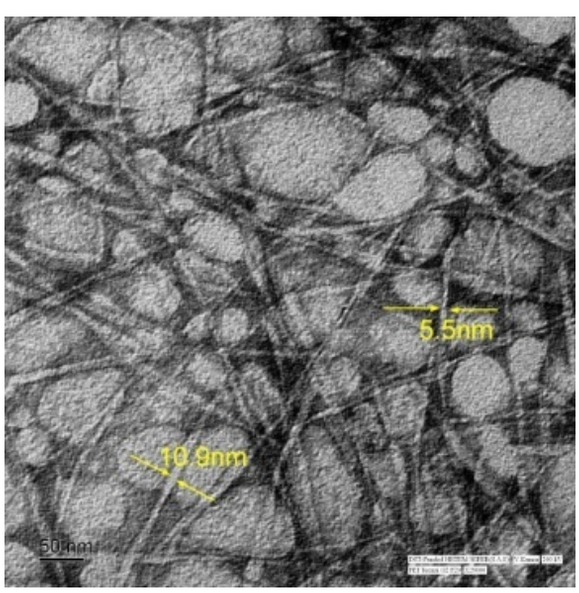
झाड़ू घास से सेल्युलोज नैनोक्रिस्टल्स का उत्पादन:

झाड़ू घास से प्राप्त α- सेल्युलोज को अलग-अलग हाइड्रोलिसिस समय अवधि (0.5 - 2 घंटा) के लिए अलग-अलग तापमान रेंज (40-60 °C) पर H_2SO_4 (55- 2 4 75 wt%) के विभिन्न सांद्रता के साथ इलाज किया गया था। शराब को प्राप्त सेलुलोज का अनुपात 1:20 (% wt) था। सल्फ्यूरिक एसिड की अधिकता को दूर करने के लिए हाइड्रोलाइज्ड सेलुलोज के नमूने को कई बार आसुत जल (8500 आरपीएम और 15 मिनट) द्वारा आसुत जल से धोया गया। निलंबन को तब तक आसुत जल के खिलाफ डायलाईजड़ किया गया। जब तक कि एक निरंतर पीएच तक नहीं पहुंच गया था और अंत में परिणामी निलंबन को निलंबित नैनोकणों को सही ढंग से फैलाने के लिए जांच सॉनेटिकेटर (सोनिक्स विब्रा सेल) का उपयोग करके विघटित किया और फ्रीज ड्राई किया गया।

तैयार किए गए सीएनसी में TEM द्वारा अनुमानित के रूप में 5 -11 एनएम की सीमा में एक कण आकार है और इसे नीचे दिखाया गया है (चित्र 6)।

मुख्य उपलब्धियाँ

- झाड़ू घास से प्राप्त झाड़ू घास से नैनोकैल्यूलोज तैयारी के लिए एक प्रक्रिया को अनुकूलित किया जा रहा है।



चित्र 6. सीएनसी की TEM छवि

B 02: Preparation of cellulose nanocrystals from broom grass

Broom grass (*Thysanolaena maxima*); a new natural fibre is extracted from the stems of the broom grass, collected from Assam. A brief introduction about the broom grass is outlined below. Thysanolaenamaxima belongs to the family of Poaceae. The vernacular names of broom grass are Jhadughas (Hindi), Amliso (Nepali), PhoolJhadu (Assamese), Bouquest grass, Tiger grass, Broom grass (English) and Cheepurugaddi (Telugu). It is mostly found in the slopes of hills, damp steep banks along ravines and on sandy banks of the rivers. It is distributed widely throughout the country up to an altitude of 2000 m. On an average 4-5 tussocks of broom grass can be found in the area of 10 m^2. The Annual National Production of broom grass is 68410 quintals/year. Its inflorescence or flowering culms are used mainly for making broomsticks or brooms and the left out portion can be been used for the production of nanocellulose.

Production of cellulose nanocrystals from broom grass:

The α- cellulose obtained from broom grass was treated with different concentrations of H_2SO_4 (55-75 wt%), at different temperature range (40 - 60 °C) for different hydrolysis time periods (0.5 - 2 hr). The ratio of the obtained cellulose to liquor was 1:20 (%wt) . The hydrolyzed cellulose sample was washed several times with distilled water by centrifugation (8500 rpm & 15 mins) in order to remove the excess of sulphuric acid. The suspension was then dialyzed against distilled water until a constant pH was reached and finally the resulting suspension was sonicated using probe sonicator (Sonics Vibra cell) to correctly disperse suspended nanocrystals and then freeze dried.

The CNC so prepared has a particle size in the range of 5 –11 nm as predicted by TEM and is shown below (Fig. 6).

Salient Achievements

- A process is being optimized for nanocellulose preparation from broom grass obtained from broom grass.

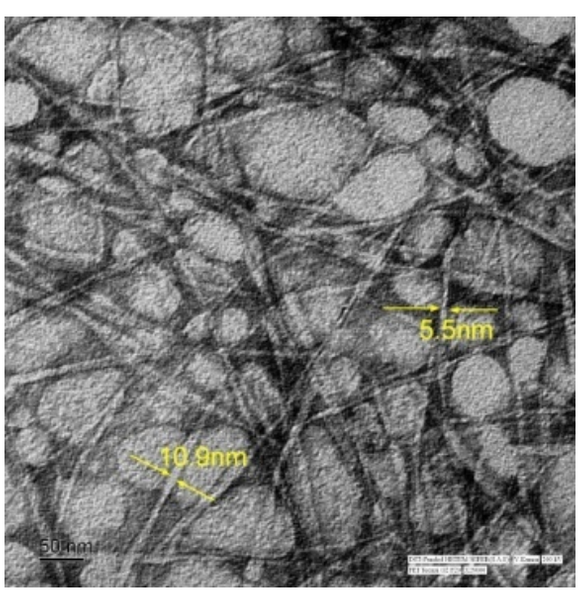


Figure 6. TEM image of CNC

ब 03. कृषि अवशेष-चावल के भूसे का मूल्य वर्धित रसायन और उनके डेरिवेटिव में विघटन

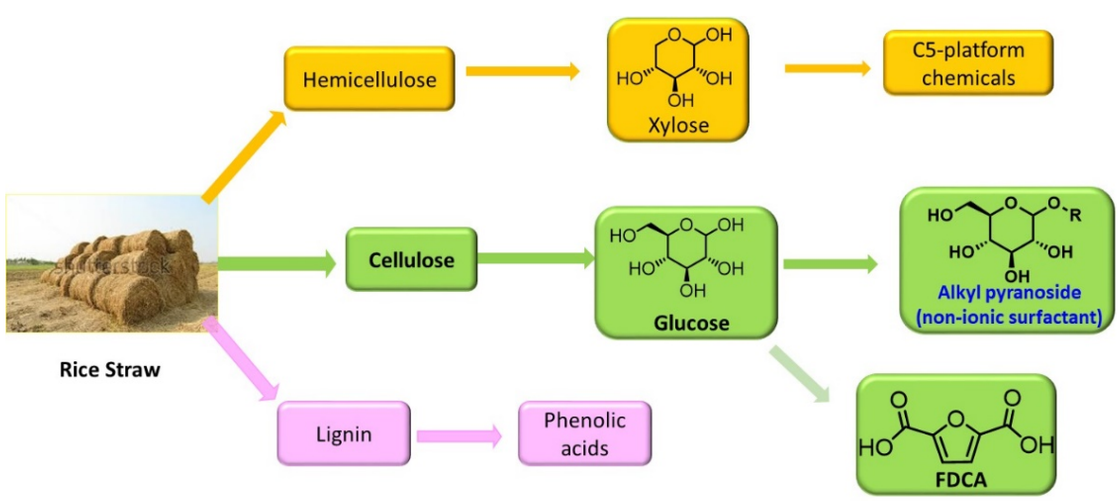
लिग्नोसेल्यूलोसिक बायोमास का कुशल विघटन और तीन प्रमुख घटक जैसे सेल्यूलोज, हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन का अलगाव, जैव-प्रौद्योगिकी में सबसे बड़ी चुनौती है। लिग्निन जोकि एक विषमलैंगिक रसायन है, पुनरावर्ती प्रकृति के कारण उसका चयनात्मक परिवर्तन आम तौर पर पेचीदा है। दूसरी ओर, सेल्यूलोज और हेमीसेल्यूलोस का उच्च मूल्य रसायन और ईंधन मे रूपांतरण आशाजनक हैं जो कि पेट्रोलियम-आधारित रसायन को बदलने की क्षमता रखता है। इसके अंतर्गत, अगले पांच वर्षों में कृषि अवशेष जैसे चावल का भूसा, कॉर्नकोब, आम के बीज को संभावित जैवउपकरणों जैसे कि एल्काइल पायरानोसाइड्स (बायोसर्फैक्टेंट्स) पर अनुसंधान केंद्रित किया जाएगा (चित्र 7)।

2014 में सर्फेक्टेंट का वैश्विक बाजार 30.64 बिलियन अमरीकी डॉलर होने का अनुमान है, जिसमें भारत का योगदान 2.64 बिलियन अमरीकी डालर है, जो वैश्विक बाजार का 8.5% है, और कुल वैश्विक बाजार के साथ प्रति वर्ष 17,500 किलो टन उत्पादन की मात्रा है। सर्फेक्टेंट चार तरह होते हैं जैसे अनायनिक, कटाइनिक, ज्वीटर आयनिक और गैर-आयनिक सर्फेक्टेंट। इन चार प्रकार के सर्फेक्टेंट में से , नॉन-आयनिक सर्फेक्टेंट के अच्छे फायदे हैं क्योंकि वे पानी में आयनित नहीं होते हैं जिसके परिणामस्वरूप वे पानी में अन्य जटिल मिश्रण के साथ संगतता बनाते हैं और वे इलेक्ट्रोलाइट्स के प्रति कम संवेदनशील हैं, जो उन्हें उच्च या कठोर लवणता प्रकृति के पानी में उपयोग करने के लिए बेहतर बनाता है। एक आवश्यक लाभ यह हैं कि इस सर्फेक्टेंट में कम विषाक्तता है। सर्फेक्टेंट की एक विस्तृत श्रृंखला है, सौंदर्य प्रसाधन में, डिटर्जेंट, दवा फैलाने वाले एजेंट, भोजन के रूप में पायसीकारी, पेय, क्लीनर, योजक, पेंट और कोटिंग्स आदि।

अनुसंधान प्रगति

i) चावल के भूसे से सिलिका-हटा हुआ सेल्यूलोज

एक्सट्रैक्टिव फ्री चावल के भूसे को ऑर्गनॉसोल प्रिटरीटमैंट के माध्यम से विभिन्न आर्गनिक एसिड के साथ इथेनॉल-पानी के मिश्रण में मिलाया गया जिसके परिणाम चित्र 8 प्रस्तुत किए गए हैं। लैक्टिक एसिड, लेवुलिनिक एसिड, फॉर्मिक एसिड, एसिटिक एसिड और ऑक्सालिक एसिड उत्प्रेरक के रूप में कार्यरत हैं। इनमे से लैक्टिक एसिड को चावल के भूसे में मौजूद प्रमुख घटकों के अलगाव में कुशल पाया गया, जिसमे 49.3% सिलिका युक्त सेल्यूलोज, 28% हेमीसेल्यूलोस और 6% लिग्निन हैं। लेवुलिनिक एसिड से भी जब चावल के भूसे का इलाज किया गया तो 51% सेलूलोज़ प्लस सिलिका मिला।



चित्र 7. संभावित रसायनों को चावल के भूसे का भंडारण करने का योजनाबद्ध प्रतिनिधित्व

B 03. Disintegration of agro residue-rice straw- into value-added chemicals and their derivatives

Efficient disintegration of lignocellulosic biomass and isolation of three major constituents, such as cellulose, hemicellulose and lignin is one of the biggest challenges in the biorefinery. As lignin is a heteropolymer with recalcitrant nature, the selective transformation of lignin into potential targeted chemicals is intriguing but generally challenging. On the other hand, conversion of cellulose and hemicellulose to high-value chemicals and fuels are promising, as they have the potential to replace petroleum-based chemicals. In connection with this, the major research focus for next one to five years would, therefore, be an efficient utilization of secondary agricultural residues such as rice straw, corncob, mango seed into potential bioproducts, such as alkyl pyranosides (biosurfactants) (Fig. 7).

The global market size of surfactant is estimated to be USD 30.64 billion in 2014, of which India contributes USD 2.64 billion, 8.5% of the global market, with a total global market volume of 17,500 kilo tons production per year. There are four different surfactants viz. anionic, cationic, zwitterionic and non-ionic surfactants. Over these four types of surfactants, non-ionic surfactants have good advantages as they do not ionize in water, resulting in making their compatibility with other complex mixtures in water, and they are less sensitive to electrolytes which makes to use in water having a high or hard salinity nature. One of the essential advantages of this surfactants is having a low toxicity. Surfactants have a wide range of applications in cosmetics, detergents, pharmaceutical dispersing agents, food as emulsifiers, beverages, cleaner, additives, paints and coatings.

Research Progress

i) Silica-removed cellulose from rice straw

The extractives removed rice straw was subjected to organosolv pretreatment with various organic acid catalysts in the ethanol-water mixture, and the results are presented in Fig. 8. Lactic acid, levulinic acid, formic acid, acetic acid and oxalic acid are employed as catalysts. Lactic acid was found to be efficient for the major components present in the rice straw, yielding 49.3% silica-intertwined cellulose and 28% hemicellulose and 6% lignin. Levulinic acid treated rice straw also yielded 51% cellulose plus silica.

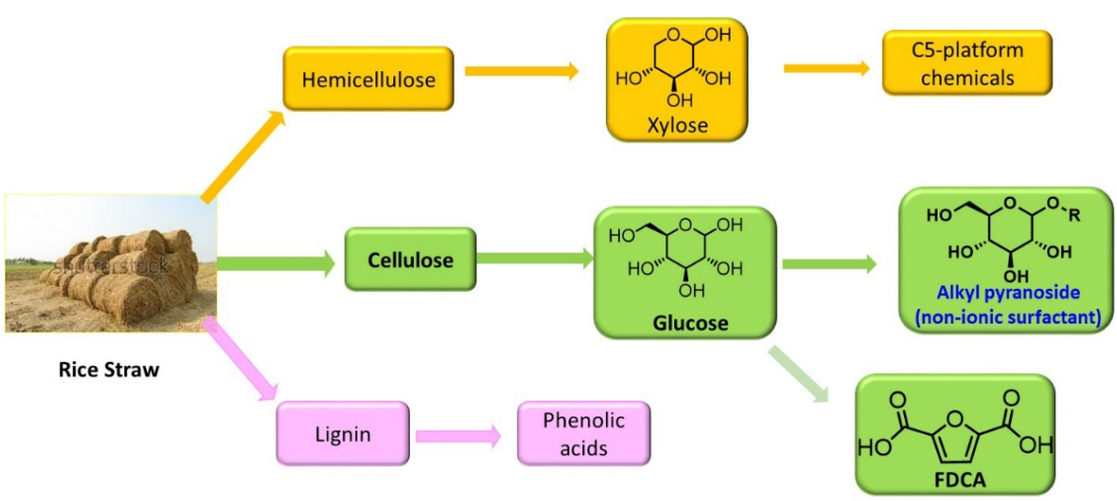
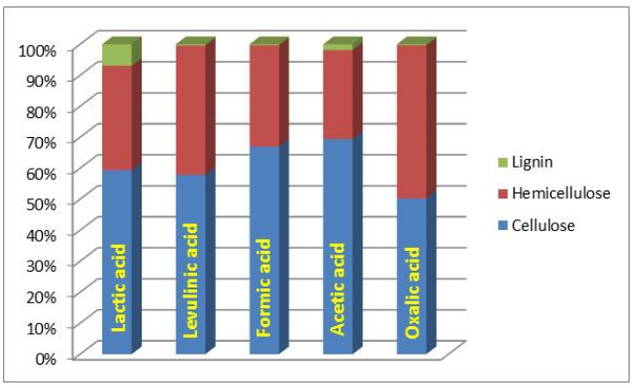


Figure 7. Schematic representation of valorising rice straw to potential chemicals

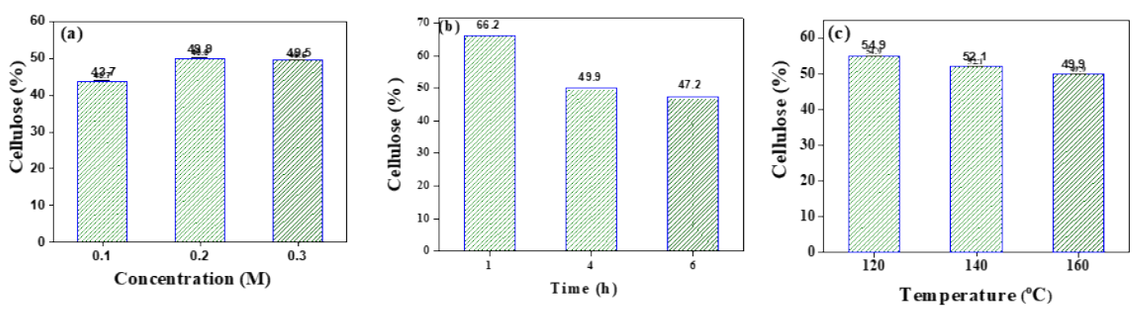


चित्र 8. विभिन्न कार्बनिक एसिड के साथ चावल के भूसे का प्रिटरीटमैंट (चावल का भूसा: 500 mg; कार्बनिक एसिड: 0.1 M; इथेनॉल: कार्बनिक अम्ल = 7.5: 7.5 ml; 160 ºC; 4 h

यह ज्ञात है कि एसिड का pKa जितना कम होगा ब्रोंस्टेड एसिड की ताकत उतनी ज्यादा होगी, यह प्रोटोन छोड़ने की क्षमता का संकेत देता है , जो चावल के भूसे का विघटन करने में सक्षम है। इस सम्बन्ध में ऑक्सेलिक एसिड का pKa लैक्टिक एसिड से कम है , जो यह दर्शाता है की ऑक्सेलिक एसिड आसानी से घोल में अपना प्रोटोन दान करके विघटन को अनुग्रह करता है। हालांकि, लैक्टिक एसिड सिलिका-अंतर्निर्मित सेल्युलोज, हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन की अनुरूप मात्रा प्रदान करता है जिससे यह पता चलता है कि इन परिस्थितियों में मध्यम pKa मूल्य रखना उचित होगा। इसके अतिरिक्त, लैक्टिक एसिड में एक हाइड्रॉक्सिल समूह होता है जो लैक्टिक और चावल के भूसे के बीच हाइड्रोजन बांडिंग बनाता है और अन्य एसिड की तुलना में विघटर में सूधार लाता है। इसके इलावा इस उपचार के परिणाम स्वरूप हेमीसेल्यूलोस (26.04%) और लिग्निन (7.2%) विमुक्त हुआ।

अन्य मापदंडों का प्रभाव जैसे एकाग्रता, समय और तापमान का अध्ययन किया गया था, और उनका परिणाम चित्र 9 में सचित्र हैं। चित्र 9A बताता है कि लैक्टिक एसिड की एकाग्रता में 0.1 से 0.2 M वृद्धि से सिलिका-इंटरवेटेड की उपज सेलूलोज़ 44% से बढ़कर 49.9% हो गया और फिर बढ़ते समय थोड़ा घटकर 49.5% रह गया जब लैक्टिक एसिड की एकाग्रता 0.3M बडी जिससे पूर्व उपचार में आर्गेनिक एसिड एक उत्प्रेरक की भूमिका के संकेत का पता चलता है। समय का प्रभाव यह संकेत देता है कि पूर्व उपचार के 1h के बाद, सिलिका-इंटरवेटेड सेलुलोज काफी अधिक था (66.2%) जो NREL प्रक्रिया के अनुसार सेल्यूलोज और सिलिका की कुल सामग्री से अधिक है (प्लस राख), जिससे हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन भागों का सेल्यूलोज के साथ जुड़े होने का संकेत मिलता है। सिलिका-इंटरवेटेड सेलूलोज़ (50%) उचित मात्रा में होने के लिए आवश्यक है कि उपचार का समय (चित्र 9 B) 4 घंटे था क्यूंकि सेल्यूलोज सामग्री के संदर्भ में 6 घंटे के बाद कोई उल्लेखनीय वृद्धि नहीं थी। सेलूलोज़ रिकवरी में 120 और 140 डिग्री पर कोई बदलाव नहीं देखा गया इसलिए 160 डिग्री ही सेलूलोज़ रिकवरी के लिए अनुकूलतम है।

चावल के भूसे की जटिल संरचना तथा बाहरी संरचना मुख्य रूप से सिलिका परत द्वारा कवर होने के कारन इसकी पुनर्गणना प्रकृति होती है, इस प्रकार सिलिका हटाने पर जोर देना अत्यावश्यक है। यह ज्ञात है कि डीसिलिकेशन प्रक्रियाओं की लिए बेसेस में काम किया जा सकता है। अर्क रहित चावल को शुरू में विभिन्न बेसेस के साथ इलाज किया गया था, जैसे सोडियम हाइड्रोक्साइड, सोडियम बाई कारबोनेट, सोडियम कार्बोनेट और यूरिया के रूप



चित्र 9. सेलूलोज़ की उपज कंसंट्रेशन (ए), समय (बी), तापमान (सी) के रूप में। सेलुलोज की गणना नमूनों के ओवन-सूखे वजन पर आधारित है।

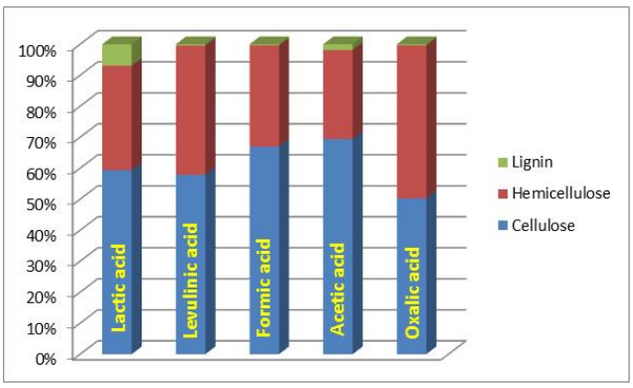


Figure 8. Rice straw pretreatment with various organic acids (Rice straw: 500 mg; organic acid: 0.1 M; Ethanol: Organic acid = 7.5:7.5 ml; 160 ºC ; 4 h

It is known that the lower the pKa of acid the higher the strength of the Bronsted acid, suggesting that more ready to give up the protons which can facilitate the disintegration of major components in rice straw during the organosolv treatment. With regard to this, oxalic acid has lower pKa value than lactic acid, inferring that oxalic acid can readily donate protons into the solution and favour disintegration. However, lactic acid afforded optimum yields of silica-intertwined cellulose, hemicellulose and lignin, suggesting having moderate pKa value would be appropriate under these conditions. In addition to this, lactic acid has a hydroxyl group which could facilitate the hydrogen bonding network between lactic acid and hydroxyl moiety present in rice straw and thus improving the disintegration compared to other acids employed in this study. Moreover, this treatment resulted in the liberation of hemicellulosic (26.04%) and lignin (7.2 %).

The influence of other parameters such as the concentration, time and temperature was studied, and the results are illustrated in Fig. 9. Figure 9a shows as the concentration of lactic acid increased from 0.1 to 0.2 M, the yield of silica-intertwined cellulose increased from 44 to 49% and then slightly decreased to 49.5% when increasing the concentration of lactic acid further to 0.3M, indicating the role of organic acid as a catalyst during the pretreatment. The influence of time indicated that after 1h pretreatment, the silica-intertwined cellulose was quite high (66.2%) which exceeds the total content of cellulose and silica (plus ash) according to NREL procedure, indicating hemicellulose and lignin parts might still be intact with cellulose. The treatment time required for having an appropriate amount of silica-intertwined cellulose (50%) (Fig. 9b) was 4 h as no notable rise in terms of cellulose content was observed for 6 h pretreatment. The optimum cellulose recovery was achieved at 160°C and no significant changes were observed at 120 and 140 °C (Fig. 9c).

The rice straw possesses recalcitrant nature due to its complex structure as its outer surface was predominantly covered by silica layer; thus emphasising the removal of silica is imperative. It is known that bases can be employed in the desilication processes. The extractive-free rice straw was initially treated with various bases, such as NaOH, $NaHCO_3$, Na_2CO_3 and urea, and the

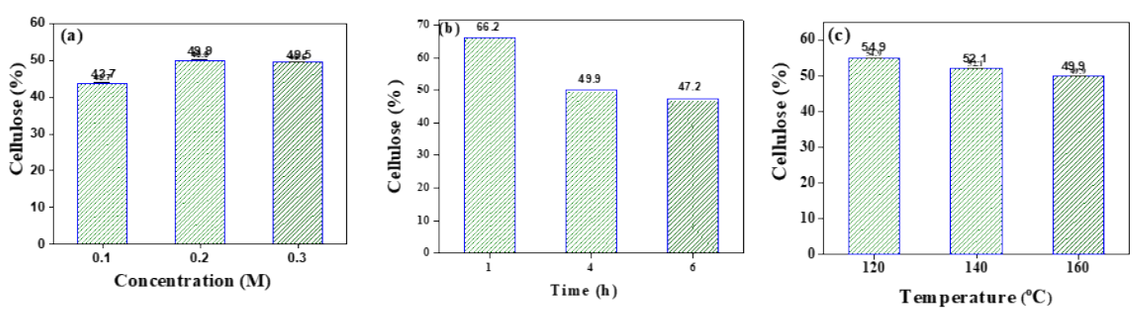


Figure 9. Cellulose yield as a function of concentration(a), time (b), temperature (c). The amount of cellulose was calculated based on oven-dried weight

तालिका 2. चावल के भूसे पर सिलिका हटाने के लिए विभिन्न आधारों का प्रभाव

S.No.	Base	Solid recovered (%)	Ash content (%)*
1.	Untreated rice straw	--	11.3
2.	Na_2CO_3	74.4	4.9
3.	$NaHCO_3$	67.9	5.6
4.	Urea	67.9	6.5
5.	NaOH	69.8	2.8

एक्सट्रैक्टिव फ्री रचना (अर्क 2.5% में कमी)। प्रतिक्रिया की स्थिति: चावल का भूसा 100 mg; सान्द्र। 0. 07M; तापमान 70 °C; समय 4 घंटे। * कैल्सिनेशन के बाद बरामद सैंपल। गणना नमूनों के ओवन-सूखे वजन पर आधारित है।

में, और परिणाम तालिका 2 में प्रस्तुत किए गए हैं। बेसेस के बीच नियोजित,बिना किसी प्रमुख पतन के 70 डिग्री पर 4 घण्टे तक चावल के भूसे से सिलिका निकालने में NaOH (0.07M) सक्षम पाया गया, जिसमें शक्कर के तरल नमूने की पुष्टि एचपीएलसी के अधीन तथा लिग्निन के लिए UV-Vis स्पेक्ट्रोस्कोपी करते है। उपचार के बाद, ठोस अवशेषों से बना सेलुलोज, हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन को 575 डिग्री पर 24 घंटो के लिए शांत किया गया, और बचा हुआ पूर्व प्रमुख ऐश सिलिका के बेस उपचार से निकलने को दर्शाता है। अन्य बेसेस के साथ उपचार जैसे सोडियम कार्बोनेट, सोडियम बाइकार्बोनेट और यूरिया, सिलिका की कम घुलनशीलता होना, चावल के भूसे के साथ सिलिका का होने को दर्शाता है। यह तथ्य ज्ञात है कि अन्य आधारों की तुलना NaOH कुशलतापूर्वक चावल के भूसे की सतह पर सिलिका के साथ अभिक्रिया होती है तथा सोडियम सिलिकेट बनता है।

जैसा की ज्ञात है कि बेस एक्स्ट्रेक्टिव चावल के भूसे से सिलिका को निकालने के लिए प्रभावी रूप से प्रभावित करता है (वाइएड सुप्रा) से , आगे के प्रयोग पर आधार उपचार ऑर्गनॉसोलव उपचार लगाने कि बाद लागू किये गए है। चावल के भूसे का इलाज (एक्स्ट्रेक्टिव-फ्री) क्षारीय बेस (NaOH) के साथ बाद में ऑर्गनॉसोलव विधि न केवल सिलिका निकलता है , साथ में महत्वपूर्ण कार्बोहायड्रेट और लिग्निन कि मात्रा भी घटती है। इस प्रकार, सेल्यूलोज, हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन की गिरावट को कम करने के लिए यह मूल्य है कि ऑर्गोसोल्व पूर्व उपचार के बाद बेसेस उपचार किया जाये जिसके परिणाम तालिका 3 में प्रस्तुत किए गए हैं। NREL के अनुसार प्रक्रिया, देसी चावल के भूसे में 36.7% सेल्युलोज, 13.3% हेमीसेल्यूलोस, 15.8% लिग्निन और 11.3% राख प्लस सिलिका है।

जैसा कि पहले उल्लेख किया गया है, हेमीसेल्यूलोस सामग्री मध्यम रूप से कम पाई गई है। चावल के भूसे का उपचार NaOH के साथ किया जाता है, ऑर्गनॉसोलव दृष्टिकोण (इथेनॉल-पानी के मिश्रण के रूप में और लैक्टिक एसिड एक उत्प्रेरक के रूप में) 28.3% सेल्यूलोज, 16.4% हेमीसेल्यूलोस, 2.5 लिग्निन और 6.0% राख मिलता है। दिलचस्प है, यदि सिलिका का अलगाव दूसरे तरीके से किया जाता है जैसी कि ऑर्गोसोलव प्रेट्रमेंट और उसके बाद क्षारीय

तालिका 3. चावल के भूसे पर पूर्व और बाद के क्षारीय उपचार का प्रभाव

Treatment	Cellulose(%)	Hemicellulose(%)	Lignin(%)	Ash+silica (%)
Native Rice straw	36.7	13.3	15.8	11.3
NaOH treatment + Organosolv	28.3	16.4	02.5	06.0
Organosolv + NaOH treatment	36.6	26.1	07.2	05.9

तिक्रिया की स्थिति: चावल का भूसा 500 mg (एक्सट्रैक्टिव फ्री)। अर्क 2.5% की हानि।

Table 2. Effect of different bases for silica removal on rice straw

S.No.	Base	Solid recovered (%)	Ash content (%)*
1.	Untreated rice straw	--	11.3
2.	Na_2CO_3	74.4	4.9
3.	$NaHCO_3$	67.9	5.6
4.	Urea	67.9	6.5
5.	NaOH	69.8	2.8

Extractive free composition. (Loss in Extractive 2.5%). Reaction Condition: Rice straw 100 mg; Conc. 0. 07M; Temp. 70 ºC; Time 4 h. * Sample recovered after calcination.
Calculations are based on the oven-dried weight of the samples.

results are presented in Table 2. Among the bases employed, NaOH (0.07M) was found to be efficiently removing silica from rice straw without compromising degradation of its major components at 70 °C for 4 h, as confirmed by subjecting the supernatant liquid samples to HPLC for sugars and UV-Visible spectroscopy for lignin. After the treatment, solid residue composed of cellulose, hemicellulose and lignin was calcined at 575°C for 24 h and the leftover was predominantly ash, suggesting the efficient removal of silica by the base treatment. The treatment with other bases, such as sodium carbonate, sodium bicarbonate and urea, showed a small amount of silica remained intact with rice straw which might be due to lower silica solubility. It is known that NaOH can efficiently react with silica on the surface of rice straw to form sodium silicate compared to other bases to form their corresponding salt.

As the base treatment effectively influenced the removal of silica from extractive rice straw (vide supra), further experiments have been performed by applying the base treatment after the organosolv pretreatment. Treating rice straw (extractive-free) with alkaline base (NaOH) followed by organosolv method led not only to removal of silica but also a significant loss in carbohydrate and lignin contents. Thus, it is worth performing organosolv pretreatment followed by base treatment to alleviate the degradation of cellulose, hemicellulose and lignin, and the results are presented in Table 3. According to the NREL procedure, native rice straw possessed 36.7% cellulose, 13.3% hemicellulose, 15.8% lignin and 11.3% ash plus silica. As mentioned before, the hemicellulose content was found to be moderately low.

Treating rice straw with NaOH followed by organosolv approach (ethanol-water mixture as the solvent and lactic acid as a catalyst) afforded 28.3% cellulose, 16.4% hemicellulose, 2.5 lignin and 6.0% ash. Interestingly, the silica removal was performed by the other way around, that is,

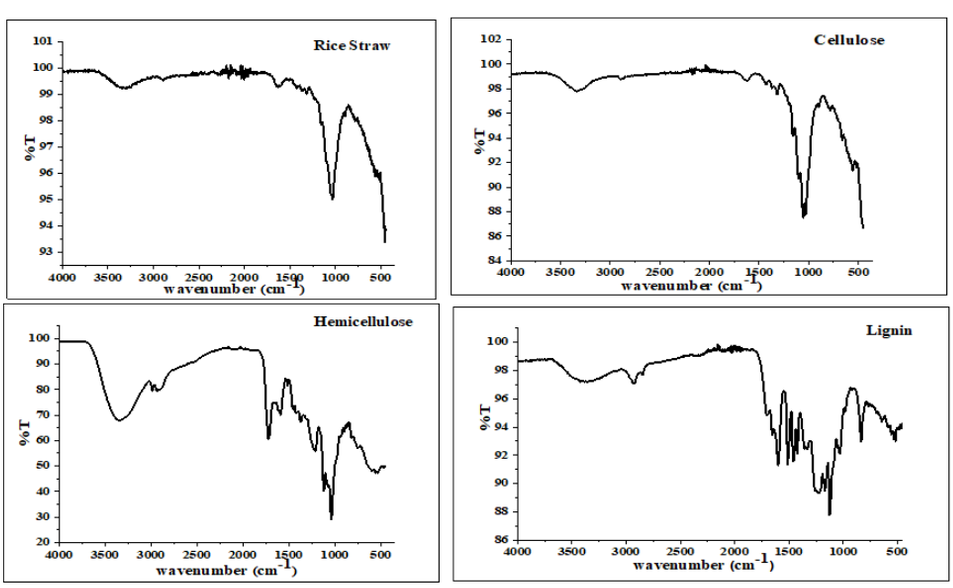
Table 3. Effect of pre and post alkaline treatment on rice straw

Treatment	Cellulose(%)	Hemicellulose(%)	Lignin(%)	Ash+silica (%)
Native Rice straw	36.7	13.3	15.8	11.3
NaOH treatment + Organosolv	28.3	16.4	02.5	06.0
Organosolv + NaOH treatment	36.6	26.1	07.2	05.9

Reaction Condition: Rice straw 500 mg (extractive free). Loss of extractive 2.5%

उपचार, 36.6% सेल्यूलोज, 26% हेमीसेल्यूलोस, 7.2% लिग्निन और 5.9% राख मिलता हैं, यह दृष्टिकोण सेलूलोज़ की गिरावट (36.6%) अंततः कम होने को दर्शाता है जो NREL का उपयोग करके प्राप्त सेलूलोज़ सामग्री के करीब है। यदि बेस का इस्तेमाल दूसरे चरण के दौरान किया जाता हैं तो हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन की मात्रा में सुधार हुआ हैं साथ ही सेलूलोज़ की गिरावट भी काम हुई हैं। इसलिए, यह दृष्टिकोण चावल के भूसा का विघटन पूर्व क्षारीय उपचार की तुलना में अधिक उपयुक्त पाया गया।

चावल के भूसे और इसके व्युत्पन्न नमूनों के संरचनात्मक परिवर्तनों पर पूर्व और बाद के उपचार के प्रभाव को FTIR में विश्लेषण किया गया था ताकि उपचार की दक्षता (चित्र 10) को समझा जा सके। चावल का भूसा मुख्य रूप से सेल्यूलोज, हेमीसेल्यूलोस, लिग्निन और सिलिका से बना होता है, इसमें विभिन्न कार्यात्मक समूह (-OH, -C = O, -CHO, C = C-, Ar, आदि) होते हैं, जिन्हें FTIR विश्लेषण में मॉनिटर किया जा सकता है। चित्र 10 देशी चावल के भूसे से अलग सेल्यूलोज, हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन के स्पेक्ट्रा को दिखाता है और विशेष चोटियों को उनके अलगाव की पुष्टि करने के लिए सौंपा गया है। एक ब्रॉडबैंड 3200-3400 सेमी$^{-1}$ और 2900 सेमी क्रमशः सेलुलोज के O-H और C-H स्ट्रेचिंग को सौंपा गया था। यह ज्ञात है कि सेल्युलोज में ग्लूकोज इकाइयां एक 1,4 ग्लाइकोसिडिक लिंकेज द्वारा जुड़ी हुई हैं, और क्रमशः C-H और C-O-C बैंड की समान विशेषता चोटियों को -1902 और 1157 सेमी$^{-1}$ पर देखा गया था। 1057 सेमी$^{-1}$ पर दिखाई देने वाली चोटी को सेल्युस में द्वितीयक अल्कोहल और ईथर के साथ -C-O- समूह के साथ जोड़ा जा सकता है। हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन अंशों के मामलों में, 1720 सेमी$^{-1}$ की चोटी देखी गई और इसे C=O स्ट्रेचिंग के रूप में देखा जा सकता है। 2900 सेमी$^{-1}$ पर अवशोषण हेमीसेल्यूलोस और लिग्निन के C-H स्ट्रेचिंग को सौंपा जा सकता है। चूंकि हेमीसेल्यूलोस का पानी के लिए अधिक आकर्षण है, इसलिए 1639 सेमी$^{-1}$ पर एक निर्दिष्ट पीक दिखाया गया है। हेमीसेल्यूलोस मुख्य रूप से जाइलोस से बना है और इसलिए 1040 सेंटीमीटर$^{-1}$ पर पीक दिखाया गया है OH समूह के आंशिक एसिटिलीकरण के कारण, C-H एस्टर चोटी 1373 सेमी$^{-1}$ पर हेमीसेल्यूलोस में दिखाई दी। अन्य घटकों से लिग्निन के पृथक्करण की पुष्टि 1507 सेंटीमीटर$^{-1}$ में पीक की उपस्थिति से हुई, जिससे C = C एरोमैटिक कंकाल कंपन क्षेत्र में देखा जा सकता है, जो सेल्यूलोज और हेमीसेल्यूलोस के मामलों में अनुपस्थित है।



चित्र 10. चावल के भूसे (चावल के भूसे, सेलूलोज़, हेमीसेलुलोज़, लिग्निन) से पृथक घटकों के लिए FTIR स्पेक्ट्रा

organosolv pretreatment followed by base treatment, gave 36.6% cellulose, 26.1% hemicellulose, 7.2% lignin and 5.9% ash, inferring that this approach ultimately lessening the degradation of cellulose (36.6%) which is close to the cellulose content obtained using NREL procedure. Also, the recovered amount of hemicellulose and lignin improved, inferring using base during the second step could altogether avoid the degradation of cellulose; thus enhancing its content. Hence, this approach was found to be more suitable in comparison to pre alkaline treatment for the disintegration of native rice straw.

The effect of pre and post treatment on the structural changes of rice straw and its derivative samples was analyzed in FTIR to understand the efficiency of the treatment (Fig. 10). As rice straw predominantly composed of cellulose, hemicelluloses, lignin and silica, it contains various functional groups (-OH, -C=O, -CHO, -C=C-, Ar, etc.) which can be monitored in FTIR analysis. Figure 10 shows the spectra of isolated cellulose, hemicelluloses and lignin from native rice straw and characteristic peaks assigned to a particular group to confirm their separation. A broadband at 3200-3400 cm^{-1} and 2900 cm^{-1} were assigned to O-H and C-H stretching of cellulose, respectively. It is known that glucose units in cellulose are connected by α-1,4 glycosidic linkage, and the corresponding characteristic peaks of C-H and C-O-C band at 902 and 1157 cm^{-1}, respectively, was observed. The peak appeared at 1057 cm^{-1} can be ascribed to the secondary alcohol and ether in cellulose with –C-O- group. In the cases of hemicelluloses and lignin fractions, a peak at 1720 cm^{-1} was observed and can be ascribed to–C=O stretching. The absorption at 2900 cm^{-1} can be assigned to -CH stretching of hemicellulose and lignin moieties. Since hemicelluloses have a greater attraction for water, hence showed a specified peak at 1639 cm^{-1}. As hemicelluloses is composed of mainly xylose and the corresponding absorption peak can be observed at 1040 cm^{-1}. Due to the partial acetylation of OH group, C-H-ester peak showed at 1373 cm^{-1} in hemicelluloses. The separation of lignin from other components was confirmed by the appearance of pa eak at 1507 cm^{-1} which can be ascribed to C=C aromatic skeleton vibration region, which is absence in the cases of cellulose and hemicelluloses. A band at 1420 cm^{-1} can be assigned to C-H deformation, that is, methyl,

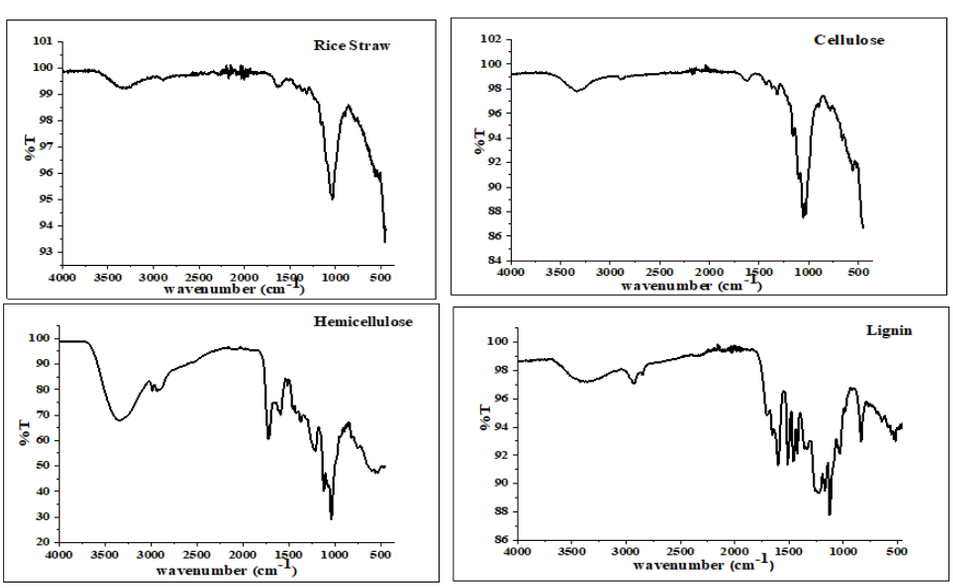
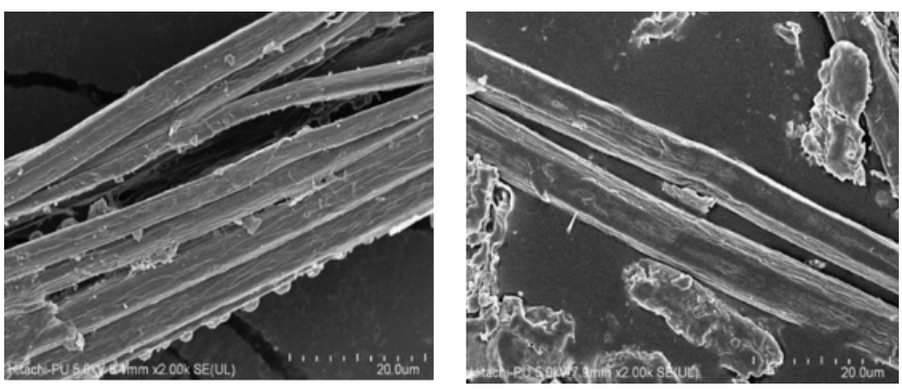


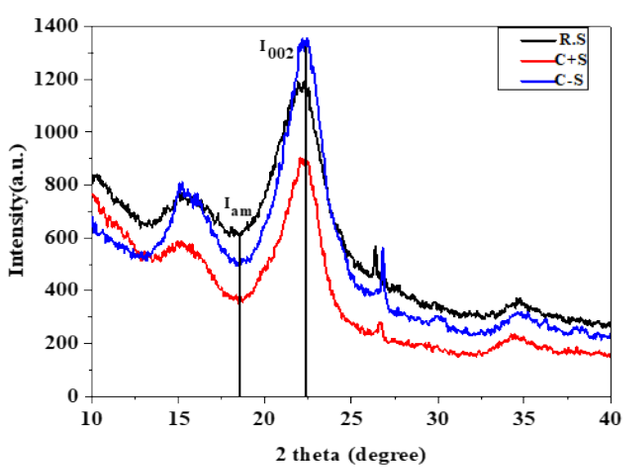
Figure 10. FT-IR spectra for isolated components from rice straw (rice straw, Cellulose, Hemicellulose, Lignin)

1420 सेमी$^{-1}$ पर एक बैंड को C-H विरूपण, यानी मिथाइल मेथोक्सी को सौंपा जा सकता है। मुख्य रूप से लिग्निन में सीरिंजिल (C-O), गुआइकाइल (C-O Aryl) ग्रुप होते हैं जिसकी पीक 1328 और 1268 सेमी$^{-1}$ पर दिखती हैं । ऑर्गोसोलव प्रीट्रीटमेंट से अलग हुई सिलिका युक्त सेल्यूलोस तथा सोडियम हयड्रोक्सीड के उपचार के बाद मिली हुई सिलिका मुक्त सेल्यूलोस की SEM छवियां चित्र 11 में दिखाई गयी हैं। चावल के भूसे तथा सेल्यूलोस के नमूने XRD पैटर्न (चित्र 12) में दिखाए गए हैं। सेलूलोज़ का क्रिस्टलीयता सूचकांक (CrI) XRD पैटर्न से समीकरण A का उपयोग कर मूल्यांकन किया गया (नीचे दिया गया है), जहां CrI की ऊंचाई अनुपात है कुल मात्रा के लिए क्रिस्टलीय सेलूलोज़ राशि। ऑर्गोसोलव के बाद सेलुलोज का CrI 47% (चावल का भूसा) से 59.4% तक बढ़ा जो की सोडियम हयड्रोक्सीड के उपचार के बाद 61.8% (तालिका 4) तक बढ़ गया। इसका कारण ऑर्गनॉसोलव की वजह से लिग्नोसेल्यूलोसिक के बीच की कड़ी का टूटना हो सकता है।



चित्र 11. SEM छविया- ऑर्गोसोलव प्रीट्रीटमेंट के बाद सिलिका-बरकरार सेलूलोज़ (बाएं) और सोडियम हयड्रोक्सीड से उपचार के बाद सिलिका-हटाए गए सेलूलोज (दाएं)

$$\text{CrI (\%)} = \left[\frac{I_{002} - I\text{am}}{I_{02}} \right] \text{x } 100 \quad \dashrightarrow \quad \text{A}$$



चित्र 12. XRD पैटर्न- अनुपचारित चावल की भूसी, सिलिका युक्त सेलूलोज़, सिलिका-हटा

methoxy group. Lignin is comprised of mainly syringyl (C-O), guaiacyl (C-O aryl group), the corresponding peaks appeared at 1328 and 1268 cm^{-1}. The SEM images of isolated silica-intact cellulose after organosolv pretreatment and silica-removed celluloseafter treating with NaOH are shown in Fig. 11. The XRD patterns for rice straw and cellulose samples are shown in Figure 12. Crystallinity index (CrI) of cellulose was evaluated from XRD patterns using equation A (given below), where CrI is the height ratio of crystalline cellulose amount to the total amount. The CrI of cellulose after the organosolv pretreatment increased to 59.4% from 47% (rice straw) which further increased to 61.8% (Table 3) for cellulose after the base treatment with NaOH for removing silica. This could be due to the organosolv pretreatment that facilitates to rupture the linkages between the lignocellulosic components.

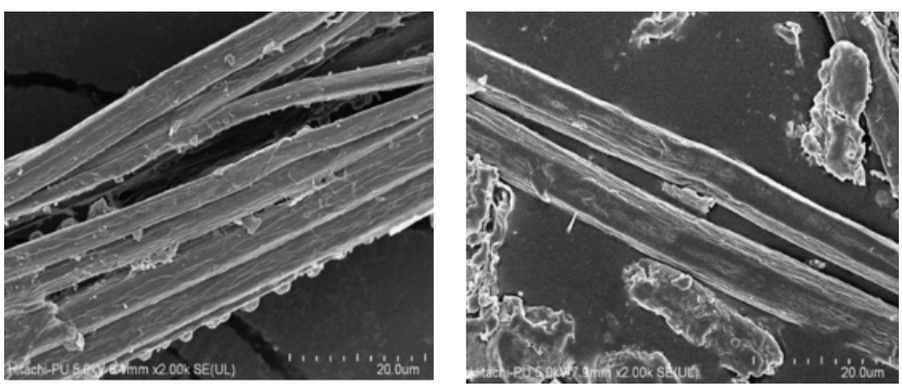
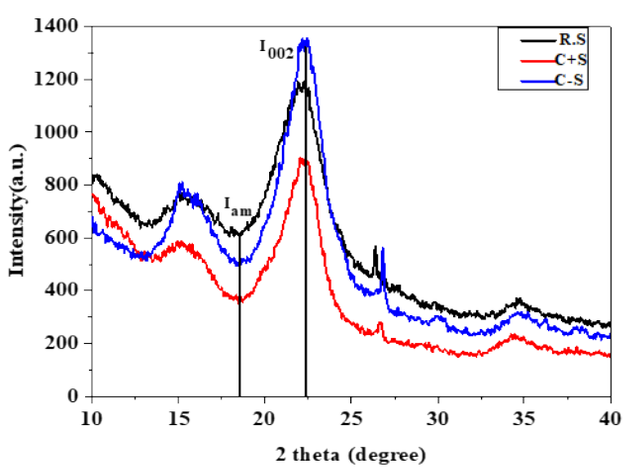


Figure 11. SEM images of silica-intact cellulose after organosolv pretreatment (left) and silica-removed cellulose after post-treatment with NaOH (right).



$$\text{CrI (\%)} = \left[\frac{I_{002} - I\text{am}}{I_{02}} \right] \times 100 \quad \dashrightarrow \quad \text{A}$$

Figure 12. X-ray diffraction pattern for untreated rice straw, cellulose + silica, silica-removed cellulose

तालिका 4. XRD विश्लेषण- अनुपचारित और उपचारित चावल के भूसे का CrI

Sample	Crystallinity Index (%)
Rice straw(R.S)	47.0
Cellulose with silica (C+S)	59.4
Silica-removed cellulose (C-S)	61.8

ii) सिलिका-हटा हुआ चावल का भूसा

क्षारीय उपचार से चावल के भूसे में महत्वपूर्ण नुकसान पाया गया। इस नुकसान से बचने के लिए रणनीतिक दृष्टिकोण से अमोनियम हाइड्रॉक्साइड सलूशन का उपयोग किया गया। चावल के भूसा को अमोनियम हाइड्रॉक्साइड के सलूशन के साथ मिलाया गया और विभिन्न प्रारंभिक pH, और परिणाम तालिका 5. में दिखाया गया है। यह देखा जा सकता है कि उपचार के बाद सिलिका की मात्रा में महत्वपूर्ण गिरावट आयी हैं। सतह पर तैरनेवाला तरल नमूने का एचपीएलसी और UV से विश्लेषण किया गया और पाया गया की शुगर एंड फ़ुरानिक्स की कोई भी पीक एचपीएलसी में नहीं दिखाई दी जिससे यह पुष्टि होती हैं कि कार्बोहाइड्रेट का कोई क्षरण नहीं हुआ है। हालांकि, दूसरी ओर, UV परिणाम से पता चला कि लिग्निन केवल 0.5 से 2% के बीच में लीच हुआ हैं। तापमान और पानी की सामग्री के प्रभाव का अध्ययन किया गया और परिणाम हैं तालिका 6 में दिखाया गया। इन परिणामों ने संकेत दिया कि पानी की अधिक मात्रा (80 ग्राम) के दौरान उपचार ने सिलिका हटाने में सुधार किया, कुल अवशेष सामग्री 15% (चावल का भूसा) से 8.8 wt% घट गई।

तालिका 5. अमोनियम हाइड्रॉक्साइड के साथ चावल के भूसे का उपचार

Entry	Silica:base[a]	Initial pH[b]	pH after[c]	Residue left (wt%)[d]
1	Rice straw after calcination			15
2	1:1	11.6	10.5	11.5
3	1:10	12.2	11.5	10.7
4	1:20	12.4	11.8	10.3

उपचार की स्थिति: 1 g चावल का भूसा; 20 g जलीय अमोनियम हाइड्रॉक्साइड सलूशन; 24 घंटे (वाटर बाथ शेकिंग); a सिलिका के 8% पर आधारित; b pH उपचार से पहले; c pH उपचार के बाद; d 24 घंटे के लिए 575 °C पर कैलसाइंड किया गया।

तालिका 6. चावल के भूसे के उपचार पर तापमान और विलायक सामग्री का प्रभाव

S.R	Wt % of base	Initial pH	pH after	Residue left (wt %)
1[a]	1:1	11.16	10.25	8.8
2[b]	1:1	11.02	10.19	8.5
3[c]	1:1	11.03	9.89	11.47

उपचार की स्थिति: 1g चावल का भूसा- जलीय अमोनियम हाइड्रॉक्साइड सलूशन, 24 h (वाटर बाथ शेकिंग), RT, [a]40 ग्राम पानी, [b]80 ग्राम पानी, [c]40 °C, 24 घंटे के लिए 575 °C पर कैलसाइंड किया गया।

Table 4. XRD analysis for CrI for untreated and treated rice straw

Sample	Crystallinity Index (%)
Rice straw(R.S)	47.0
Cellulose with silica (C+S)	59.4
Silica-removed cellulose (C-S)	61.8

ii) Silica-removed rice straw

As significant loss from rice straw with alkaline treatmentwas found, the strategic approach was changed to use ammonium hydroxide solution to remove silica from rice straw selectively. Rice straw was treated with ammonium hydroxide solution at various initial pH, and the results are shown in Table 5. It can be seen that there was a significant loss of silica after the treatment. The supernatant liquid samples were subjected to HPLC and UV analysis and found that no peaks for sugar and furanics appeared in the HPLC chromatogram, confirming that no degradation of carbohydrates took place. However, on the other hand, UV results revealed that only 0.5 to 2% of lignin leached into the solution. The influence of temperature and water content was studied and the results are shown in Table 6. These results indicated that having more amount of water (80 g) during the treatment improved the silica removal, the total residue content decreased from 15 (rice straw) to 8.8 wt%.

Table 5. Treatment of rice straw with ammonium hydroxide

Entry	Silica:base[a]	Initial pH[b]	pH after[c]	Residue left (wt%)[d]
1	Rice straw after calcination			15
2	1:1	11.6	10.5	11.5
3	1:10	12.2	11.5	10.7
4	1:20	12.4	11.8	10.3

Treatment conditions: 1g rice straw; 20g aqueous NH_4OH solution; 24 h (shaking water bath)a based on 8% of silica; bpH before the treatment; c pH after the treatment; dcalcined at 575 °C for 24 h.

Table 6. Influence of temperature and solvent content on the treatment of rice straw

S.R	Wt % of base	Initial pH	pH after	Residue left (wt %)
1[a]	1:1	11.16	10.25	8.8
2[b]	1:1	11.02	10.19	8.5
3[c]	1:1	11.03	9.89	11.47

Treatment conditions: 1g Rice straw- aq NH_4OH, 24 h (shaking water bath), RT, [a]40 g water,[b]80g of water, [c]40 °C, decalcined 575 °C for 24 h.

iii) एग्रो-अवशेषों से अल्काइल पाइरनोसाइड्स

अल्काइल पाइरोसाइड्स के उत्पादन से संबंधित प्रारंभिक अध्ययन में आम के बीज को नाइओबियम आधारित उत्प्रेरक और जलीय अम्लीय स्थिति में ऑक्टेनॉल के साथ किया गया परिणामों में बीटा-ओक्टिल ग्लूकोपीरोनोसाइड्स के गठन को एक महत्वपूर्ण मात्रा में प्राप्त किया गया हैं। आम के बीज या बीज से प्राप्त सेल्युलोज के प्रतिक्रिया मापदंडों के अनुकूलन का कार्य प्रगति पर हैं।

मुख्य उपलब्धियाँ

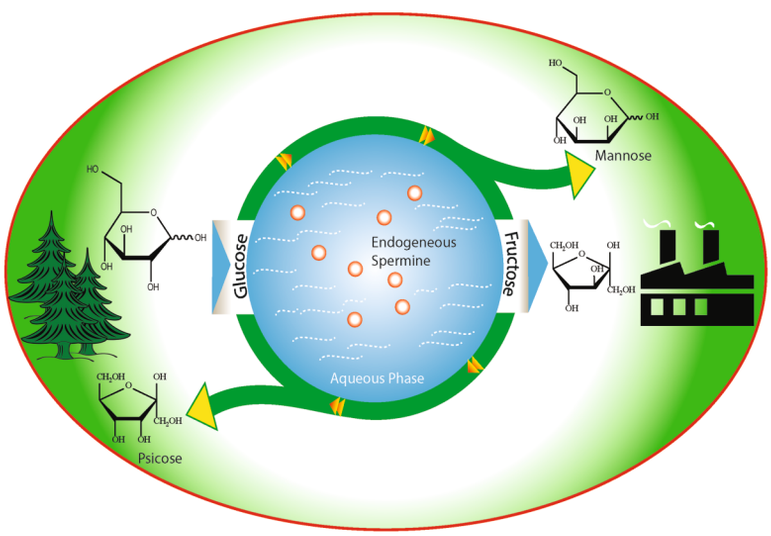
- दो-चरण दृष्टिकोण के माध्यम से अर्थात, ऑर्गोसोलव के बाद बेस उपचार से 36% सिलिका-हटा सेलूलोज़ प्राप्त किया गया।
- चावल के भूसे को अमोनियम हाइड्रॉक्साइड से उपचार करने पर सिलिका का महत्वपूर्ण निष्कासन दिखाया गया (> 40%)।
- प्रारंभिक अध्ययन में आम के बीज को नाइओबियम आधारित उत्प्रेरक के साथ ऑक्टानॉल में उपचार करने पर बीटा-ओक्टिल ग्लूकोपीरोनोसाइड्स की महत्वपूर्ण मात्रा प्राप्त की गयी हैं

ब 04: सजातीय उत्प्रेरक के माध्यम से लेवुलिनिक एसिड उत्पादन की ओर ग्लूकोज रूपांतरण

ग्लूकोज से फ्रुक्टोज आइसोमराइजेशन उच्च फ्रुक्टोज सिरप के उत्पादन के लिए खाद्य और पेय उद्योगों में एक महत्वपूर्ण प्रतिक्रिया है, उदाहरण के लिए, कम कैलोरी नाश्ता, कार्बोनेटी पेय पदार्थ, खेल और ऊर्जा पेय, बेक्ड खाद्य पदार्थ, कन्फेक्शन, आदि। दरअसल, हाल के वर्षों में, इस प्रतिक्रिया का महत्व लिग्नोसेलुलोस व्युत्पन्न शर्करा (ग्लूकोज) तरल जैव ईंधन और उच्च मूल्य मंच अणुओं संश्लेषण के लिए रूपांतरण के क्षेत्र में मान्यता प्राप्त है उदाहरण के लिए 5 - हयड्रोक्सयतिलफुराल, 2,5- एफडीसीडी एसिड और लेवुलिनीक एसिड, जहां फ्रुक्टोज प्रमुख मध्यवर्ती यौगिक के रूप में कार्य करता है, जो बाद में निर्जलीकरण प्रतिक्रियाओं के लिए ग्लूकोज की तुलना में अधिक प्रतिक्रिया है। इस अभिक्रिया का चुनौतीपूर्ण भाग अल्डोज तथा केटोस चीनी अणुओं दोनों के बीच उत्क्रमणीय अभिक्रिया अभिक्रियाओं के साथ ऊष्मागतिक संतुलन का अस्तित्व है।

अनुसंधान प्रगति

इस कार्य में, ग्लूकोज का एक समांगीय रूप से लेवुलिनिक अम्ल संश्लेषण की ओर फ्रुक्टोज में रूपांतरण किया गया था, जैसा कि चित्र 13 में दर्शाया गया है। अध्ययन से पता चलता है कि लुईस बेस उत्प्रेरक के रूप में पॉलिमाइन ग्लूकोज-टू-फ्रक्टोज आइसोमेराइजेशन प्रतिक्रिया कि क्षमता है और अनुक्रमिक निष्कर्षण के लिए अनुमति देता है। एकल-चरण में, हम 72% चयनात्मकता के साथ 30% फ्रुक्टोज उपज प्राप्त करने में सक्षम थे। जबकि, अनुक्रमिक निष्कर्षण रणनीति न्यूनतम निष्कर्षण रन के भीतर 76% चयनात्मकता के साथ 70% फ्रुक्टोज उपज के अधिकतम रूपांतरण को प्राप्त करने में सक्षम है जो साहित्य रिपोर्ट



चित्र 13. पॉलिमाइन की उपस्थिति में सजातीय उत्प्रेरक के माध्यम से लेवुलिनिक एसिड उत्पादन की ओर फ्रुक्टोज के लिए ग्लूकोज रूपांतरण के लिए प्रक्रिया का चित्रमय सार

iii) Alkyl pyranosides from agro-residues

The preliminary study related to the production of alkyl pyranosides was performed with mango seeds in octanol with niobium based catalysts in aqueous acidic conditions, and the obtained results showed the formation of beta-octyl glucopyranosides in a significant amount. The optimization of reaction parameters with mango seed or cellulose derived from mango seed is currently under progress.

Salient Achievements

- 36% of silica-removed cellulose was achieved via a two-step approach viz., organosolv retreatment followed by base treatment.
- Ammonium hydroxide treated rice straw showed significant removal of silica (>40%) from rice straw.
- A preliminary study on the transformation of mango-seed with niobium based catalyst in octanol showed a significant amount of beta-octyl glucopyranosides.

B 04: Glucose conversion towards levulinic acid production through homogeneous catalysis

Glucose-to-fructose isomerization is an important reaction in the food and beverage industries for the production of high fructose syrup to be used in preparation of variety of food products, for example, low-calorie snacks, carbonated beverages, sports and energy drinks, baked foods, confections, etc. Indeed, in recent years, the significance of this reaction is recognized in the field of lignocellulose derived sugars (glucose) conversion to liquid biofuels and high value platform molecules synthesis like 5-hydroxymethylfurfural, 2,5-furandicarboxylic acid and levulinic acid, where the fructose serves as the key intermediate compound, which has more reactivity than glucose for the subsequent dehydration reactions. The challenging part of this reaction is the existence of thermodynamic equilibrium between both aldose and ketose sugar molecules along with the reversible reaction characteristics.

Research Progress

In this work, a homogeneouslyconversionof glucose to fructose towards levulinic acid synthesis was conducted in the presence of polyamines, as depicted in Fig. 13. The study demonstrates that polyamines as Lewis base catalyst is potential in glucose-to-fructose isomerization reaction and allows for sequential extraction and isomerization. In a single-step, we were able to achieve a 30% fructose yield with 72% selectivity. Whereas, the

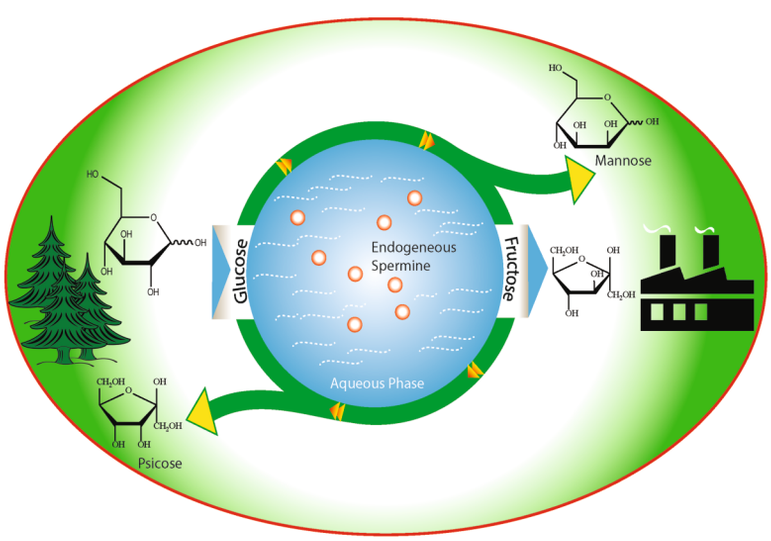
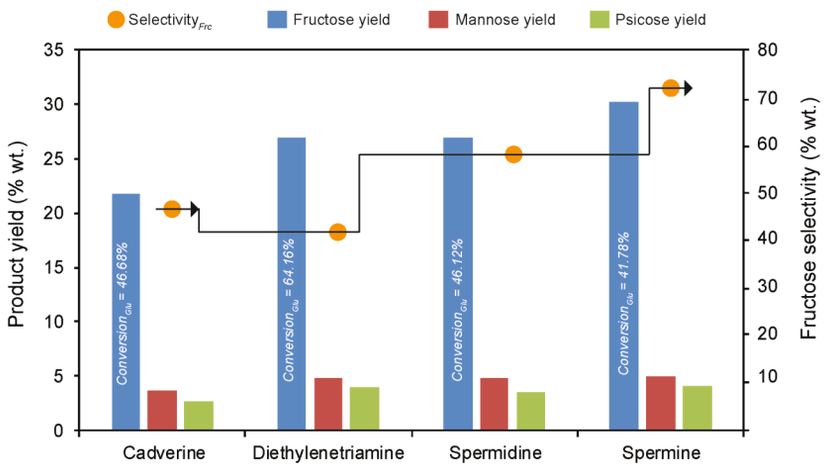


Figure 13. Graphical abstract of the process for glucose conversion to fructose towards levulinic acid production via homogeneous catalysis in the presence of polyamines

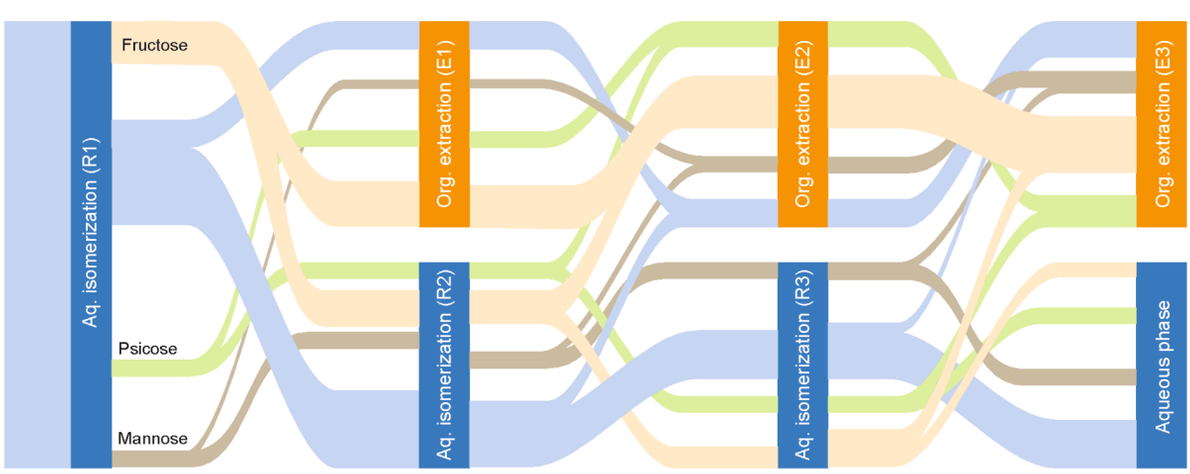


चित्र 14. विभिन्न पॉलीमाइंस का उपयोग करके फ्रुक्टोज आइसोमेराइजेशन के लिए ग्लूकोज का तुलनात्मक परिणाम

(छवि 14) की तुलना में अपेक्षाकृत ~ 1.5 गुना अधिक है। इसके अलावा, पॉलिमाइन की उपस्थिति अनुक्रमिक निष्कर्षण प्रोटोकॉल के दौरान ओएच आयनों के निरंतर हटाने के कारण मध्यम की मूल स्थिति बनाए रखने के लिए बफर की आवश्यकता का भी समाधान देता है। दिलचस्प बात यह है कि काफी मात्रा में साइकोज (अलूलोज), एक दुर्लभ चीनी यौगिक का उत्पादन मामूली प्रतिक्रिया स्थितियों (15 मिनट के लिए 100 डिग्री सेल्सियस) के तहत किया, जैसा कि चित्र 15 में दर्शाया गया है।

मुख्य उपलब्धियाँ

- उत्पाद की एकाग्रता में सुधार के लिए चरण-वार चयनात्मक निष्कर्षण और आइसोमेराइजेशन रणनीति को शामिल किया गया, जिसके परिणामस्वरूप उल्लेखनीय रूप से शुद्ध फ्रुक्टोज एकाग्रता में वृद्धि हुई।
- यह रणनीति 5 अनुक्रमिक निष्कर्षण और आइसोमेराइजेशन के भीतर एक अधिकतम उत्पाद एकाग्रता (70% उपज और 75% चयनात्मकता) को पूरा करती है।



चित्र 15. अनुक्रमिक निष्कर्षण और आइसोमराइजेशन प्रक्रियाओं में से प्रत्येक में प्रतिक्रिया उत्पादों का वितरण

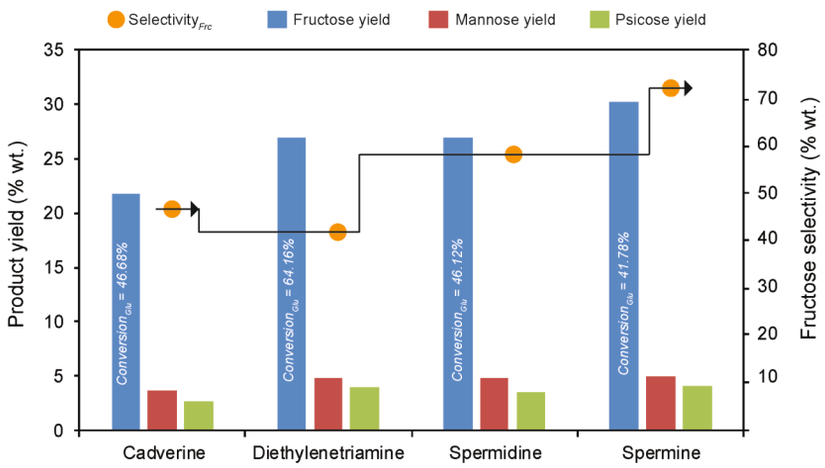


Figure 14. Comparative result of glucose to fructose isomerization using different polyamines

sequential extraction strategy enabled to achieve a maximum conversion of 70% fructose yield with 76% selectivity withinminimum extraction runs that is relatively ~1.5 times higher than the literature reports (Fig. 14). Moreover, the presence of polyamine avoids the necessity of addition of buffer solution to maintain the basic condition of the medium due to the continuous removal of OH- anions during the sequential extraction protocol. Fascinatingly, considerable amount of psicose (D-allulose), a rare sugar compound is produced under the modest reaction conditions (100 °C for 15 min), as shown in Fig. 15.

Salient Achievements

- The step-wise selective extraction and isomerization strategy was incorporated to improve the product concentration, resulted in a remarkably increased net fructose concentration.
- The strategy accomplishes a maximum product concentration (70% wt. yield and 75% selectivity) within 5 sequential extraction and isomerization.

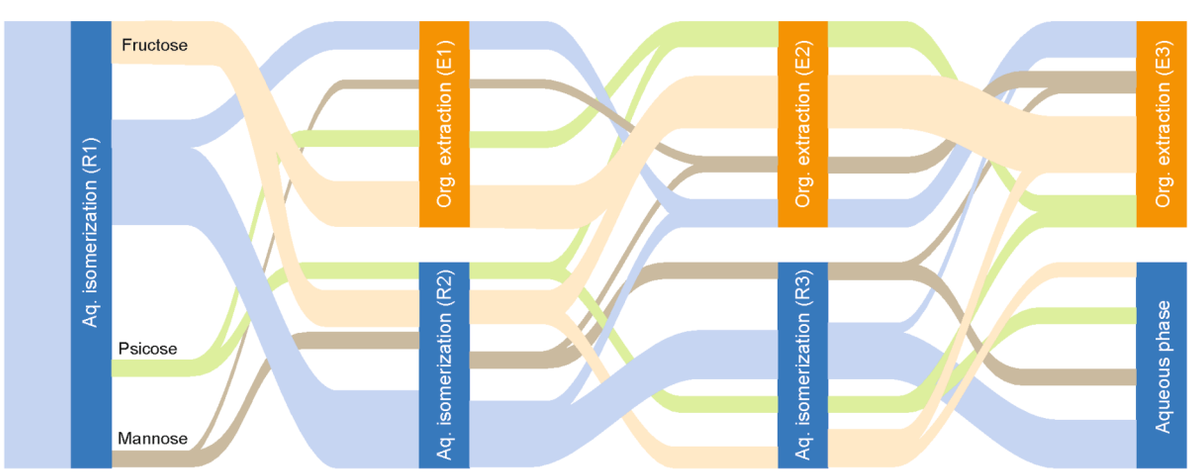


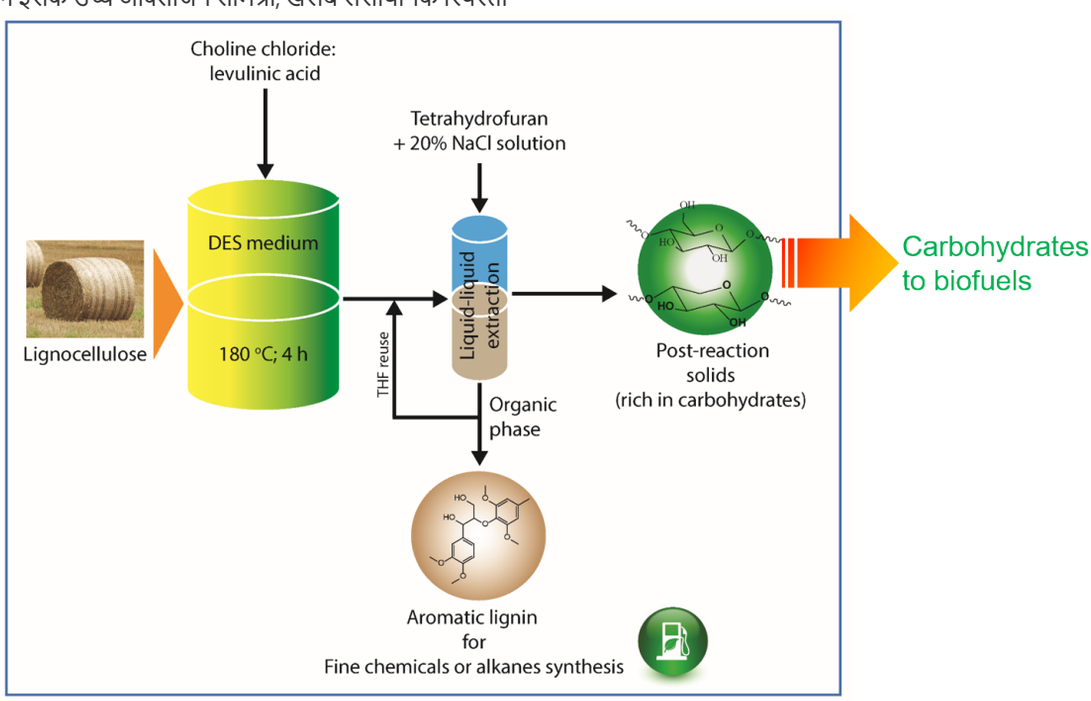
Figure 15. Reaction products distribution in each of the sequential extraction and isomerization processes

ब 05: लिग्निन निष्कर्षण और ठीक रसायनों या कॉपोलिमर के आगे परिवर्तन

लिग्निन एक तीन आयामी, अत्यधिक क्रॉस-लिंक्ड मैक्रोमोलेक्यूल है जो तीन प्रमुख प्रकार के लिग्निन सबयूनिट्स जैसे एस, जी और एच मोनोमेरिक इकाइयों से बना है। ये इकाइयाँ मुख्य रूप से β-आराइल ईथर(β - O - 4), बेंज़िल एरिल ईथर (α - O - 4), फेनिलकाउमरन (β-5), बाइफेनिल (5-5), डायरी ईथर (5-O-4), 1,2-डायरी प्रोपेन (β- 1), β-β लिंकेज की एक किस्म से जुड़ी हुई। इसके अलावा, इसमें कई प्रकार के कार्यात्मक समूह शामिल हैं जैसे मेथॉक्सिल, फेनोलिक हाइड्रॉक्सिल, एलिफैटिक हाइड्रॉक्सिल, कार्बोनिल, और कार्बोक्सिल, जो आम तौर पर विमुद्रीकरण और आगे के संशोधनों की प्रतिक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। आज तक, लिग्निन के प्रभावी और कुशल विघटन के लिए विभिन्न प्रकार के लिग्निन ट्रांसफॉर्मेशन रणनीतियों और दृष्टिकोणों को नियोजित किया गया है, जैसे कि लोकप्रिय उत्पाद रसायनों के संश्लेषण के लिए, ऑलिगोमर्स (डाइमर एंड ट्रायमर) और मोनोमेरिक इकाइयाँ जैसे अल्काइल यूक्त एरोमैटिक फिनोल, गुआयोल और सिरिंगोल्स। । हालांकि, इन फेनोलिक यौगिकों का उपयोग इसके उच्च ऑक्सीजन सामग्री, खराब रासायनिक स्थिरता और हाइड्रोकार्बन ईंधन के साथ विसर्जन के कारण परिवहन ईंधन के रूप में नहीं किया जा सकता है।

अनुसंधान प्रगति

इस कार्य में, एक विस्तृत प्रोटोकॉल लिग्नोकेलुलोसिस बायोमास (चावल के भूसे / लकड़ी का बुरा) से लिग्निन के निष्कर्षण के लिए नियुक्त किया गया था, जो कि गहरी यूटैक्टिक सॉल्वैंट्स (डीईएस) का उपयोग करके हरे हरित तकनीक के माध्यम से चित्र 16 में चित्रित किया गया है। डीईएस पर्यावरण की दृष्टि से नोटोक्सिक के रूप में माना जाता है और लिग्निन विघटन के लिए बेहतर प्रदर्शन किया है। एक एसिड: कोलिन क्लोराइड संयोजन सब्सट्रेट (चावल पुआल और लकड़ी का बूरा) कम गंभीर परिस्थितियों में (60-100 डिग्री सेल्सियस 4 घण्टे के लिए) के लिए नियोजित किया गया था। इसके बाद में, एक कम उबलते विलायक (डाइक्लोरोमिथेन) प्रतिक्रिया माध्यम से लिग्निन की निकासी के लिए इस्तेमाल किया गया था, उच्च लिग्निन उपज में हुई (43-77% wt. सब्सट्रेट और तापमान के आधार पर, के रूप में चित्र 17 में प्रस्तुत)। संशोधित प्रोटोकॉल प्राकृतिक



चित्र 16. पारंपरिक हरित विलायक के माध्यम से लिगनिन की बढ़ी हुई प्राप्ति के लिए प्रक्रिया का चित्रमय सार अलगाव तकनीक

B 05: Lignin extraction and further transformation to fine chemicals or copolymers

Lignin is a three-dimensional, highly cross-linked macromolecule composed of three major types of lignin subunits, such as S, G, and H monomeric units. These units are connected through a variety of linkages mainly β-aryl ether (β-O-4), benzyl aryl ether (α-O-4), phenylcoumarn (β-5), biphenyl (5-5), diaryl ether (5-O-4), 1,2-diaryl propane (β-1), β-β linkages. Also, comprises a variety of functional groups like methoxyl, phenolic hydroxyl, aliphatic hydroxyl, carbonyl, and carboxyl, which typically play a vital role in reactions of delignification and further modifications. Till date, a variety of lignin transformation strategies and approaches have been employed for effective and efficient depolymerization of lignin towards the synthesis of popular product chemicals namely, oligomers (dimers and trimers) and monomeric units like alky-substituted aromatic phenols, guaiacols, and syringols. However, these phenolic compounds cannot use as transportation fuels due to its inherent high oxygen content, poor chemical stability and immiscibility with hydrocarbon fuels.

Research Progress

In this work, a modified protocol was employed for the extraction of lignin from lignocellulosic biomass (rice straw/saw dust) via green solvent technique using deep eutectic solvents, as illustrated in Fig. 16. DES is considered as environmentally nontoxic and exhibited superior for lignin dissolution. An acid:choline chloride combination was employed to the substrate (rice straw and saw dust) under less severe conditions (60-100 °C for 4 h). Subsequently, a low boiling solvent (dichloromethane) was used for the extraction of lignin from the reaction medium, resulted in higher lignin yield (43-77% wt. depending on the substrate and temperature, as presented in Fig. 17). The modified protocol employs a simple decantation procedure during the lignin recovery due to natural biphasic layer formation and that eliminates the modern

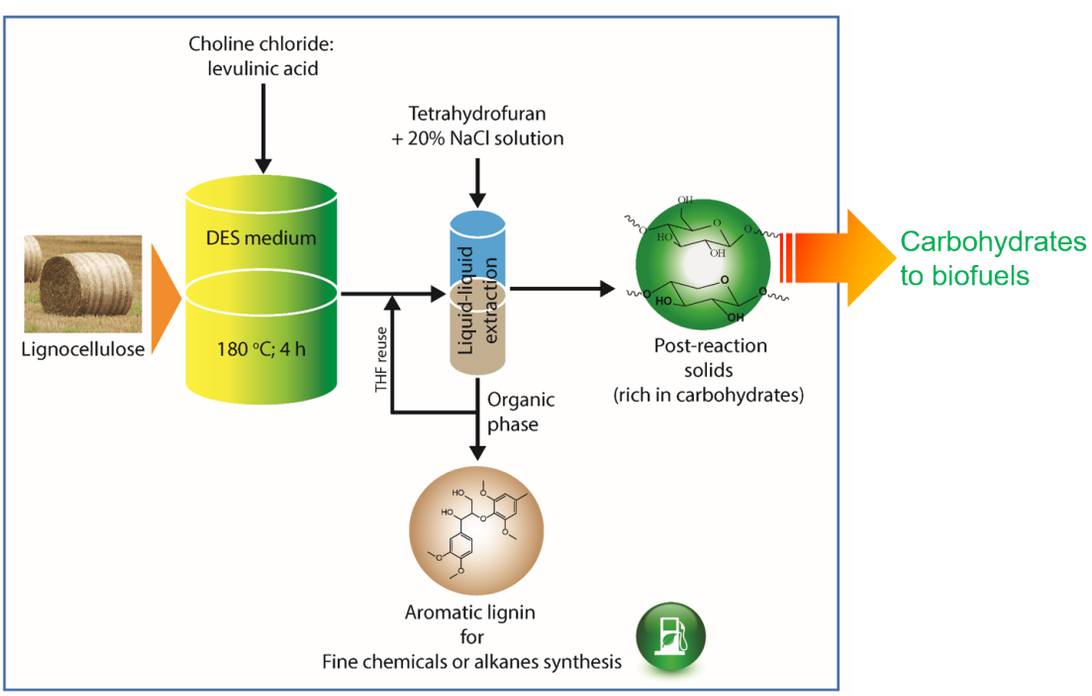
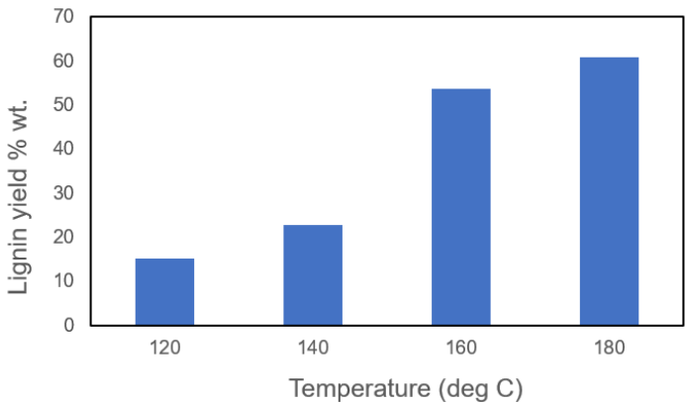
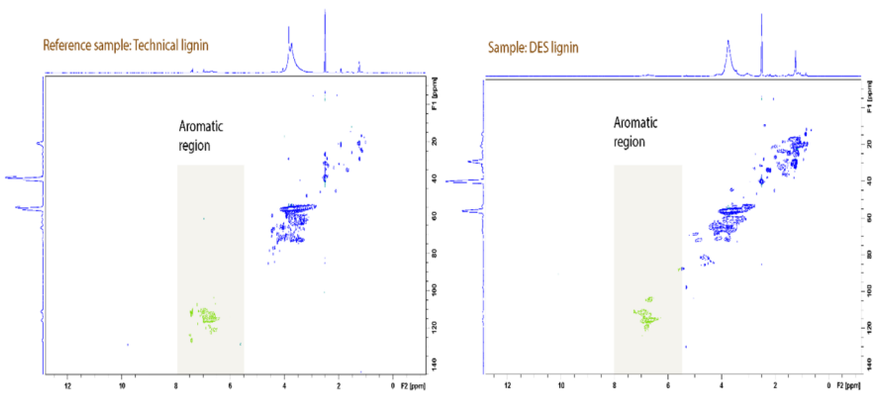


Figure 16. Graphical abstract of the process for enhanced recovery of lignin through conventional green solvent isolation technique



चित्र 17. डीईएस सॉल्वैंट्स का उपयोग करके लिगनिन की प्राप्ति पर तापमान का प्रभाव



चित्र 18. डीईएस पृथक लिगनिन और संदर्भ तकनीकी लिगनिन का तुलनात्मक 2 डी-एचएसक्यूसी एनएमआर परिणाम

द्विध्रुवीय परत के गठन के कारण लिगनिन प्राप्ति के दौरान एक सरल क्षय प्रक्रिया को नियोजित करता है और इससे आधुनिक प्रणाली डीईएस विलायक वसूली और पुन: उपयोग की सुविधा मिल जाती है। कुल मिलाकर, प्रक्रिया बायोमास से लिग्निन निष्कर्षण की एक औद्योगिक रूप से व्यवहार्य विधि प्रदर्शित करती है और जिसका उपयोग विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों (जैसे, फिनोल डेरीवेटिव) के लिए किया जा सकता है। पृथक लिग्निन सुगंधित सामग्री में समृद्ध है, जो आगे के अनुप्रयोगों (छवि 18) के लिए उपयोगी है। लिग्निन के आगे के रसायनों और कोपोलिमर के संश्लेषण को आगे बढ़ाया जा रहा है।

मुख्य उपलब्धियाँ

- रणनीति एक अधिकतम लिग्निन रिकवरी (70% डब्ल्यूटी उपज और 75% चयनात्मकता) को पूरा करती है, जो पारंपरिक क्षारीय प्रोटोकॉल के माध्यम से प्राप्त उपज की तुलना में 2 गुना अधिक है।

ब 06: गन्ने की खोई से ज़ाइलो ओलिगोसेकेराइड ।

ज़ाइलो ओलिगोसेकेराइड (एक्स ओ एस) चीनी के ओलिगोमर्स है जो ज़ाइलोस की इकाइयों से बने है और इन्हे गैर सुपाचय खाद्य समाग्री के रुप में माना जाता है। एक्स ओ एस प्रीबायोटिक अपना प्रभाव दिखाते हैं जब इन्हे आहार के हिस्से के रुप में सेवन किया जाता है। ये ना तो हाइड्रोलइज्ड होते है और ना ही जठरंत्र प्रणाली के ऊपरी भाग मे अवशोषित होते है और ये पोषित में सीमित संख्या मे मौजूद बैक्टीरिया, जैसे कि बिफीडोबैक्टीरिया और लैक्टोबैसिलयस के विकास को उत्तेजित करते है जिससे स्वास्थ्य मे सुधार होता है। एक्स ओ एस की महत्तवता एक बहुमूल्य खाद्य सामग्री के रुप मे बढ रही है जैसे कि प्रीबायोटिक्स जो कि विभिन्न प्रकार से लाभदायक है जैसे कि कोलेस्ट्रॉल को कम करना, कैल्शियम की जैविक उपलब्धता में सुधार करना, आदि। इसके अलावा, इसके औरगेनोलेपटिक गुण स्वीकार्य है और मानव स्वास्थ्य पर इनका विषाक्तता और नकारात्मक प्रभाव नही होता।

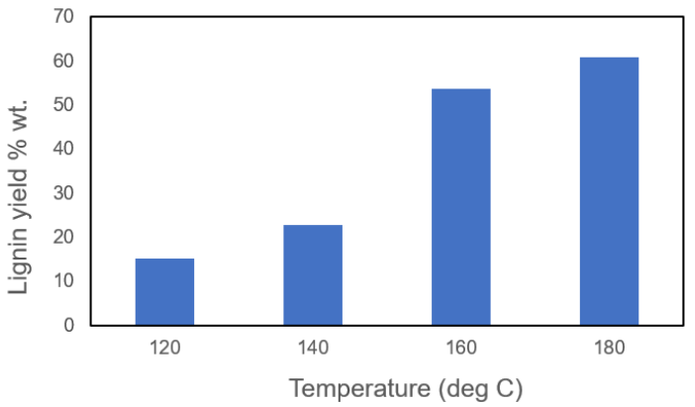


Figure 17. Effect of temperature on the recovery of lignin using DES solvents

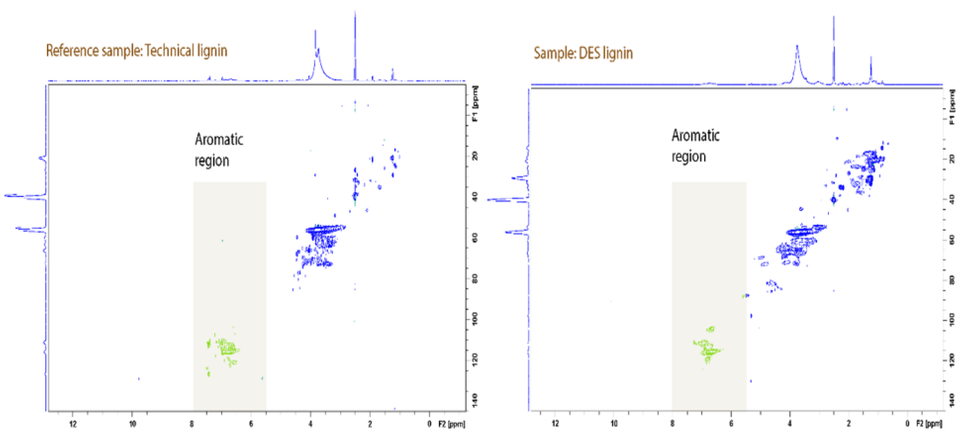


Figure 18. Comparative 2D-HSQC NMR result of DES isolated lignin and reference technical lignins

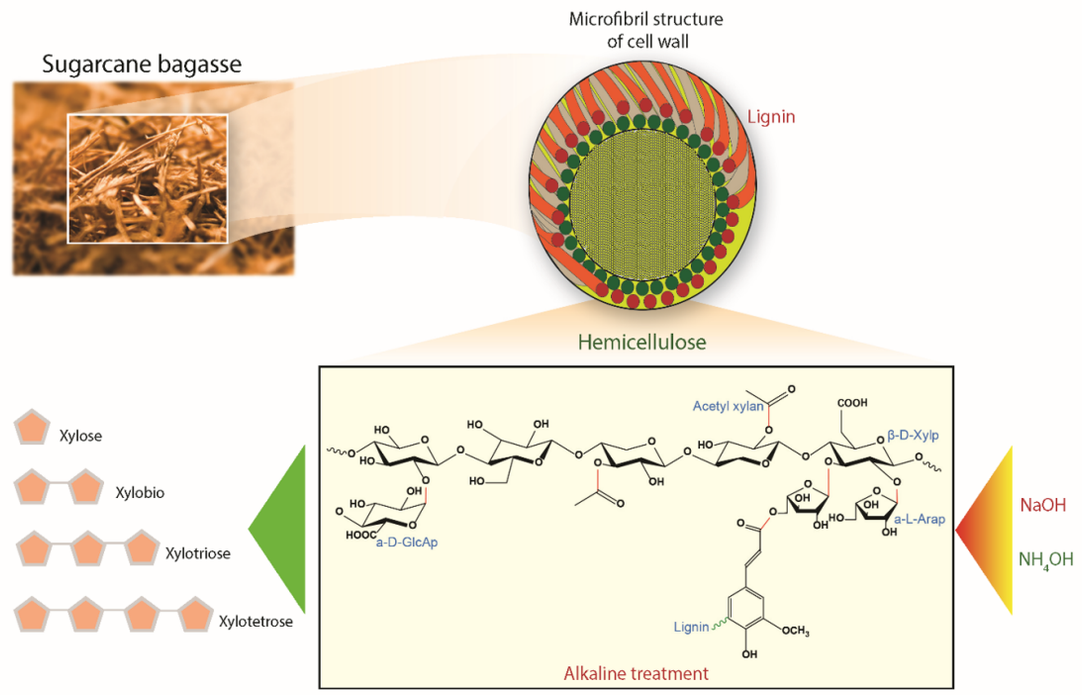
filtration and centrifugation steps. Furthermore, the system facilitates the DES solvent recovery and reuse. Overall, the process demonstrates an industrially feasible method of lignin extraction from biomass and that can be used for a variety of applications (e.g., phenol derivatives preparation). The isolated lignin exhibits a rich in aromatic content, which is useful for further applications (Fig. 18). Further depolymerisation of lignin towards fine chemicals and copolymer synthesis is underway.

Salient Achievements

- The strategy accomplishes a maximum lignin recovery (70% wt. yield and 75% selectivity), which is 2-times higher than the yield achieved through traditional alkaline protocol.

B 06: Xylooligosaccharides from sugarcane bagasse

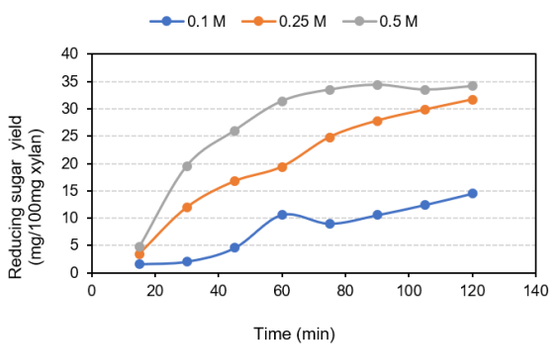
Xylooligosaccharides (XOS) are the sugar oligomers made up of xylose units and are considered as non-digestible food ingredients. XOS exhibit prebiotic effect when consumed as a part of diet. They are neither hydrolyzed nor absorbed in the upper part of the gastrointestinal tract and they affect the host by selectively stimulating the growth of limited number of bacteria, such as Bifidobacteria and Lactobacillus, and hence improve one's health. Importance of XOS as a valuable food ingredient is increasing as 'prebiotics' as they possess variety of health benefiting effects such as lowering the cholesterol, improving the biological availability of calcium,



चित्र 19 पारंपरिक हरे विलायक पृथक्करण विधि के द्वारा अधिक मात्रा मे लिगनिन की प्रप्ति का चित्रात्मक सार।

अनुसंधान प्रगति

इस काम में एक संशोधित प्रोटोकाल का उपयोग लिग्नोसेल्यूलोसिक बायोमास (गन्ने की खोई) से हेमिसैल्यूलोज़ निकालने और उससे जाइलोओलीगोस्कराईड के संश्लेषण की ओर किया गया था (जैसा चित्र 19 मे दिखाया गया है।) एक कम और तेज क्षार के संयोजन का उपयोग बायोमास पाचन के दौरान विद्यटन अभिकर्मक मे रुप में किया गया था। अनुकूलन प्रकिया के बाद, 2.5एम मिश्रित क्षारीय और 121 डिग्री सेल्सियस प्रोटोकॉल से निकाल गए हैमिसेलुलोज़ मे ज़ाईलान की अधिकतम मात्रा (68.32%) के साथ ग्लूकोज की उच्च राशि (12.47%) और अरेबिनोज की (22.83%) मात्रा शामिल है। इसके अलावा संरचनात्मक लक्षण वर्णन अध्ययन (एफटीआईआर 2 डी-एचएसक्यूसी एनएमआर और टीजीए) से कार्बोहाइड्रेट रचना और उसके गुण की पुष्टी की गई थी। कुल मिलाकर, संशोधित प्रोटोकॉल के माध्यम से निकाले गए हैमिसेलुलोज मे लिग्निन की मात्रा अलग अलग क्षार (अमोनियम हाइड्रआक्साइड और सोडियम हाइड्रआक्साइड) की तुलना मे कम है और तुलनात्मक रुप से छोटी श्रृंखलाओ के साथ जाइलोज़ की अधिकतम मात्रा है। इसके फलस्वरुप एक्स ओ एस के उत्पाजन मे ज़ाइलोबाईयोज ज़ाइलोटैट्राइयोज़ और ज़ाइलोटैट्रोज़ की मात्रा अधिकतम है।



चित्र 20 मिश्रित क्षारीय प्रोटोकॉल (2.5 एम संद्रता 121°C पर) के द्वारा गन्ने की खोई से निकाले गए जाईलान से बने जाईलो ओलिगोसैवकैराइड पर एसिड संद्रता का प्रभाव।

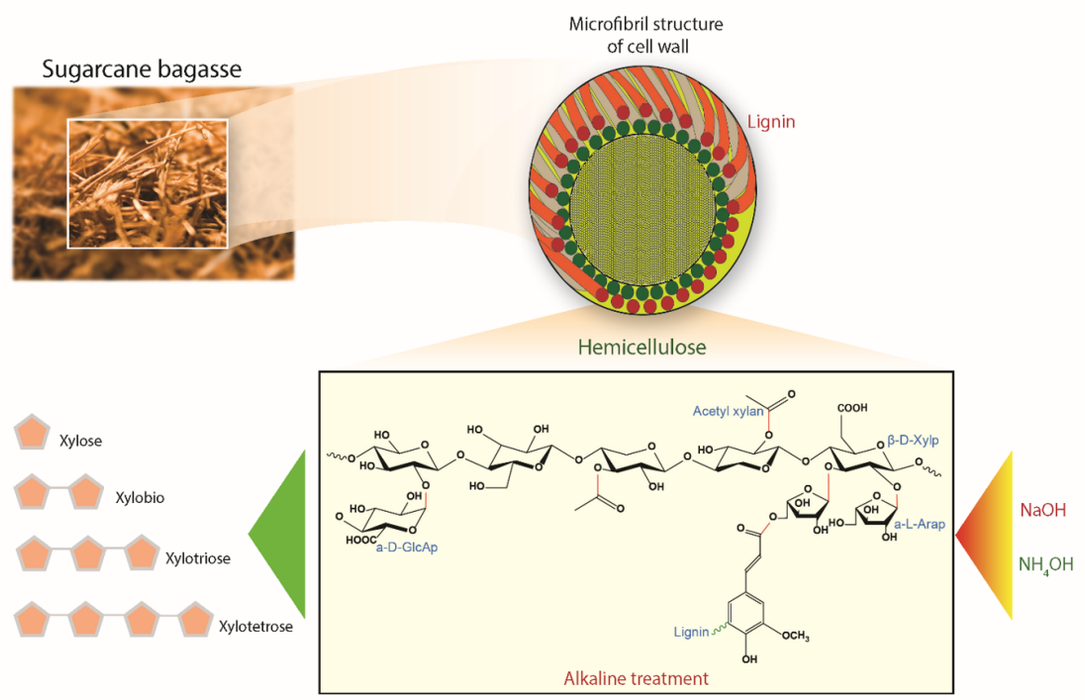


Figure 19. Graphical abstract of the process for enhanced recovery of lignin through conventional green solvent isolation technique

etc. Moreover, it has acceptable organoleptic property and does not exhibit toxicity or negative effects on human health.

Research Progress

In this work, a modified protocol was employed for the extraction of hemicellulose from lignocellulosic biomass (sugarcane bagasse) towards synthesis of xylooligosaccharides, as illustrated in Fig. 19. A weak and strong base combination was used as the dissolution reagent during the biomass digestion. After process optimization, the hemicellulose extracted from 2.5 M mixed alkaline protocol at 121 °C contains maximum amount of xylan (68.32%) along with high content of glucose (12.47%) and arabinose (22.83%). Furthermore, the structural characterization studies (FTIR, 2D-HSQC NMR, and TGA) witnessed the carbohydrate composition and its properties. Overall, the hemicelluloses extracted through the modified protocol contains less amount of lignin as compared to hemicelluloses extracted using individual alkalis (ammonium hydroxide and sodium hydroxide) and have comparatively high amount of xylose with shorter chains, consequently yielding the XOs contains significant amount of xylobiose, xylotriose and xylotetrose (as presented in Figs. 20 and 21).

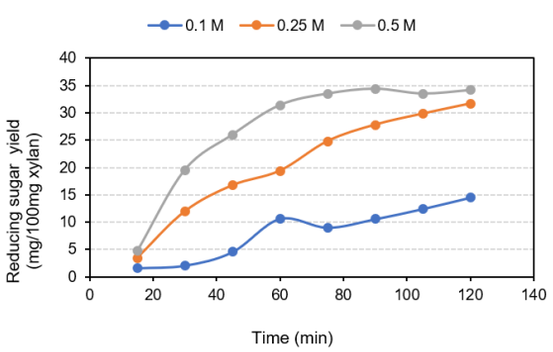
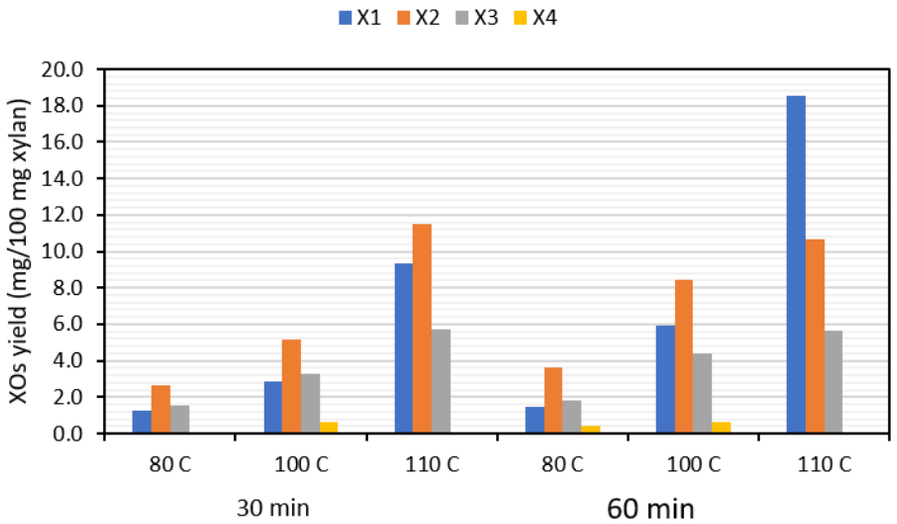


Figure 20. Effect of acid concentration on xylooligosaccharide production from xylan extracted from sugarcane bagasse through mixed alkaline protocol (2.5 M conc. at 121°C).



चित्र 21. 2.5 एम सान्द्रता की मिश्रित क्षारीय प्रोटोकॉल के माध्यम से गन्ने की खोई से निकाले गए जाईलान से बनाऐ गऐ जाइलोओलीगोस्कराईड पर विभिन्न तापमान का प्रभाव (X1: जाइलोज़, X2: जाइलोबाइओज़, X3: जाइलोट्राइओज़, X4: जाइलोटैट्रोज़)

मुख्य उपलब्धियाँ

- प्रक्टोज छोटे निवास समय के साथ सजातीय अमीन्स मे तहत किया गया था।
- उन्नत लिग्निन की प्रप्ति संशोधित निष्कर्षण दृष्टिकोण मे माध्यम से हासिल की गई जिसका उपयोग करके उन्नत रसायनो मे परिवर्तन किया जा सके।
- समृद्ध जाइलोओलिगोसैक्साइड का संश्लेषण क्षारीय प्रोटोकाल के माध्यम से प्राप्त किया गया था।

ब 07: जैव- सथायीकारक लिग्निन नैनोकैप्सुल्स

लिग्निन नैनोकैप्सुल्स को एक ग्रीन विधि के अनुसार बनाया गया। बनाये गए लिग्निन नैनोकैप्सुल्स समकणपरिक्षेपी, आकार में गोल तथा लम्बाई में 110 एनएम के थे। सरल प्रेसिपिटेशन तकनीक के इस्तेमाल से गोलाकार एवं खोखले लिग्निन नैनोकैप्सुल्स बनाये गये और इन्हे सामान्य तापमान, तथा तटस्थ पीएच पर स्थिर किया गया। फिनोलिक और फ्लेवोनोइड समूहों की उपस्थिति के कारण लिग्निन नैनोकैप्सूल ऑक्सीकरण रोधी और यू. वी. प्रतिरोधी गुण प्रदर्शित करते है। इसके बाद चिकित्सीय और/ या इमेजिंग एजेंटों को सफलतापूर्वक नैनोकैप्सुल्स के अंदर प्रत्यारोपित कर दिया गया। इस शोध का प्रयोग जैव-निम्नीकरणीय लिग्निन नैनोकैप्सुल्स आधारित डिलीवरी वाहनों के साथ-साथ नैनोसेंसर विकसित करने के लिए किया जा सकता है।

लिग्निन की मदद से जलीय घुलनशील, फोटोस्टेबल और जैव-अनुकूल नैनोलिग्निन वाहनों को संसलेसित किया गया (चित्र. 22)। इसी के साथ साथ ये नैनो लिग्निन वाहन ऑक्सीकरण रोधी, यू. वी. प्रतिरोधी और सूक्ष्मजीवीरोधी गुणो से भरपूर पाए गए। तापमान, समय, पीएच और लिग्निन की सांद्रता में अलग अलग बदलाव करके नैनो लिग्निन को बनाने की अनुकूल विधि को प्रस्थापित किया। इस तरीके से कम समय में, जहरीले रासायनिक या सर्फेक्टेंट के उपयोग के बिना तथा, ग्रीन सॉल्वैंट्स (जैसे की पानी या इथेनॉल) के उपयोग से नैनो लिग्निन बनाये गए (चित्र. 23)। इन नैनोकैरियरों की जांच यू. वी. स्पेक्ट्रोस्कोपी, डी. एल. एस. और स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी की मदद से की गई (चित्र. 24)। लिग्निन व्युत्पन्न नैनोकैरियर्स की जांच एंटीऑक्सीडेंट संभावित खुलासा गुण के लिए की गई थी।

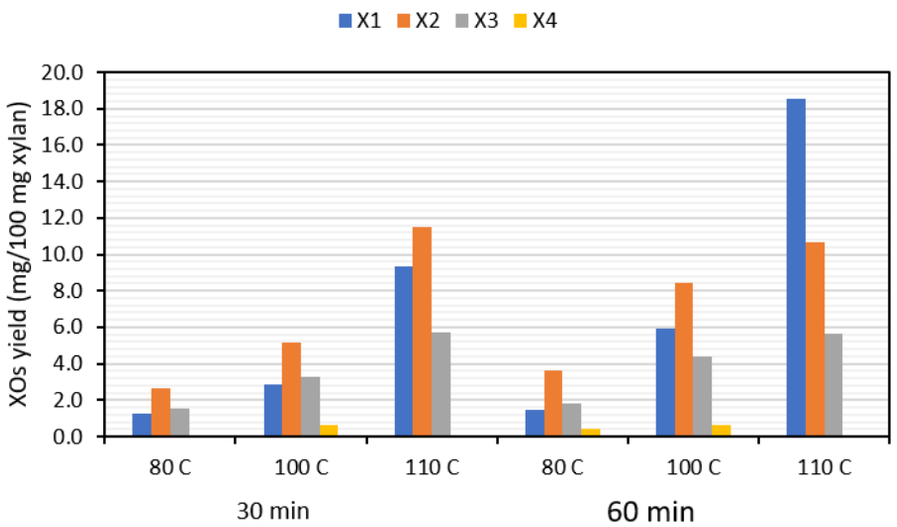


Figure 21. Effect of temperature on XOs from xylan extracted from sugarcane bagasse through mixed alkaline protocol of 2.5 M concentration at different temperatures. (X1: xylose, X2: xylobiose, X3: xylotriose, X4: xylotetrose).

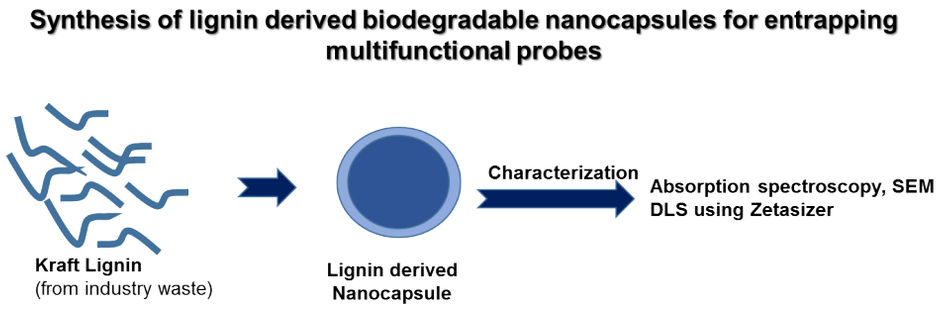
Salient Achievements

- Fructose, a more reactive compound than glucose is produced with shorter residence time over homogeneous amines under mild condition.
- Considerably improved lignin recovery was achieved through modified extraction approach for further transformation to fine chemicals.
- Enriched xylooligosaccharides synthesis is achieved through the modified alkaline protocol.

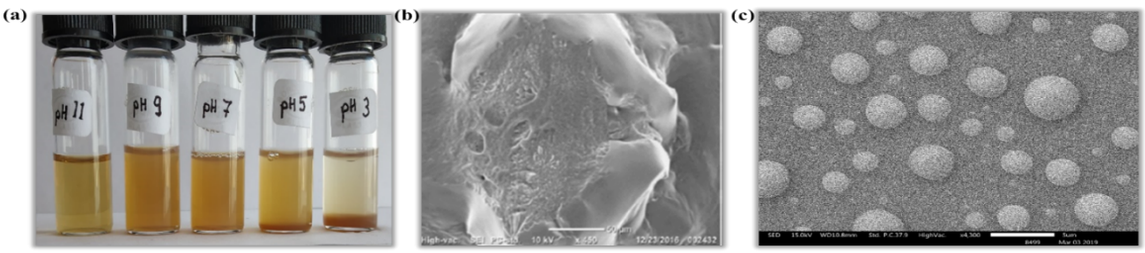
B 07: Nanolignin capsules as bioactive stabilizers

Lignin nanocapsules (LNCs) were synthesized via a green method. The LNCs were monodispersed and spherical in shape and exhibited narrow size distribution range with average size 110 nm, Simple precipitation techniques have been used to form spherical and hollow LNCs and it stabilized at room temperature, neutral pH. Lignin nanocapsules showed promising antioxidant and UV blocking properties, due to presence of phenolic and flavonoid groups. Entrapment of therapeutic and/or imaging agents was successfully done inside lignin capsules. Hence, the outcome of this research activity can be extended to develop biodegradable lignin nanocapsules based delivery vehicles of bioactive agents as well as nanosensors.

Lignin was utilized as a sole source for high yield synthesis of nanolignin vehicles which are applicable as versatile carriers for bioactive agents via providing them aqueous solubility, photostability and biocompatibility (Fig. 22). In addition, they are found to possess antioxidant, UV blocking and antimicrobial activity. Lignin based nanocarriers are synthesized quickly under mild reaction conditions. Protocols for synthesizing nanolignin were optimized by varying temperature, time, pH and concentrations of lignin. Preparation of nanolignin confers the advantage of short reaction time, avoiding use of toxic chemical or surfactants, use of green solvents (such as water or ethanol) (Fig. 23). The nanocarriers were further characterized by absorption spectroscopy, dynamic light scattering and scanning electron microscopy (Fig. 24). The lignin derived nanocarriers were examined for antioxidant potential revealing commendable properties. Moreover, surface functionalization and entrapment were achieved using long range of

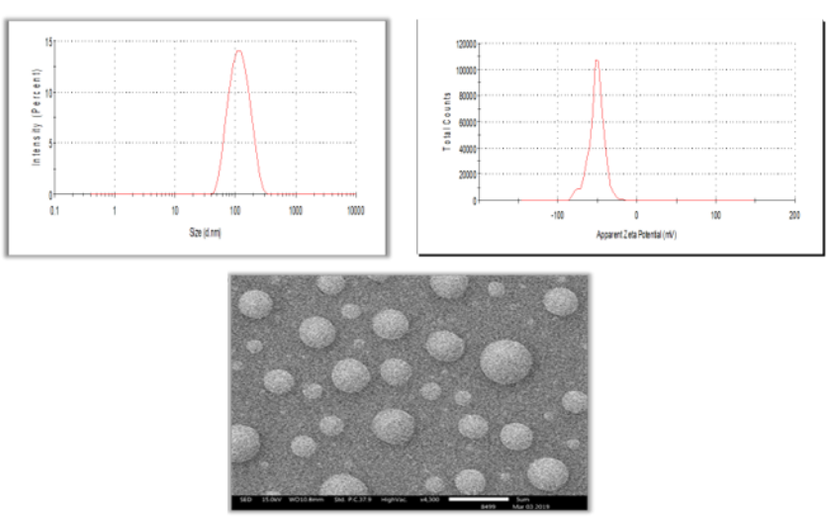


चित्र 22. लिग्निन व्युत्पन्न नैनोकैप्सुलस के संश्लेषण की विधि I



चित्र 23. (ए) विभिन्न पीएच पर लिग्निन नैनोकैप्सुलस की स्थिरता, (बी) क्राफ्ट लिग्निन की एस. ई. एम्. छवि I

इसके बाद विभिन्न प्रकार के जैव सक्रिय पथार्थो जैसे कि इमेजिंग एजेंट्स, चिकित्सकीय एजेंट्स के साथ ऊपरी सतह संयुक्त किया गया या भीतर संपाशित किया गया। इसके अलावा, स्थिरता, रिलीज कैनेटीक्स, यूवी प्रतिकर्ता और ऑक्सीकरण रोधी प्रभावकारिता को भी नैनोलिग्निन वाहकों की क्षमता साबित करने के लिए जांच की गई। इस शोध के आधार पर ये कहा जा सकता है की लिग्निन निर्मित ननौकर्रिएर का इस्तेमाल विभिन्न क्षेत्रो में किया जा सकता है।



चित्र 24. लिग्निन नैनोकैप्सुल्स (बाएं) डायनेमिक लाइट स्कैटरिंग स्पेक्ट्रम, (दाएं) जीटा पोटेंशियल स्पेक्ट्रम नैनोकैप्सुल्स और (नीचे) लिग्निन नैनोकैप्सूल की एस. ई. एम्. छवि I

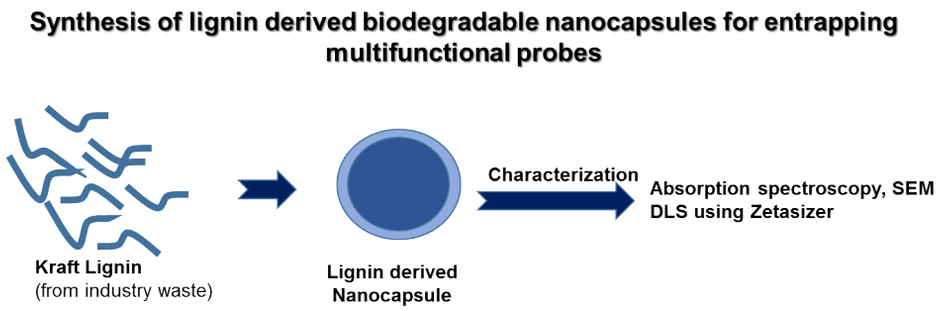


Figure 22. Schematic diagram towards the synthesis of lignin derived nanocapsules

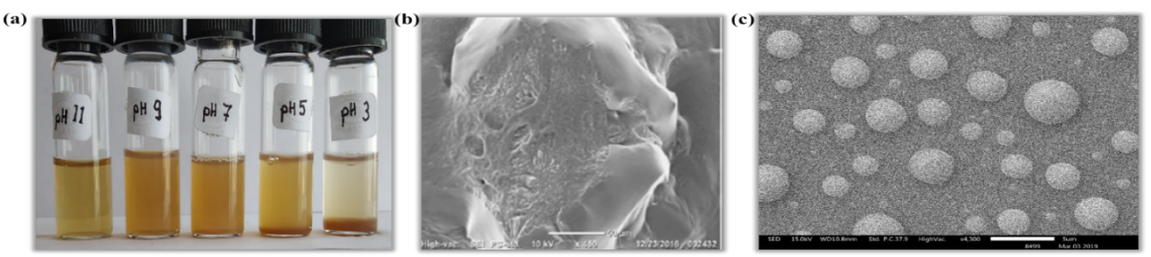


Figure 23. (a) Stability of the lignin nanoclusters at various pH values, (b) SEM image of kraft lignin

bioactive agents (e.g. imaging agents, therapeutic agents, biopesticides etc. Furthermore, stability, release kinetics, UV protective and antioxidant efficacy were also examined to prove the potential of the nanolignin carriers. Overall, these highly stable, lignin derived nanocarriers can be applicable in various sectors in stabilization and delivery of bioactive agents.

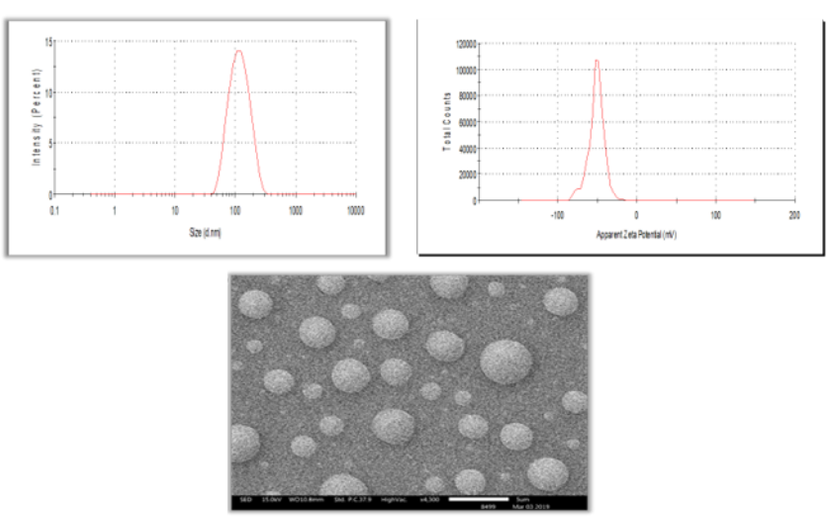
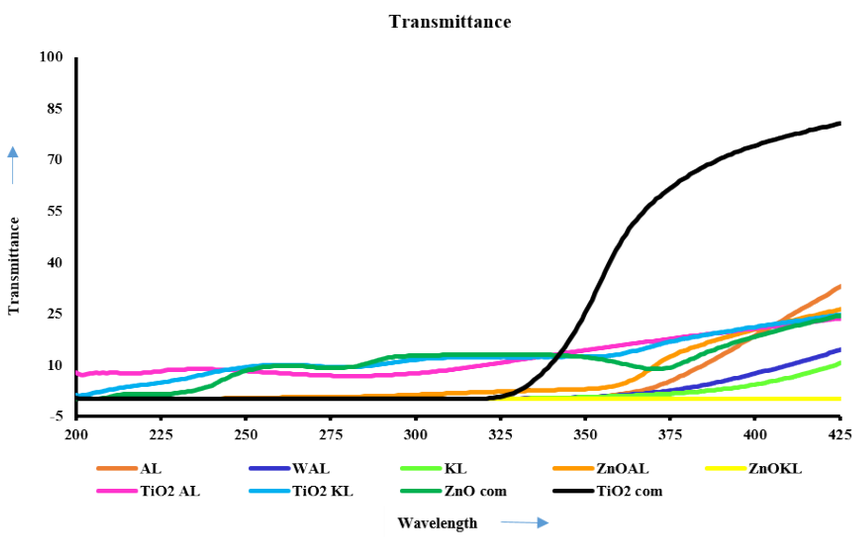


Figure 24. Dynamic light scattering spectrum of lignin nanocapsules (left), zeta potential spectrum of lignin nanocapsules (right) and SEM image of lignin nanocapsules (bottom)

ब 08: लिग्निन से प्राप्त यु. वी. रक्षक नैनो-परत

हमारे द्वारा बनाये गए लिग्निन मधयस्थ धातु ऑक्साइडस को ऑक्सीकरण रोधी एवं सूक्ष्मजीवीरोधी क्षमताओं की जांच के लिए प्रयोग किया गया । इसके साथ यह भी पाया गया की ये नैनोमटेरिअल्स यू. वी. किरणों को रोकने में भी सक्षम हैं। ऐसे में, इन बहुकीमती नैनोमैटेरियल्स का प्रयोग विभिन क्षेत्रो में जैसे कि खिड़की तथा कार के शीशों पर यू. वी. किरण रोधी परत स्थापित करने के लिए भी किया जा सकता है। कृषि उत्पन्न जैवभार से प्राप्त लिग्निन का उपयोग ऑक्सीकरण रोधी एवं सूक्ष्मजीवीरोधी गुणों से युक्त धातु ऑक्साइडस नैनोमटेरिअल्स को बनाने के लिए किया गया है । लिग्निन निर्मित ये नैनोकम्पोसिट्स बनाने में आसान तथा पर्यावरण सहायक होते हैं। इसके इलावा गैर-विषैलापन,जैव-अनुकूलता, सुरक्षित एवं आसानी से बनने के कारण ये नैनोमटेरिअल्स परत संभंधित क्षेत्रो में आदर्श उम्मीदवार हैं । इसके इलावा, इनके ऊपरी सतह को विभिन्न प्रकार के जैव सक्रिय पथार्थों जैसे कि इमेजिंग एजेंट्स, चिकित्सकीय एजेंट्स के साथ संयुक्त किया गया है । इनकी क्षमता को प्रदर्शित करने के लिए इनकी स्थिरता और यू. वी. किरण प्रतिरोधी गुणों कि जाँच कि गयी (चित्र. 25) । यू. वी. किरण प्रतिरोधकता के हिसाब से देखा जाये तो नतीजों में ये पाया गया कि लिग्निन निर्मित ये नैनोकम्पोसिट्स का परिणाम व्यावसायिक रूप से बाजार में उपलब्ध अन्य एंटी यू. वी. सामान से काफी बेहतर है (टेबल 7)। कुल मिलाकर, ये अत्याधिक स्थिर लिग्निन व्युत्पन्न धातु आकसाइड नैनोकंपोजिट विभिन्न क्षेत्रों, विशेष रूप से यूवी प्रोटेक्ट नैनोकणों को विकसित करने में लागू हो सकते हैं।



चित्र 25. नैनोकम्पोसिट् तथा विभिन्न स्त्रोतों से प्राप्त लिग्निन का % पारगम्यता दर्शाते हुए यु. वी. विज़ स्पेक्ट्रम (ए. एल. = अल्कली लिग्निन, के.एल. = क्राफ्ट लिग्निन, com = कमर्शियल)।

तालिका 7. धातु ऑक्साइड नैनोकम्पोसिट्स का यू. वी. रोधन निर्धारण

S. No.	Nanocomposites	UVA (315-400 nm) % Transmittance	UVB (280-315 nm) % Transmittance
1	**ZnOAL**	0 - 20	0
2	**ZnOKL**	0	0
3	**ZnO commercial**	10 - 15	10 – 15
4	**TiO_2AL**	10 - 20	5 – 10
5	**TiO_2KL**	10 - 20	10 – 12
6	**TiO_2 commercial**	0 - 75	0

B 08: Lignin derived UV-protectant nanocoatings

Lignin directed metal oxide nanocomposites developed earlier by us were tested for antioxidant and antimicrobial efficiency. Furthermore, the nanomaterials were evaluated for UV protection efficiency showing promising results. These nanocomposites are highly valuable for developing UV-blocking nanocoatings for application in various surfaces such as windows, cars etc.

Agri-biomass derived lignin was utilized of as a source for synthesizing metal oxide nanocomposites with potential UV resistance and antimicrobial activity. Lignin based metal oxide nanocomposites were found to be easy to synthesize and environment-friendly. Moreover, the nanocomposites offer non-toxicity, easy fabrication ability, safety and biocompatibility, which makes them ideal for coating applications. The nanocomposites were examined for antioxidant and antimicrobial potential revealing promisingresults. Moreover, surface functionalization was also achieved using bioactive agents (e.g. imaging agents, therapeutic agents). Furthermore, stability and UV protective efficacy were also tested to prove the potential of the nanocomposites (Fig. 25). The results showed that the newly developed lignin derived nanocomposites are far better than commercially available ones in terms of UV-blocking properties (Table 7). Overall, these highly stable, lignin derived metal oxide nanocomposites can be applicable in various sectors, especially in developing UV protectant nanocoatings.

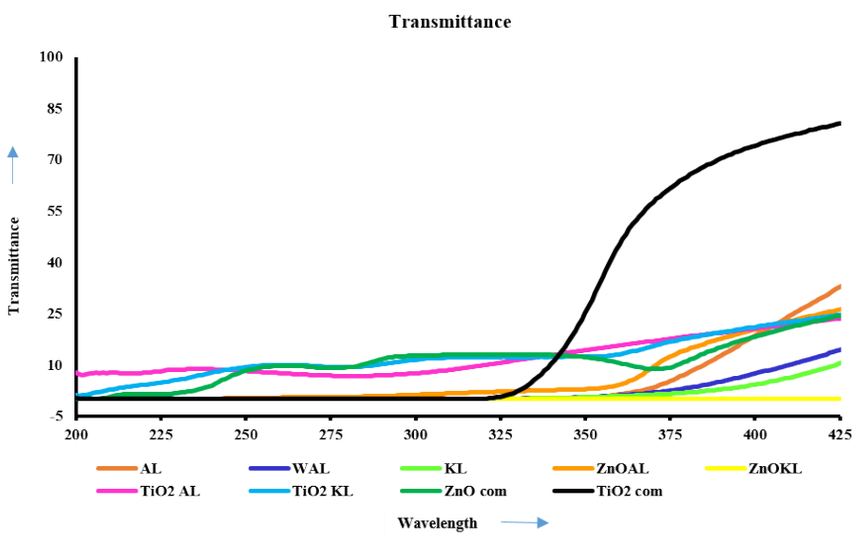


Figure 25. UV-Vis spectra indicating % transmittance of the synthesized nanocomposites and lignin from different sources. (AL = alkali lignin, KL = kraft lignin, com = commercial)

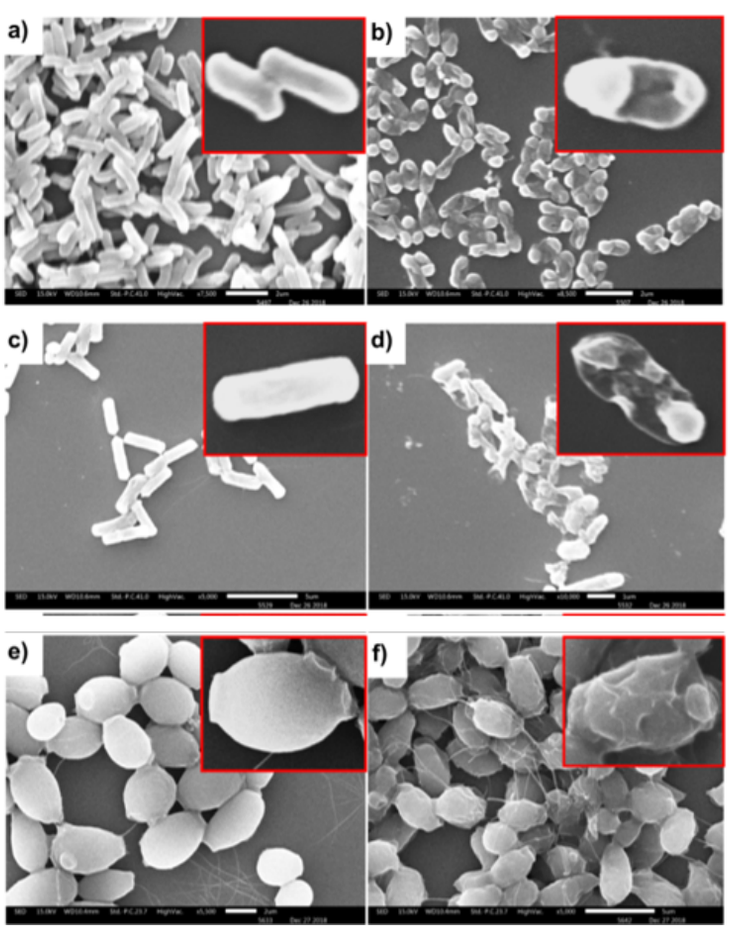
Table 7. Determination of UV protection efficiency of metal oxide nanocomposites

S. No.	Nanocomposites	UVA (315-400 nm) % Transmittance	UVB (280-315 nm) % Transmittance
1	**ZnOAL**	0 - 20	0
2	**ZnOKL**	0	0
3	**ZnO commercial**	10 - 15	10 – 15
4	**TiO_2AL**	10 - 20	5 – 10
5	**TiO_2KL**	10 - 20	10 – 12
6	**TiO_2 commercial**	0 - 75	0

ब 09: लिग्निन व्युत्पन्न सूक्ष्मजीवीरोधी नैनोफिल्मस

लिग्निन एक प्राकृतिक बायोपॉलिमर है जो कि ऑक्सीकरण रोधी और सूक्ष्मजीवी रोधी गुणों से भरपुर है। इस काम में, लिग्निन को एक मैट्रिक्स के रूप में चुना गया ताकि रोगाणुरोधी नैनोकॉम्प्लेक्सों को संश्लेषित किया जा सके। लिग्निन आधारित ननोप्रोब्स में पर्याप्त फिनोलिक और फ्लेवोनोइड समुह पाये गये, जिन्होंने उनकी उच्च एंटीऑक्सिडेंट गुनो को बढ़ाने में योगदान दिया। इसके अतिरिक्त, लिग्निन नैनोकॉम्पलेक्स की एंटीऑक्सिडेंट और रोगाणुरोधी गतिविधि का मूल्यांकन किया गया और प्रीस्टाइन लिग्निन जिग्निन के साथ तुलना की गई। इसके अलावा, नैनोकम्पलेक्सों की रोगाणुरोधी क्रियाविधि विभिन्न तरीकों (चित्र. 26) के माध्यम से स्पष्ट किया गया था। स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी, ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी और लाइव-डेड सेल इमेजिंग तकनीकों (चित्र. 27) की मदद से प्राप्त परिणामों से इन नैनोकॉम्प्लेक्सेस की जांच की गयी। विभिन्न सतहों की कोटिंग के लिए लिग्निन आधारित रोगाणुरोधी नैनोफिल्म विकसित करने के लिए इस अध्ययन को आगे बढ़ाया जाएगा।

जैवभार से प्राप्त लिग्निन का उपयोग सूक्ष्मजीवीरोधी नैनोकॉम्पलेक्स के किफायती एवं पर्यावरण अनुकूल संश्लेषण के लिए किया गया। इस शोध के अनुसार विकसित आसानी से तैयार की गयी कम लागत की लिग्निन व्युत्पन्न सूक्ष्मजीवीरोधी नैनोकॉम्प्लेक्स का इस्तेमाल सूक्ष्मजीवीरोधी नैनोफिल्म के गठन के लिए किया जा



चित्र 26. एस. ए. एम. चित्रो - (ए) एस्चेरिचिया कोलाई – कंट्रोल (स्केल 2 माइक्रोन), (बी) एस्चेरिचिया कोलाई - नैनोकम्पलेक्स (स्केल 2 माइक्रोन), (सी) बेसिलस मेगाटेरियम – कंट्रोल (स्केल 5 माइक्रोन), (डी) ट्रीटेड । बेसिलस मेगाटेरियम – नैनोकॉम्पलेक्स (स्केल 1 माइक्रोन), (ई) कैंडिडा ट्रॉपिकलिस- कंट्रोल (स्केल 2 माइक्रोन) और (एफ) कैंडिडा ट्रॉपिकलिस ट्रीटेड - नैनोकम्पलेक्स (स्केल 2 माइक्रोन) ट्रीटेड ।

B 09: Lignin derived antimicrobial nanofilms

Lignin, being a natural antioxidant and antimicrobial underutilized biopolymer, is a material of great interest. In this work, lignin was chosen as a matrix to synthesize antimicrobial nanocomplexes to explore the synergistic antioxidant and antimicrobial properties of the lignin stabilized nanoprobes. The lignin based nanoprobes were found to possess substantial phenolic and flavonoid contents, which contributed to their high antioxidant activities. Further, the antioxidant and antimicrobial activity of the lignin-nanocomplexes were evaluated and compared with pristine lignin. Moreover, the mechanism behind the antimicrobial activity of the nanocomplexes was elucidated through various methods (Fig. 26). The obtained results were greatly supported by scanning electron microscopy, transmission electron microscopy and live-dead cell imaging techniques (Fig. 27). This study will be further extended to develop lignin based antimicrobial nanofilms for coating various surfaces.

The methods for the synthesis of antimicrobial nanocomplexes using agro-waste derived lignin are economical and environment friendly techniques. The easy preparation methods and low

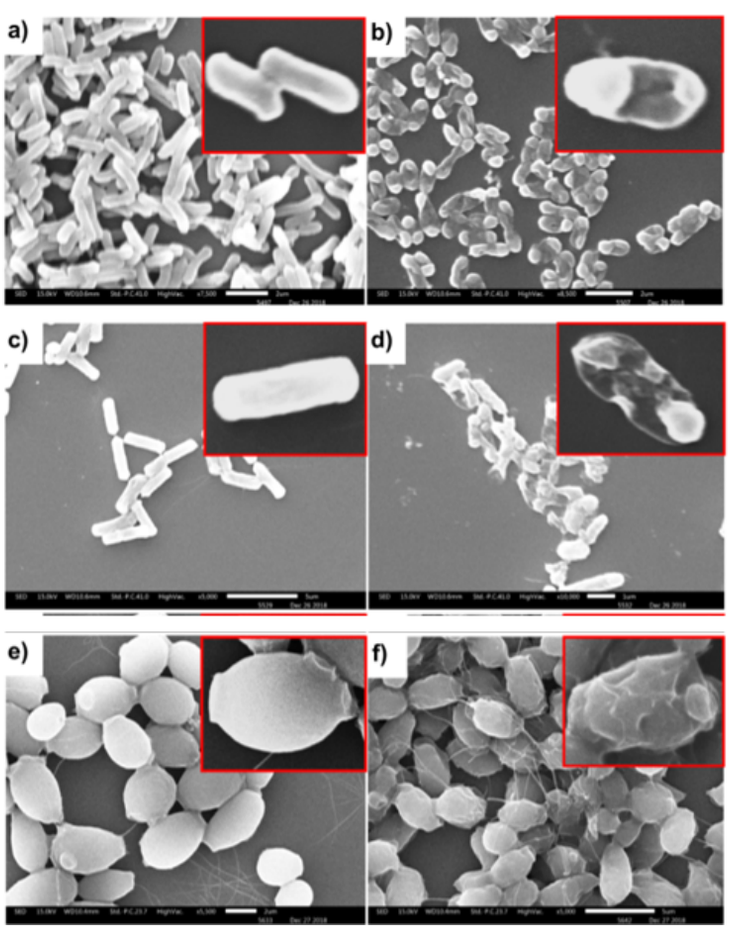
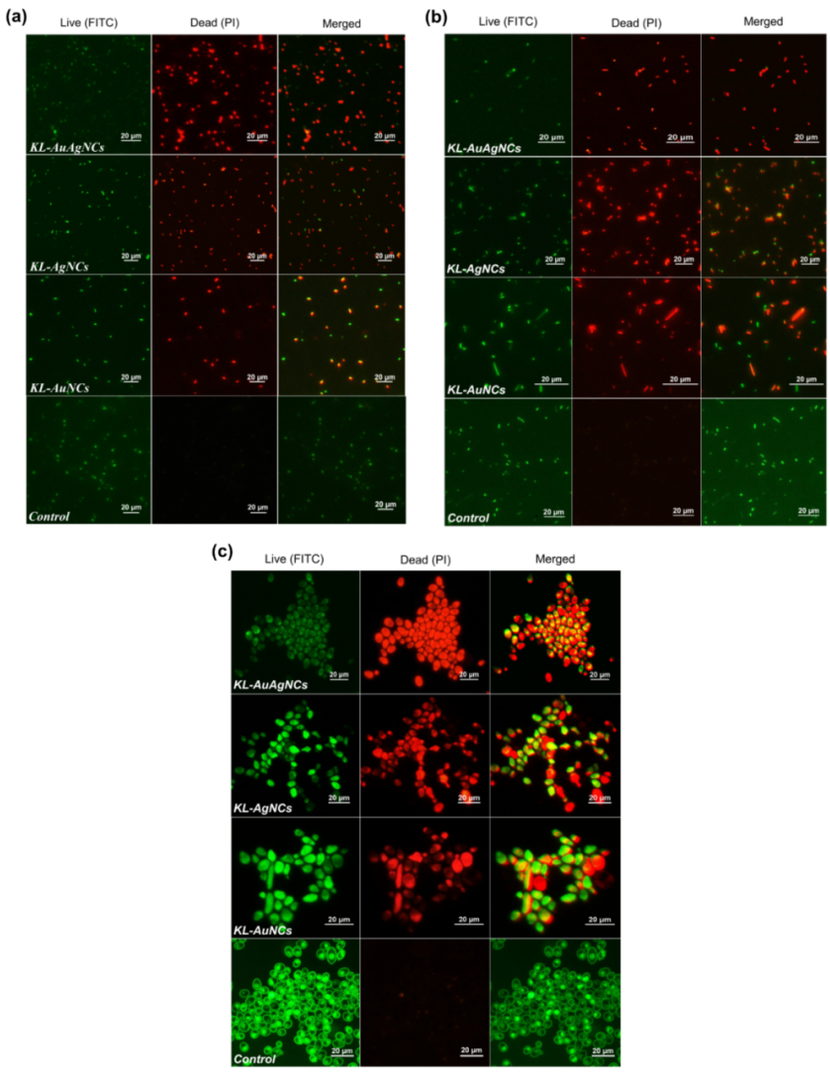


Figure 26. SEM images of (a) *Escherichia coli* –control (scale 2 μM), (b) *Escherichia coli* – treated with nanocomplexes (scale 2 μM), (c) *Bacillus megaterium* – control (scale 5 μM), (d) *Bacillus megaterium* – treated with nanocomplexes (scale 1 μM), (e) *Candida tropicalis*- control (scale 2 μM) and (f) *Candida tropicalis*- treated with nanocomplexes (scale 2 μM).



चित्र 27. लिग्निन आधारित नैनोकॉम्पलेक्स के साथ इलाज किए गए कैंडिडा ट्रॉपिकलिस के फ्लोरोसेंट सूक्ष्म चित्र (स्केल 20 माइक्रोन) ।

सकता है।

मुख्य-उपलब्धियाँ

- नैनोलिग्निन कैप्सूल को सफलतापूर्वक तैयार किए गए, जो की जैव- सथायीकारक के लिए सहायक है । इसके अलावा, सतही क्रियाशीलता और ऑक्सीकरण रोधी अध्ययन ने भी अच्छे परिणाम दिया।
- लिग्निन आधारित नैनोकम्पोजिट को विभिन्न सतहों के लिए नैनोकोटिंग के रूप में आगे के अनुप्रयोगों के लिए उत्कृष्ट यूवी-अवरोधन क्षमता के साथ विकसित किया गया ।
- लिग्निन व्युत्पन्न सूक्ष्मजीवीरोधी नैनोकॉम्पलेक्स को सफलतापूर्वक बनाया गया जो की महत्वपूर्ण सूक्ष्मजीवीरोधी पाए गए । इन नैनोकॉम्पलेक्स को नैनोफिल्मस रूपांतरित किया जा सकता है ।

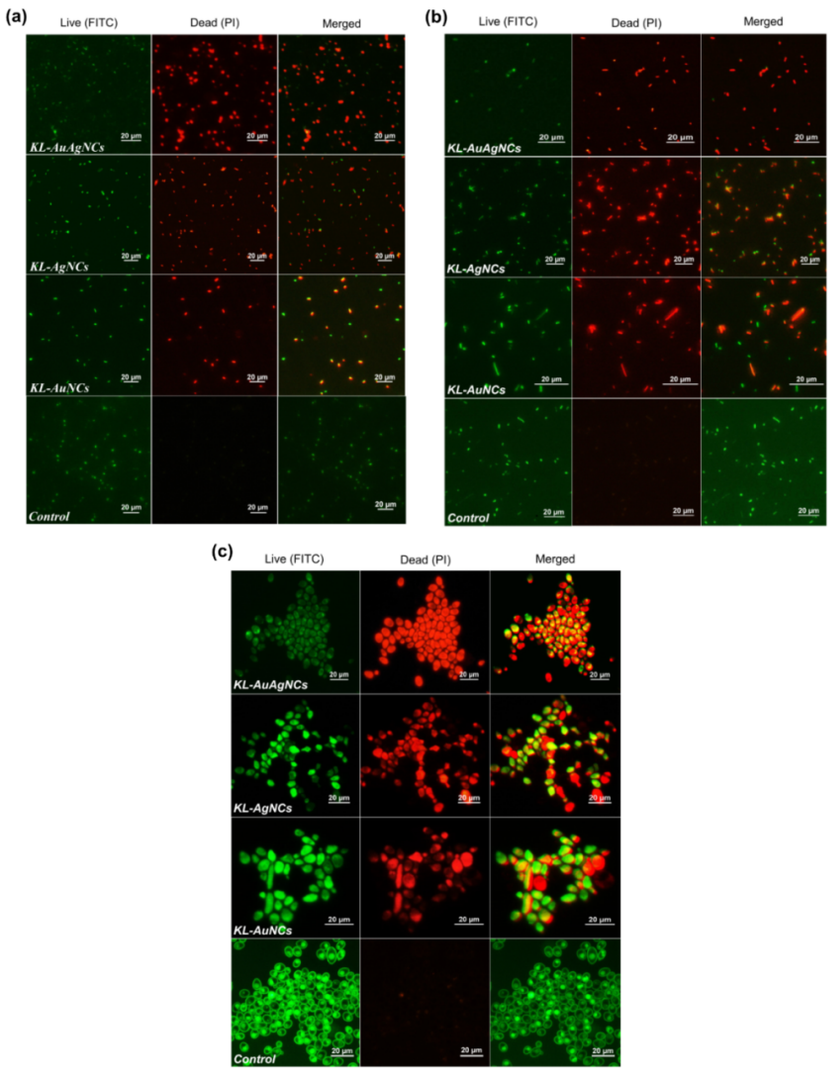


Figure 27. Fluorescent microscopic images of *Candida tropicalis* treated with lignin based nanocomplexes (scale 20 μM)

cost of the lignin derived antimicrobial nanocomplexes developed in this study paves a unique way of lignin valorization through the formation of highly efficient antimicrobial nanofilms.

Salient Achievements

- Nanolignin capsules were successfully prepared which acted as stabilizers for bioactive agents. Moreover, surface functionalization and antioxidant studies were also performed showing promising results.
- Lignin based nanocomposites were developed with excellent UV-blocking potential with implication to further applications as nanocoatings for various surfaces.
- Lignin derived antimicrobial nanocomplexes were successfully developed showing promising microbicidal action against a range of microbes. These materials have the potential to be transformed into films for acting as antimicrobial nanofilms.

ब 10: नैनो-सिलिका और लिग्निन के निष्कर्षण के लिए कृषि-बायोमास का प्रसंस्करण और झिल्ली तैयारी पृष्ठभूमि में उनका उपयोग

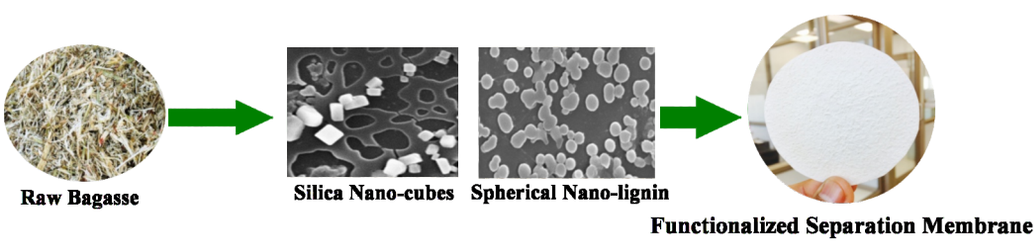
विकसित और विकासशील देशों में कृषि का मशीनीकरण द्वितीयक कृषि अपशिष्ट का बहुत अधिक उत्पादन करता है। ऊर्जा, ईंधन और मंच रसायनों के उत्पादन में इस तरह के कचरे का उपयोग करने के प्रयास किए जा रहे हैं। ऐसी प्रौद्योगिकियों / प्रक्रियाओं के दो गुना लाभ होंगे। सबसे पहले, वे कचरे के उपयोग पर आधारित हैं और इस तरह पर्यावरण को सुरक्षा प्रदान करते हैं। दूसरा, वे अपशिष्ट से मूल्य वर्धित उत्पादों का उत्पादन करते हैं और इस प्रकार अतिरिक्त आय स्रोत प्रदान करते हैं। इस संबंध में, चावल दुनिया भर में अत्यधिक उगाई जाने वाली फसलों में से एक है और इसलिए यह भूसे के मामले में भारी बर्बादी पैदा करता है। चूँकि चावल / धान के पुआल में लगभग दस प्रतिशत सिलिका होता है, यह विभिन्न अन्य मूल्यवान यौगिकों के अलावा सिलिका / नैनो-सिलिका की प्राप्ति का एक संभावित स्रोत हो सकता है। चूंकि धान का पुआल प्रचुर मात्रा में उपलब्ध है, लागत में कम है और जलने पर पर्यावरण प्रदूषण का कारण बनता है, औद्योगिक अनुप्रयोगों के कीमती अणुओं की वसूली में इसका उपयोग आर्थिक लाभ के लिए मूल्य जोड़ देगा।

अनुसंधान प्रगति

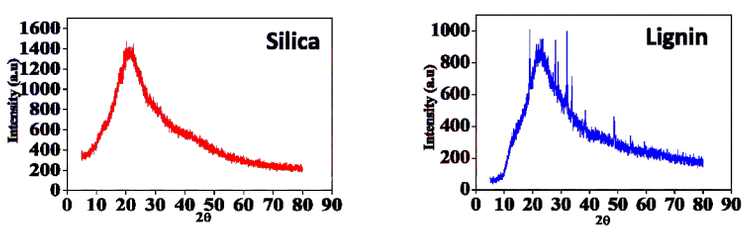
हमने चावल के भूसे से नैनोसाइज्ड सिलिका और लिगनिन की प्रत्यक्ष वसूली के लिए एक प्रक्रिया का मानकीकरण किया है। बरामद सिलिका और लिगनिन का लक्षण वर्णन किया गया है (जर्नल ऑफ़ क्लीनर प्रोडक्शन 2018, 194: 158-166)। अब गन्ने के बैगसे से नैनोसाइज्ड सिलिका और लिगनिन को अलग करने के लिए इस प्रक्रिया को और अधिक अनुकूलित किया गया है। मानकीकृत एक-पॉट संश्लेषण प्रक्रिया के साथ, 5.6% की उपज के साथ लगभग 35 एनएम की नैनोसिलिका और 10.15% की उपज के साथ लगभग 20 एनएम के नैनोलिग्निन को प्राप्त किया गया था। प्राप्त नैनोसिलिका और नैनोलिगनिन को एक्सआरडी, टीजीए, एफटीआईआर, एसईएम, टीईएम, आदि (चित्र 29) का उपयोग करने की विशेषता थी। शुद्धिकरण और पृथक्करण अनुप्रयोगों (चित्र 28) के लिए लचीली सेल्यूलोज मिश्रित झिल्ली के निर्माण में संश्लेषित नैनोमैट्री का उपयोग किया गया था।

मुख्य उपलब्धियाँ

- शुगर बैगेज से नैनोसाइज्ड सिलिका और लिगनिन की रिकवरी के लिए एक पॉट सिंथेसिस प्रक्रिया का अनुकूलन किया।
- बायोमास से प्राप्त नैनोसाइज्ड सिलिका और लिगनिन से प्रत्थीकरण प्रक्रियाओं में काम आने वाली समग्र झिल्ली का विकास।



चित्र 28. गन्ना बगास से नैनो-सिलिका और लिग्निन की वसूली के लिए एक-पॉट प्रक्रिया। स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ, प्राप्त सिलिका और लिगनिन की संरचना को दर्शाता है। सिलिका और लिगनिन का उपयोग करके कार्यात्मक पृथक्करण झिल्ली विकसित की गई।



चित्र 29. गन्ना बगास से प्राप्त नैनो-सिलिका और लिगनिन का एक्सआडी पैटर्न

B 10: Processing of agro-biomass for extraction of nano-silica and lignin and their use in membrane preparation Background

Mechanization of agriculture in the developed and developing countries generates lot of secondary agricultural waste. Efforts are being carried out to use such waste in production of energy, fuel and platform chemicals. Such technologies/processes would have two fold benefits. First, they are based on utilization of waste and thereby providing protection to the environment. Second, they produce value added products from waste and thereby providing additional income source. In this regard, rice is one the highly cultivated crops across the world and therefore generates huge waste in terms of straw. Since rice/paddy straw contains around ten percent of silica, it could be a potential source of silica/nano-silica recovery in addition to various other valuable compounds. Since paddy straw is available in abundance, low in cost and causes environmental pollution upon burning, its use in the recovery of precious molecules of industrial applications would add value to the economic gain.

Research Progress

We have standardized a process for direct recovery of nanosized silica and lignin from rice straw. The recovered silica and lignin have characterized (Journal of Cleaner Production 2018, 194: 158-166). Now the process is further optimized for separation of nanosized silica and lignin from sugarcane bagasse. With the standardized one-pot synthesis process, nanosilica of about 35 nm with a yield of 5.6% and nanolignin of about 20 nm with a yield of 10.15 % was achieved. The obtained nanosilica and nanolignin were characterized using XRD, TGA, FTIR, SEM, TEM, etc (Fig. 29). The synthesized nanomaterial were used in the fabrication of flexible cellulose composite membranes for purification and separation applications (Fig. 28).

Salient Achievements

- Optimized a one pot synthesis process for recovery of nanosized silica and lignin from sugar bagasse.
- Biomass recovered nanosized silica and lignin used in composite membrane development for separation applications.

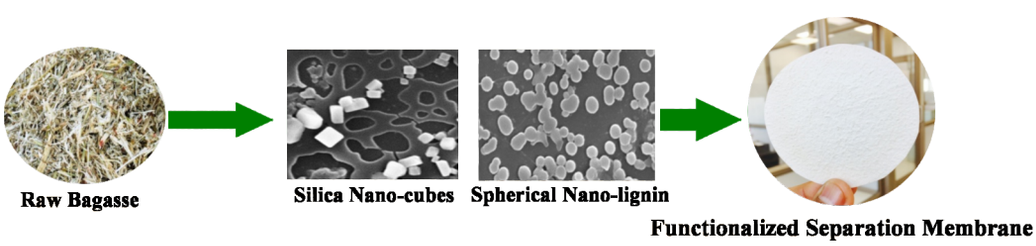


Figure 28. One-pot process for recovery of nano-silica and lignin from sugarcane bagasse. Scanning electron micrograph shows the structure of obtained silica and lignin. Developed functionalized separation membrane using the silica and lignin

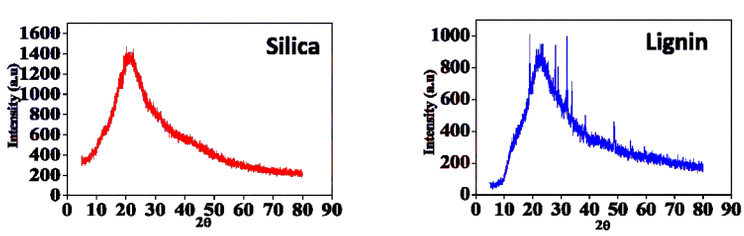


Figure 29. XRD pattern of nano-silica and lignin obtained from sugarcane bagasse

क्षेत्रः स

पोषण, न्यूट्रस्यूटिकल्स, और बायोप्रोडक्ट मूल्य के लिए प्रसंस्करण या उन्नयन का उपयोग

यह क्षेत्र पोषण संबंधी/पौष्टिक-औषिधीय महत्व के उत्पादों के निर्माण प्रक्रियाओं और सूत्रीकरण के अंनुसंधान परियोजनाओं और गतिविधियों को शामिल करता है। यह ज्ञात स्वाद और कार्यात्मक महत्व के पारंपरिक पदार्थों पर आधारित उत्पादों, नए योग और योजक, सुरक्षित और ज्ञात /आशाजनक महत्व को फाइटोकेमिकल्स, मूल्य उन्नयन के लिए रासायनिक और/ या जैविक परिवर्तन तथा उच्च व्यवसाय की स्थिति आधार पर उत्पादों की नई पंक्ति बनाने को शामिल करता है। ताजा उपज के शेल्फ जीवन को बेहत्तर बनाने के लिए टमाटर आधारित कार्यात्मक खाद्य उत्पादों और खाद्य कोटिंग्स का विकास किया गया है।

स 01: टमाटर प्रसंस्करण उपोत्पादों का मूल्यवर्धन तथा कृषि-उपज की शेल्फ जीवन दृष्टि के लिए बायोप्रोसेसिंग

टमाटर (लाइकोपार्सिकोन एस्कुलेटम) एक ऐसा फल है। जिसका उत्पादन पूरे विश्व समेत भारत मे भी किया जाता है।जरुरत से ज्यादा टमाटर की पैदावार होने के कारण उसकी आपूर्ति अक्सर बढ जाती है और वास्तविकता मे टमाटर का शेल्फ जीवन बहुत कम समय का होता है।इन सब कारणो की वजह से टमाटर बेकार हो जाता है। अतः यह अत्यंत आवश्यक है कि हम टमाटर की संसाधित संपाश्रिक तरिके से नए उत्पादो को बनाने के लिए उपयोग करे।इसके अतिरिक्त टमाटर की खली, विशेष रुप से टमाटर प्रसंस्करण उद्योग और लाइकोपीन उत्पादक उद्योग द्वारा उत्पन्न किया गया टमाटर का रस, टमाटर आधारित पेय पदार्थो को विकसित करने मे बहुत मूल्यवान हो सकता और साथ ही साथ टमाटर के रस का उपयोग करने से कचरे के निपटान की समस्या भी कम हो सकती हैं।
फल या सब्जी आधारित पेय पदार्थो का सेवन करने के माध्यम से हमे तुरंत प्राकृतिक बायोएक्टिव यौगिक की प्राप्ति होती है।अतः इसी तरह वह हमें विभिन्न स्वास्थ्य लाभ गुणो को वितरित करने मे मदद करते है। इसके अतिरिक्त इसमे कैरोटीनायड और फेनोलिक सामग्री की भरपूर मात्रा होने के कारण यह कार्यात्मक भोजन के रुप मे लोकप्रिय है।टमाटर का सेवन कच्चे फुल के स्वरुप के साथ-साथ संसाधित रुप मे भी किया जाता है।जैसे कि सॉस, प्यूरी और कैन्ड आधारित उत्पाद।टमाटर की गुणवताओ और लाभो को ध्यान मे रखते हुए टमाटर का उपयोग पेय और कार्बोनेटड पेय को विकसित करने के साथ-साथ अन्य संवेदी मूल्याकन के आधार पर, योजक को भी विकसित करने मे किया जा सकता है।

टमाटर फाइबर, एंटीआक्सेडेंट गतिविधि एंवम खानिज मे समृद्ध है, और गुणवता युक्त पौष्टिक कार्बोनेटेड पेय मसाला मिश्रण/मसालो जैसे पदार्थो के विकास की क्षमता को दर्शाता है। हमारे ज्ञान को मुताबिक बाजार मे उपलब्ध कार्बोनेटेड पेय मे बहूत कम या किसी भी प्रकार का पोषण नही है। इसलिए टमाटर का उपयोग हम कार्बोनेटेड पेय मे कर सकते है, जोकि पेय को पोषण का महत्व प्रदान करेगा। इसके अलावा, टमाटर उपोत्पादों तथा खली का उपयोग कम किया जाता है, और वहां पर टमाटर आधारित भोजन मसालो के विकास के लिए गुजाइश है।उद्योगो द्वारा उत्पादो का प्रसस्करण खाद्य मसाला, मसाला मिश्रण और कार्बोनेटेड पेय के रुप मे टमाटर का अच्छा उपयोग होने के अतिरिक्त आय के साधन के साथ-साथ कूडा निस्तारण से जुडी समस्याओ को भी खत्म कर सकते है। फलों और सब्जी आधारित उत्पादों की गुणवत्ता पर प्रसंस्करण विधियों के महत्वपूर्ण प्रभाव रिपोर्ट किये जाते है।
इसे देखते हुए विकसित टमाटर आधारित पेय पर थर्मल और गैर-थर्मल प्रसंस्करण प्रभाव का मूल्याकण किया गया था।

अनुसंधान प्रगति

हमने टमाटर आधारित पेय और बेकरी उत्पाद विकसित किए हैं। इन उत्पादों को पोषण और संवेदी गुणों के लिए चित्रित किया गया है। अब, टमाटर-आधारित पेय की गुणवत्ता पर थर्मल (पाश्चराइजेशन) और नॉन-थर्मल (अल्ट्रासोनिकेशन, अल्ट्रा वायलेट (यूवी), वायुमंडलीय कोल्ड प्लाजमा (एसीपी) प्रसंस्करण के प्रभाव की जांच की गई। 10 मिनट के लिए अल्ट्रासोनिक और एसीपी प्रसंस्करण ने टमाटर के पेय के एल और ए रंग मूल्यों पर महत्वपूर्ण प्रभाव डाला। सभी प्रसंस्करण तकनीकों ने निम्नीकृत एस्कार्बिक एसिड को लागू किया लेकिन एस्कार्बिक एसिड का अधिकतम प्रतिधारण (95%) एसीपी प्रसंस्कृत पेय में पाया गया (चित्र 1)।

Area: C

NUTRITIONALS, NUTRACEUTICALS, AND PROCESSING FOR BIOPRODUCT VALUE OR USE UPGRADATIONS

The area covers research projects and activities involving processes and products including formulation of products of nutritional/nutraceutical significance. It covers new line of products based on traditional foods of known taste and functional significance, new formulations and additives, phytochemiclas of safe and known/promising significance, chemical and/or biological transformation for value upgradation, higher business positioning. Developed tomato based functional food products and edible coatings to improve shelf life of fresh produce.

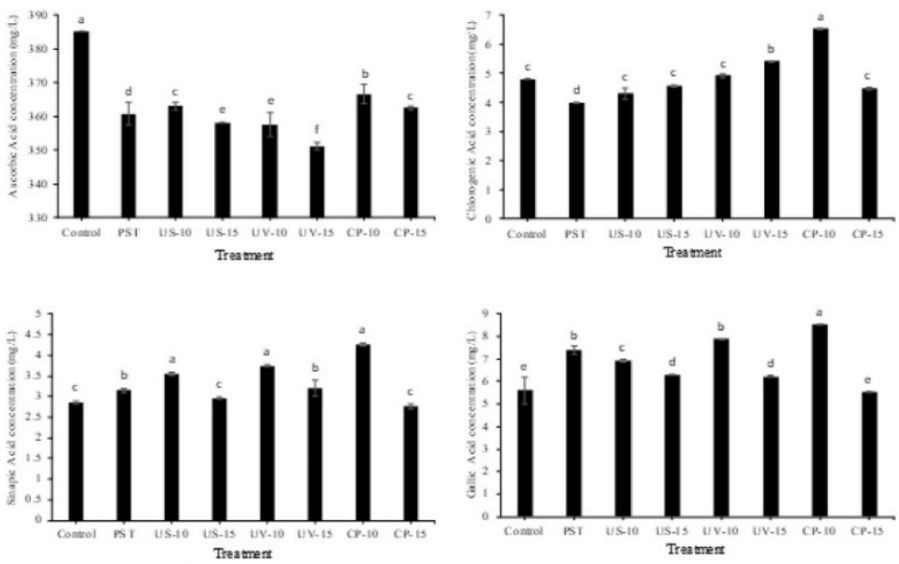
C 01: Valorization of tomato processing by-products and bioprocessing for shelf life enhancement of agro-produce

Tomato (*Lycopersicon esculentum*) is one of the most widely cultivated vegetable crops in the world including India. There is often tomato glut due to its production being much more than the immediate need. Shelf life of tomato is very short and to avoid wastage it needs to be processed/used collaterally for new products. Also, tomato pomace generated at the tomato processing industry particularly lycopene producing industry is under-utilized. Tomato juice generated by such industries could be valuable source for developing tomato based beverages and at the same time, use of tomato juice will reduce the waste disposal problem. Consumption of fruit or vegetable-based beverages is an instant medium of getting intake of natural bioactive compounds and hence they help to deliver various health benefit properties. Tomato is among the most consumed vegetables worldwide. Also, it is considered as a popular functional food owing to its carotenoid and phenolic content. Tomatoes are consumed both as raw fruit as well as in processed form like sauce, puree, paste, and canned-based products. Considering the benefits of tomatoes, it can be used to develop a beverage and carbonated beverage in combination with other additives based on sensory evaluation.

Tomato being rich in fiber, antioxidant activity, and minerals shows potential for the development of quality nutritional carbonated beverage and spice-mix/seasonings. To the best of knowledge, market available carbonated beverage contains either very less or no nutrition. Therefore, use of tomato in carbonated beverage could add nutritional value to the drink. Moreover, tomato by-products/ pomace is under-utilized, and there is a scope for the development of tomato-based food seasonings. The utilization of tomato processing industries by-products in the development of food seasonings/ spice-mix and carbonated beverages would provide additional source of income as well as a solution to reduce or eliminate the problems related to waste disposal. The processing methods have been reported for significant effect on the quality of fruits and vegetable based products. In view of this, thermal and non-thermal processing effect was evaluated on the developed tomato based beverage.

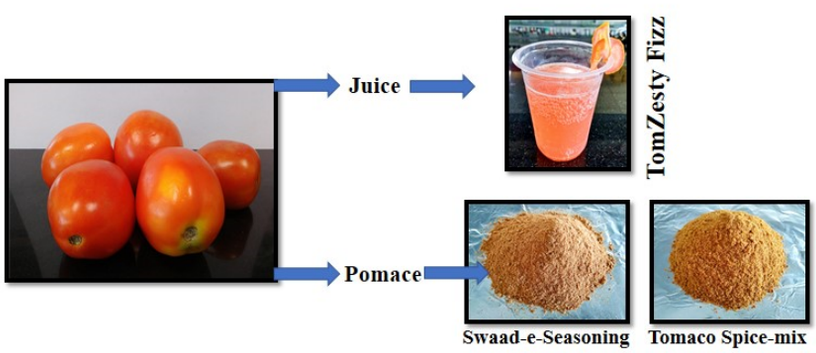
Research Progress

We have developed tomato based beverage and bakery products. These products have been characterized for nutritional and sensory characteristics. Now, the effect of thermal (pasteurization) and non-thermal (ultrasonication, ultra-violet (UV), atmospheric cold plasma (ACP) processing was investigated on the quality of a tomato-based beverage. The ultrasonication and ACP processing for 10 min put significant effect on L* and a* color values of the tomato beverage. All the processing techniques applied degraded ascorbic acid but maximum retention (95%) of ascorbic acid was found in ACP processed beverage (Fig. 1).



चित्रा 1 विकसित पेय के बायोएक्टिव यौगिकों पर विभिन्न प्रसंस्करण विधियो का प्रभाव।

इसके अलावा, थर्मल और अन्य गैर-थर्मल प्रसंस्करण की तुलना में 10 मिनट के एसीपी प्रसंस्करण में बायोएक्टिव यौगिकों जैसे कि क्लोरोजेनिक एसिड, सिनापिक एसिड और गैलिक एसिड पर महत्वपूर्ण प्रभाव पड़ा। इसके अलावा, 10 मिनट के लिए एसीपी और 15 मिनट के लिए अल्ट्रासिकेशन को माइक्रोबियल कमी में थर्मल प्रसंस्करण के बराबर पाया गया और 10 मिनट के लिए एसीपी प्रसंस्करण खमीर और मोलड की गिणती में कमी के बराबर पाया गया। इसलिए 10 मिनट के लिए एसीपी प्रसंस्करण विकसित पेय की गुणवत्ता बेहत्तर बनाने के साथ-साथ लगातार बनाए रखने के लिए सबसे अच्छी प्रसंस्करण विधि के रूप में उभरा है। इसके अलावा उच्चा पोषाहार सामग्री और संवेदी स्वीकार्यता के साथ टमाटर पोमेस-आधारित खाद्य मसाला और कार्बोनेटेड पेय के विकास के लिए प्रक्रियाओं को मानकीकृत किया गया है। मसाला/मयाला मिश्रण के मामले में निर्जलित टमाटर उपोत्पाद को अन्य मासालों के साथ मिश्रित किया गया था (चित्र 2)। विकसित मासला कमरे के तापमान पर स्थिर एलडीपीई-एल्यूमीनियम कार्डबोर्ड में संग्रहित सीजनिंग को एक अन्य पैकेजिंग की तुलना में नमी सामग्रीए वाष्पशील तेल और लंबे समय तक रंग बनाए रखने के लिए देखा था। एलडीपीई-एल्यूमीनियम कार्डबोर्ड में पैक्ड सीजनिंग के बारह दिनों के भंडारण के बाद यीस्ट और मोल्ड काउंट की अनुपस्थिति था। कार्बोनेटेड पेय के लिए टमाटर प्यूरी को चीनी सिरप और पानी के साथ मिलाया गया था और इसके बाद कार्बोनेशन और कार्किग किया गया था। विकसित कार्बोनेटेड पेय को भंडारण शेल्फ-जीवन के लिए भी अध्ययन किया गया था। टमाटर आधरित पेय के शेल्फ जीवन को संरक्षक के बिना दस सप्ताह से अधिक होने का अनुमान लगाया गया था और परिरक्षको का उपयोग करके इसे बढ़ाया जा सकता है। विकसित पेय भंडारण के दौराण विटामिन सी और एंटीआक्सिडैंट गतिविधि के स्तर को बनाए रखने के लिए पाया गया था।



चित्रा 2 विकसित टमाटर आधारित कार्बोनेटेड पेय और मसाला मिश्रण/मसाला।

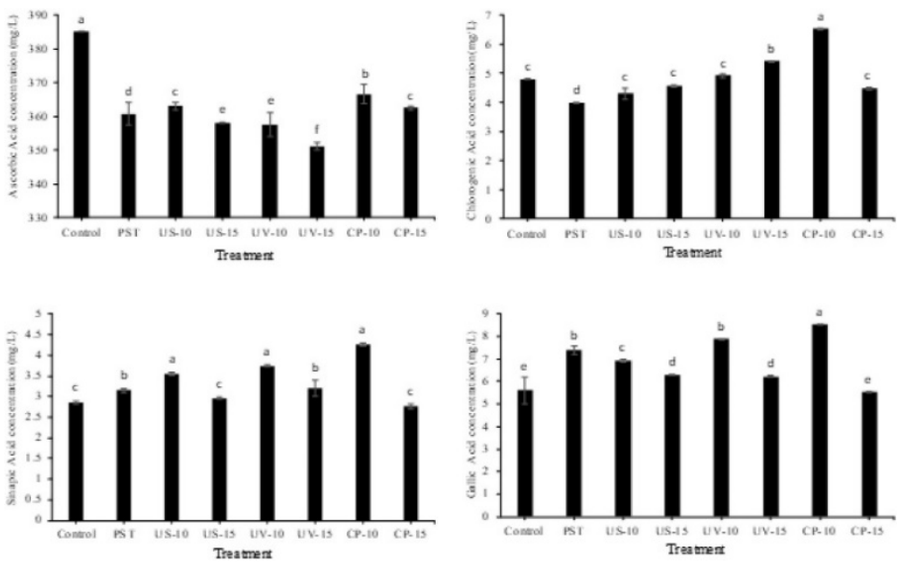


Figure 1. Effect of different processing methods on bioactive compounds of developed beverage

Furthermore, ACP processing of 10 min also had significant effect on bioactive compounds like chlorogenic acid, sinapic acid and gallic acid in comparison to thermal and other non-thermal processing. Moreover, ACP for 10 min and ultrasonication for 15 min was found equivalent to thermal processing in microbial reduction and ACP processing for 10 min was found equivalent to pasteurization in reduction of yeast and mold count. Hence, ACP processing for 10 min has emerged as the best processing method for retaining as well as improving the quality of the developed beverage. Also, the processes have been standardized for the development of tomato pomace-based food seasonings and carbonated beverage with high nutritional content and sensory acceptability. In case of seasonings/spice mix, the dehydrated tomato by-product was blended with other spices followed by sieving (Fig. 2). The developed seasonings were stable at room temperature. Seasoning stored in LDPE-aluminum cardboard was observed to maintain the moisture content, volatile oils, and color for longer durations compared to other packaging. There was an absence of yeast & mold count in LDPE-aluminum cardboard packed seasoning after twelve days of storage. For carbonated beverage, tomato puree was mixed with sugar syrup and water followed by carbonation and corking. The developed carbonated beverage was also studied for storage shelf-life. The shelf-life of tomato based carbonated beverage was estimated to be more than ten week without preservative and can be enhanced using preservatives. The developed

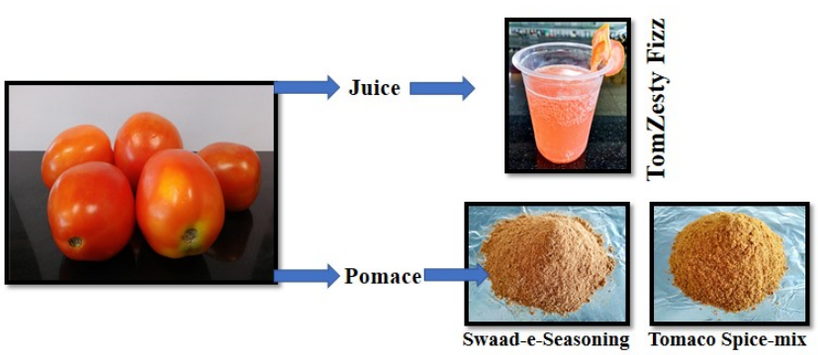


Figure 2. Developed tomato based carbonated beverage and spice mix/ seasoning

माइक्रोबियल सामग्री भी रेडी-टू-ड्रिंक पेय के शेल्फ-जीवन को परिभाषित करती है और भंडारण के दस सप्ताह तक कोई खमीर या मोल्डकाउंट नहीं देखा गया।

मुख्य उपलब्धिया

- थर्मल और गैर थर्मल प्रसंस्करण के प्रभाव की जांच टमाटर की गुणवत्ता पर।
- विकसित पेय की गुणवत्ता मे सुधार एसीपी प्रसंस्करण द्वारा
- मानकीकृत प्रक्रिया टमाटर पोमेस खली आधारित खाद्य मसाला और कार्बोनेटेड पेय की तैयारी के लिए।
- टमाटर पोमेस आधारित भोजन की विशेषता मसाला और कार्बोनेटेड पेय के लिए पोषण सामग्री, संवेदी स्वीकार्यता और शेल्फ जीवन।

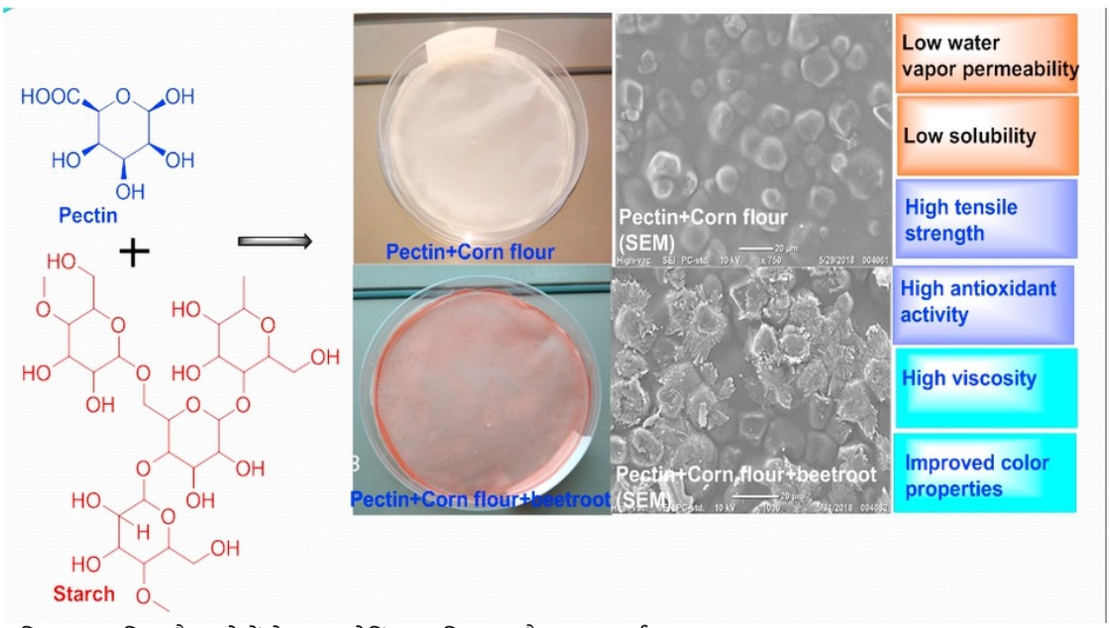
स 02 : टमाटर के शेल्फ जीवन को बढ़ाने के लिए मिश्रित खाद्य परतों का विकास

खाद्य पैकेजिंग उद्योग तेजी से बढ़ती पर्यावरणीय चिंताओं के कारण प्रसंस्कृत खाद्य उत्पादों या ताजे फलों और सब्जियों के मामले में अभिनव बायोडिग्रेडेबल पैकेजिंग की ओर तेजी से बढ़ रहा है। प्राकृतिक और बायोडिग्रेडेबल स्रोतों से खाद्य लेप / परत एक आशाजनक विकल्प के रूप में उत्पन्न होती हैं, जो निश्चित रूप से सिंथेटिक पॉलिमर आधारित खाद्य पैकेजिंग सामग्री के प्रभाव को कम करेगी।

बायोडिग्रेडेबल खाद्य परतें उपभोक्ताओं को लुभा रही हैं क्योंकि ये ताजगी के साथ-साथ फलों, सब्जियों ,बेकरी, खंडखाध आदि उत्पादों में विभिन्न खाद्य समूहों के अंतर्गत आने वाले उत्पादों की संरक्षण और प्रभावशीलता का प्रदर्शन भी कर रहे हैं। खाद्य परत आम तौर पर एक या एक से अधिक मूल घटकों से बनी होती हैं, जो कि एक घुलने योग्य माध्यम और एक प्लास्टिसाइज़र होती हैं। इसे देखते हुए, हमने प्राकृतिक स्टार्च समृद्ध बायोमास के खाद्य परतें विकसित किए हैं और टमाटर के शेल्फ जीवन सुधार (चित्र 3) पर उनकी प्रभावशीलता का विश्लेषण किया है।

अनुसंधान प्रगति

पेक्टिन, मकई का आटा, चुकंदर पाउडर, संतरे के



चित्र 3 प्राकृतिक जैव स्त्रोतों से खाद्य कोटिंग का विकास और लक्षण वर्णन।

beverage was found t.o retain vitamin C and antioxidant activity levels during storage. Microbial content also defines the shelf-life of the ready-to-drink beverage and no yeast or mould count were observed till ten week of storage.

Salient Achievements

- Investigated the effect of thermal and non-thermal processing on the quality of tomato based beverage
- ACP processing improved the quality of developed beverage.
- Standardized process for the preparation of tomato pomace-based food seasonings and carbonated beverage.
- Characterized the tomato pomace-based food seasonings and carbonated beverage for nutritional content, sensory acceptability and shelf-life

C 02: Development of composite edible coatings for enhancing the shelf-life of tomatoes

Food packaging industry is rapidly drifting towards innovative biodegradable packaging either in case of processed food products or fresh fruits and vegetables due to increased environmental concerns. Edible coatings/films from natural and biodegradable sources are resulting as a promising alternative which would certainly reduce the impact of synthetic polymers-based food packaging materials.

The biodegradable edible films are also captivating consumers as these are demonstrating effectiveness in terms of preservation as well as freshness of products lying under different food groups for instance, in fruits and vegetables (Pro-long TM, Semperfresh TM etc.), bakery products (MonoSol), confectionary (Crystalac® Z2), etc. Edible films are usually composed of one or more basic constituents, solubilizing medium and a plasticizer. In view of this, we have developed edible coatings of natural starch rich biomass and analyzed their effectiveness on shelf life improvement of tomatoes (Fig. 3).

Research Progress

Functional composite edible films have been developed using various film formulations containing pectin (P), corn flour (CF), beetroot

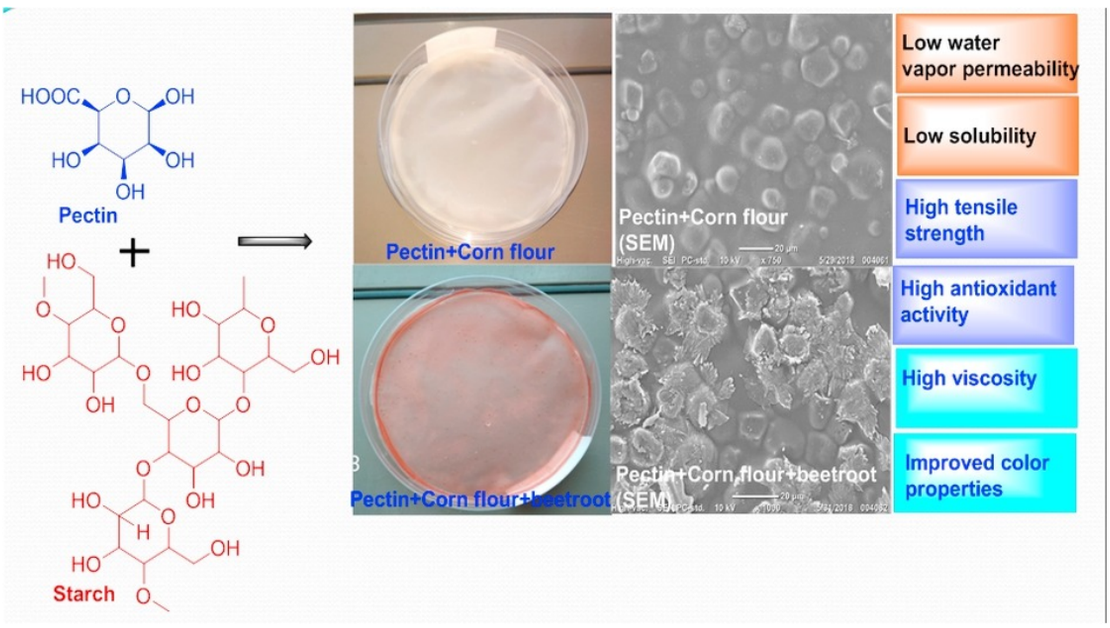
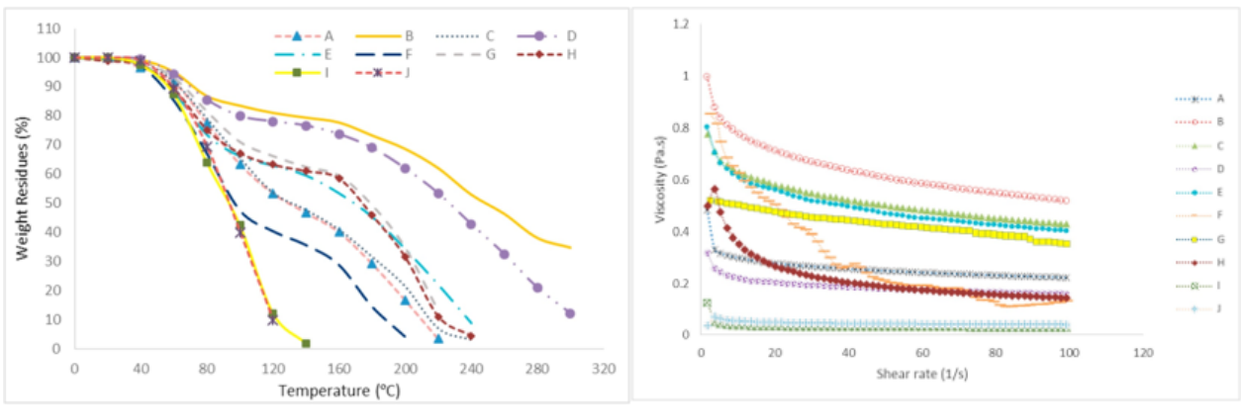
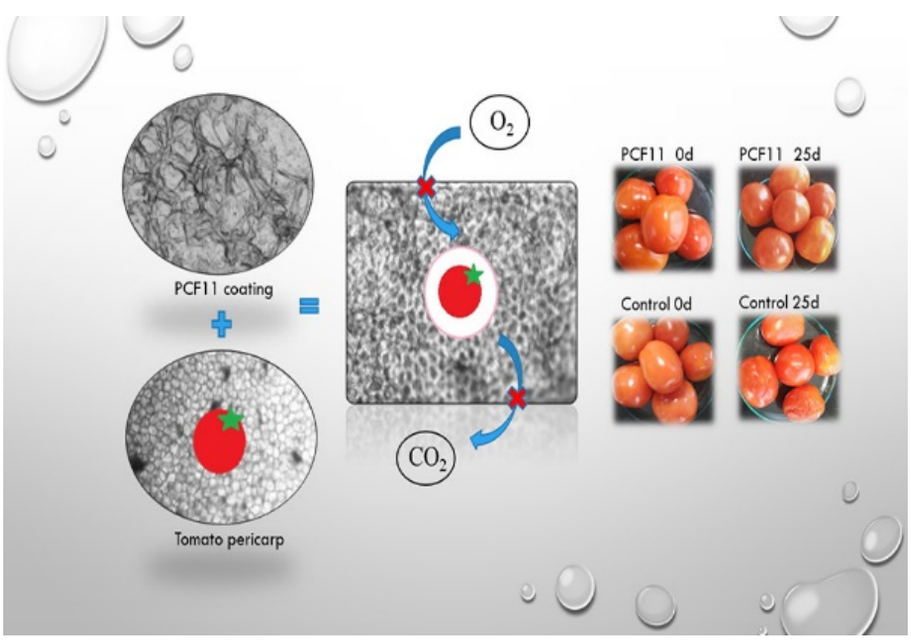


Figure 3. Development and characterization of edible coatings from natural bioresources

छिलके का पाउडर + सोडियम एलिजनेट, मूसली रूट पाउडर और चावल का आटा का उपयोग करके कार्यात्मक समग्र खाद्य परत का विकास किया गया है। परत की कतरनी दर के कार्य के रूप में थर्मोग्रैविमेट्रिक विश्लेषण वक्र और चिपचिपापन निर्धारित किया गया था (चित्र 4)। हाइड्रोफिलिक समूहों के हाइड्रोजन बंधन के कारण स्टार्च और पेक्टिन अणुओं के बीच मजबूत इंटरमॉलिक्युलर लगाव विकसित हुआ, जो स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोग्राफ और



चित्र 4. समग्र खाद्य परतों की कतरनी दर [ए- 4% पेक्टिन] के एक कार्यात्मक के रूप में थर्मोग्रैविमेट्रिक विश्लेषण वक्र और चिपचिपापन; बी- 10% पेक्टिन: मकई का आटा (1:1); सी- {10% पेक्टिन: मकई का आटा (1:1) + चुकंदर पाउडर (2 ग्राम) }; डी- 10% पेक्टिन: मकई का आटा (60:40); E {10% पेक्टिन: मकई का आटा (60:40) + चुकंदर पाउडर (2 ग्राम) }; एफ- पेक्टिन: मकई का आटा (80:20); जी- {10% पेक्टिन: मकई का आटा (80:20) + चुकंदर पाउडर (2 ग्राम); H- 3% संतरे के छिलके का पाउडर: पेक्टिन (2:1) + सोडियम एलिजनेट (1 ग्राम); मैं- 4% पेक्टिन: मकई का आटा (1:3) + मूसली रूट पाउडर (2 ग्राम); J- 5% पेक्टिन: चावल का आटा (1: 4)]



चित्र 5. टमाटर की शेल्फ लाइफ वृद्धि के लिए खाद्य परतों का अनुप्रयोग।

powder (BP), orange peel powder+sodium alginate (OPS), muesli root powder (MRP) and rice flour (RF). TGA curve and viscosity (G) as a function of shear rate of coatings was determined (Fig. 4). Strong intermolecular attachment evolved between starch and pectin molecules due to hydrogen bonding of their hydrophilic groups, confirmed through scanning electron micrographs and FTIR spectra. The prepared edible coatings P:CF ratio (1:1) were found to effective in improving the shelf life of tomatoes (Fig. 5).

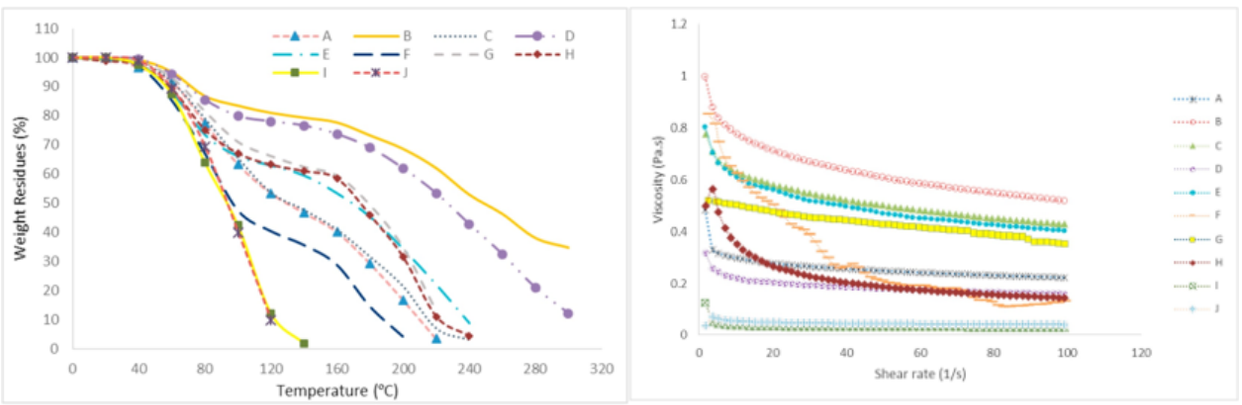


Figure 4. Thermogravimetric analysis (TGA) curve and Viscosity (G) as a function of shear rate of composite edible coatings [A- 4% Pectin; B- 10% Pectin:Corn flour (1:1); C- {10% Pectin:Corn flour (1:1)+ beetroot powder (2g) }; D- 10% Pectin:Corn flour (60:40); E– {10% Pectin:Corn flour (60:40)+ beetroot powder (2g) }; F- Pectin:Corn flour (80:20); G- {10% Pectin:Corn flour (80:20)+ beetroot powder (2g); H- 3% Orange peel powder:Pectin (2:1)+ sodium alginate (1g); I- 4% Pectin:Corn flour (1:3)+ muesli root powder (2g); J- 5% Pectin:Rice flour (1:4)]

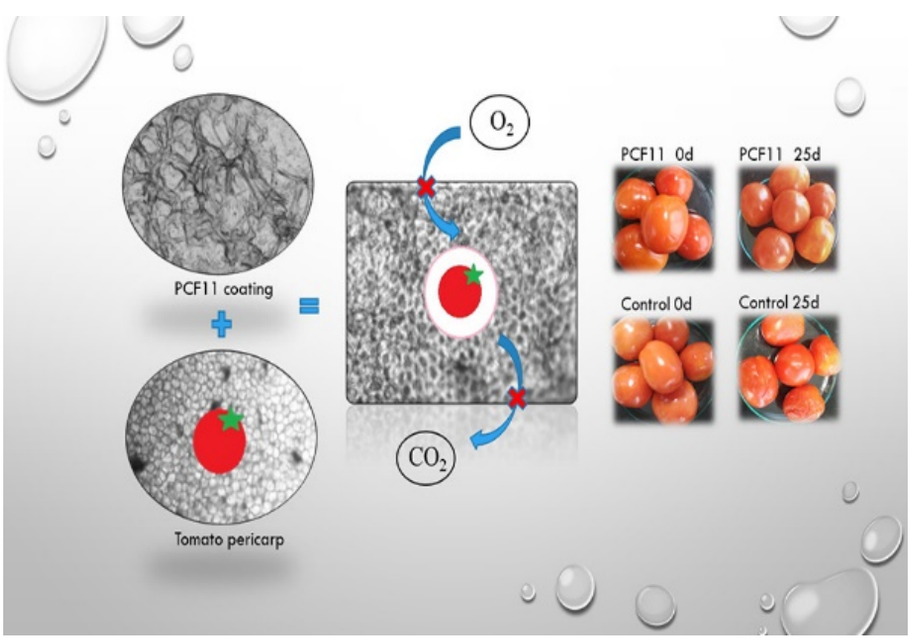
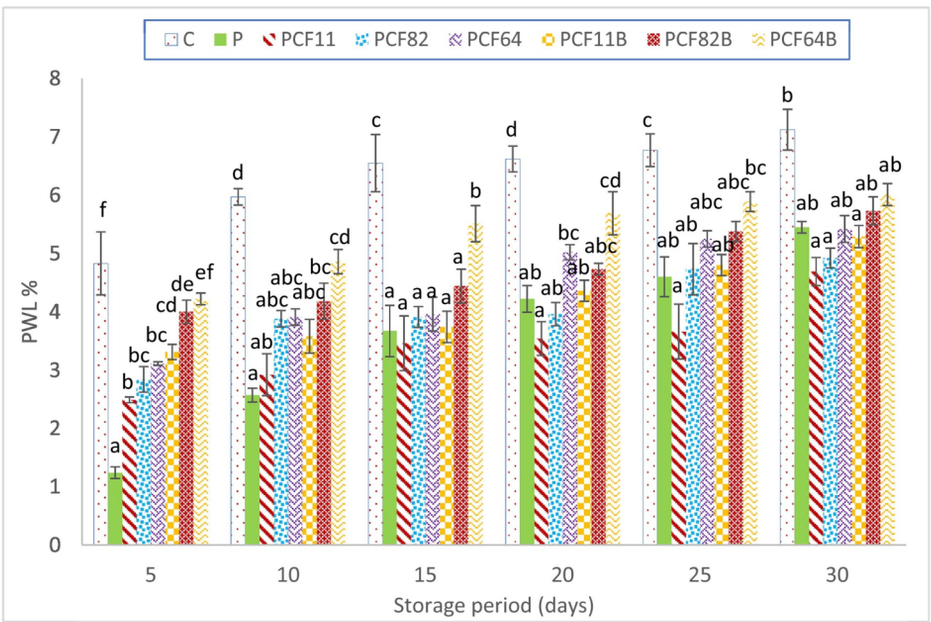
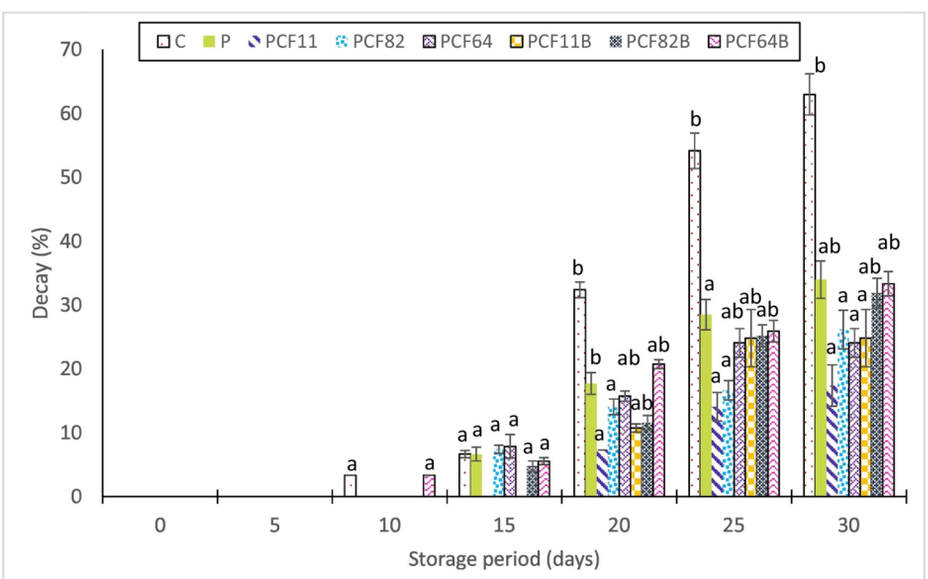


Figure 5. Application of edible coating for shelf life enhancement of tomatoes



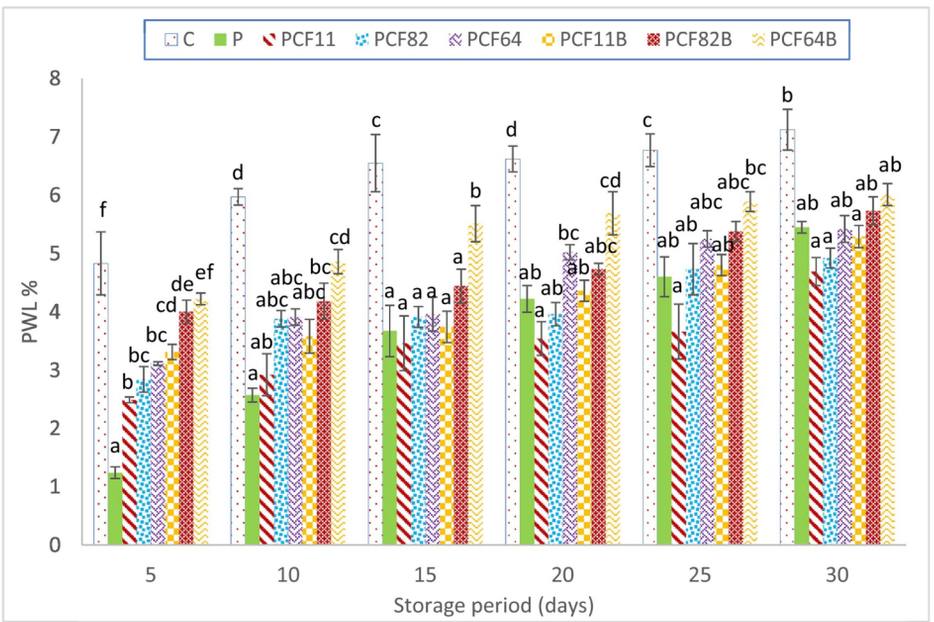
a)



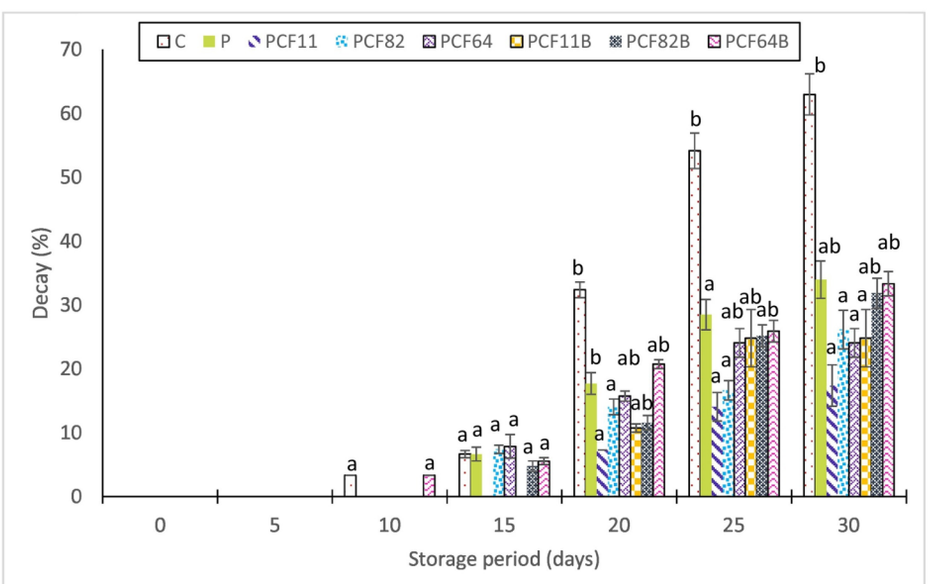
b)

चित्र 6. (ए) पीडब्लूएल (%) और (बी) डेके (%) टमाटरों को 30 दिनों के लिए 25 डिग्री सेल्सियस पर संग्रहीत किया जाता है।

एफटीआईआर स्पेक्ट्रा के माध्यम से पुष्टि करता है। तैयार किए गए खाद्य परतों पी: सीएफ अनुपात (1:1) टमाटर के शेल्फ जीवन को बेहतर बनाने के लिए प्रभावी पाए गए (चित्र 5)। इसके अलावा, पी-सीएफ अनुपात (1: 1) स्टार्च के कुछ क्रिस्टलीय क्षेत्रों को बनाए रख सकता है, ताकि तन्य शक्ति (टीएस), जल विलेयता (डब्ल्यूएस), जल वाष्प पारगम्यता, और थर्मल स्थिरता के संबंध में परत की संरचनात्मक अखंडता और कार्यक्षमता को नियंत्रित किया जा सके। हालांकि, उच्च



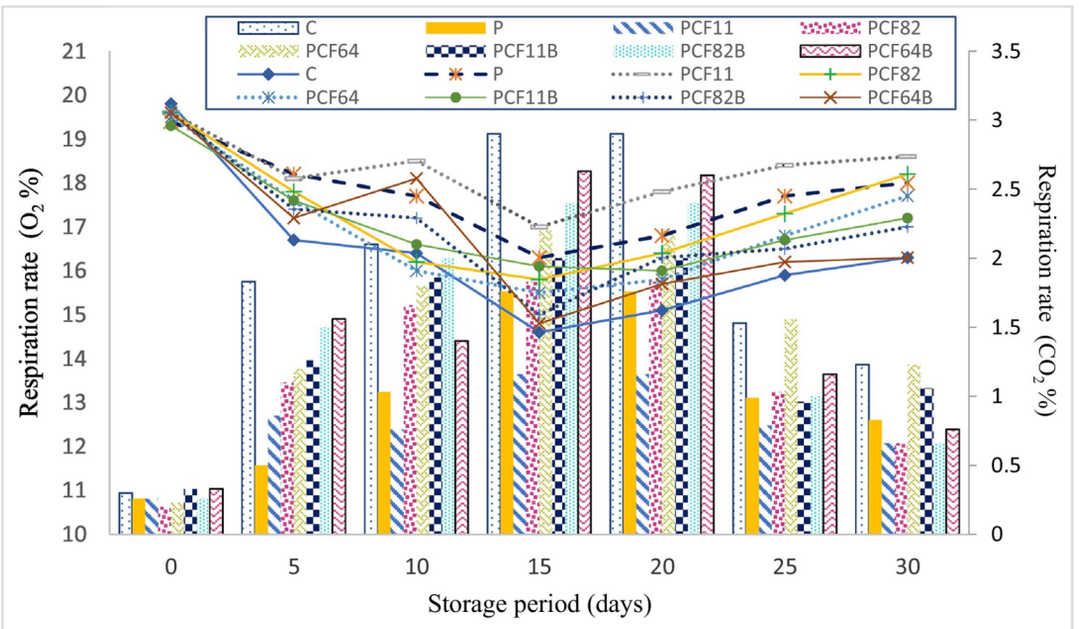
a)



b)

Figure 6. (a) PWL (%) and (b) Decay (%) of tomatoes stored at 25 °C for 30 d

Also, P-CF ratio (1:1) might retained some crystalline regions of starch which has significantly enhanced structural integrity and functionality of films in terms of tensile strength (TS), water solubility (WS), water vapour permeability (WVP) and thermal stability. Although, higher proportions of hydrophilic polymers (P, OPS & BP) due to higher molecular mobility resulted in less rigid, highly soluble, moisture permeable and thermally



चित्र 7. 30 दिनों के लिए 25 डिग्री सेल्सियस पर संग्रहीत टमाटर के O_2 और CO_2 (%) के संदर्भ में श्वसन दर। स्कैटर प्लॉट ग्राफ के रूप में प्राथमिक अक्ष O_2% का प्रतिनिधित्व करता है जबकि द्वितीयक अक्ष बार ग्राफ के रूप में CO_2% इंगित करता है।

आणविक गतिशीलता के कारण हाइड्रोफिलिक पॉलिमर के उच्च अनुपात में कम कठोर, अत्यधिक घुलनशील, नमी पारगम्य और थर्मामीटर अस्थिर परत होती है। इसके अलावा, आरएफ परत में सतह पर दरारें होती हैं और अपर्याप्त स्टार्च जिलेटिन के कारण अघुलनशील अंश होते हैं जो उनके टीएस और बाधा गुणों को कम करते हैं। एटीआर-एफटीआईआर स्पेक्ट्रा ने स्टार्च और पेक्टिन से संबंधित कार्यात्मक समूहों की उपस्थिति की पुष्टि 500-4000 सेमी $^{-1}$ की सीमा में की है । विभिन्न परतों के बीच भिन्नता केवल कुछ आणविक परिवर्तनों के कारण चरम तीव्रता में होती है। कुल मिलाकर, पी-सीएफ अनुपात (1:1) से बनी परत बाकी परतों की तुलना में अधिक कार्यात्मक और संरचनात्मक रूप से स्थिर थीं, इस प्रकार, वे सिंथेटिक पैकेजिंग के लिए एक बेहतर विकल्प बना सकते हैं। बाद में, टमाटर के शारीरिक वजन घटने और टमाटर के क्षय (%) पर कोटिंग का प्रभाव जानने के लिए विश्लेषण किया गया था। इसके अलावा, लेपित टमाटर का मूल्यांकन 3 दिनों के लिए 25 डिग्री सेल्सियस के दौरान भंडारण पर O_2 और CO_2 के संदर्भ में श्वसन दर के लिए किया गया था (चित्र 7)।

मुख्य उपलब्धियाँ

- पेक्टिन के संयोजन में मकई का आटा / संतरे के छिलके / मूसली / चुकंदर पाउडर के खाद्य कोटिंग्स विकसित किए गए।
- अवयवों के शामिल होने से परतों के रियोलॉजी और स्थिरता में वृद्धि हुई।
- पेक्टिन मकई के आटे पर आधारित परतों ने यांत्रिक, कार्यात्मक और थर्मल गुणों में सुधार किया और बीटरूट पाउडर (बीपी) ने उनके एंटीऑक्सिडेंट और रंग गुणों में सुधार किया।
- टमाटर के शैल्फ जीवन सुधार और गुणवत्ता की अवधारण के लिए पेक्टिन-मकई के आटे पर आधारित परत सबसे प्रभावी पाई गई।

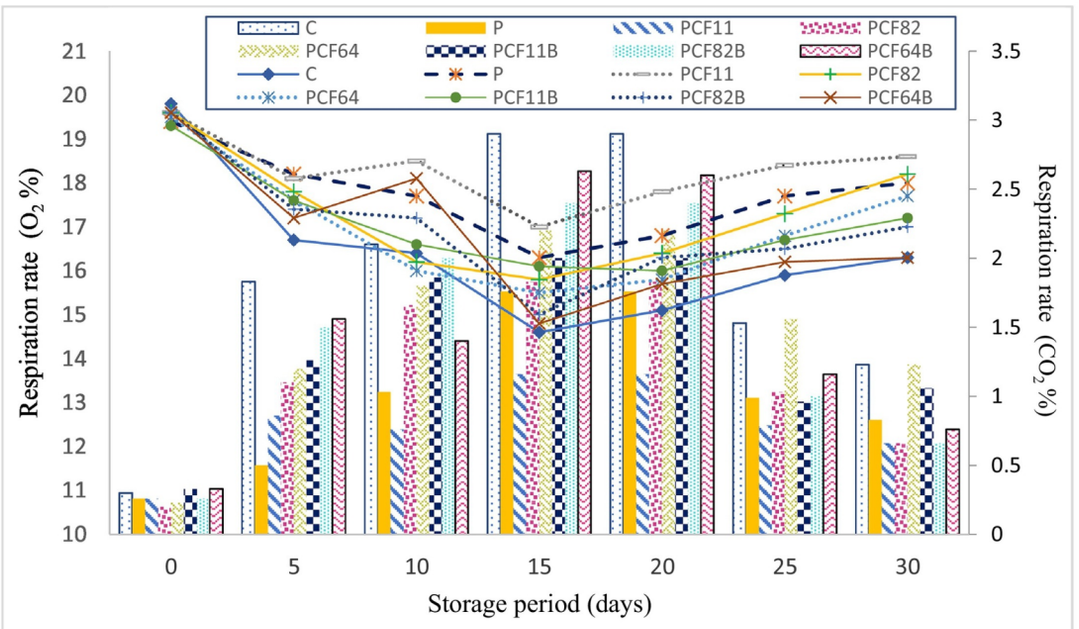


Figure 7. Respiration rate in terms of O_2 & CO_2 (%) of tomatoes stored at 25 °C for 30 d. Primary axis as scatter plot graph represents O_2% whereas secondary axis as bar graph indicates CO_2%.

unstable films. Furthermore, RF films possessed cracks over the surface and insoluble fractions due to insufficient starch gelatinization which decreased their TS and barrier properties. The ATR-FTIR spectra confirmed the presence of functional groups corresponding to starch and pectin in range of 500–4000 cm^{-1}. The variation among different films underlies only in peak intensities due to some molecular changes. Overall, the films made of P-CF ratio (1:1) were more functional and structurally stable as compared to rest of the films, thus, they would make a better alternative for synthetic packaging. Later, the coating was analysed for its effect on physiological weight loss (PWL) and decay (%) in tomatoes (Fig. 6). Also, coated tomatoes were evaluated for respiration rate in terms of O_2 and CO_2 on storage during 25 °C for 3 days (Fig. 7).

Salient Achievements

- Developed edible coatings of corn flour/orange peel/muesli/beetroot powder in combination with pectin.
- Addition of ingredients influenced rheology and stability of the developed coatings.
- Mechanical, functional and thermal properties improved in pectin-corn flour based coatings and Beetroot powder (BP) improved their antioxidant and color properties.
- Pectin-corn flour based coating was found to most effective for shelf life improvement and quality retention of tomato.

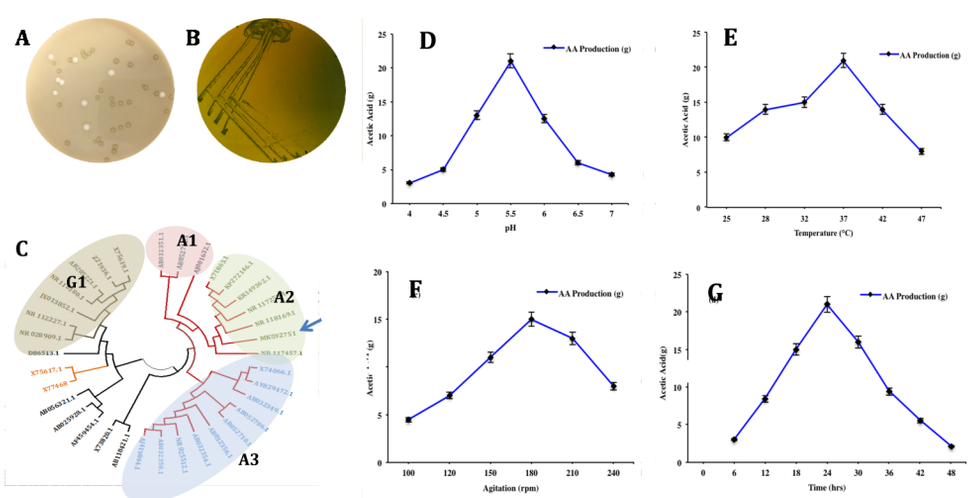
क्षेत्रः द

कम मात्रा–उच्च मूल्य वाले उत्पादों एंव औद्योगिक एंजाइमों के लिए सिंथेटिक बायोलोजी/जैव कृत्रिम प्रौद्योगिकी

इस क्षेत्र में उपलब्ध प्रजातियो के बीच अपनी प्राकृतिक उपलब्ता की बाधाओं को तोड़ने के उत्प्रेरक विशिष्टता और / या प्रसंस्करण उपयोग परिप्रेक्ष्य विशिष्ट लाभ के लिए एंजाइमों को डिज़ाइन करने और उत्पादित करने के विशिष्ट उद्देश्यों को शामिल किया गया है। प्रबल अनुप्रयोग संभावनाओं के मल इंजाइम की एक चयनित संख्या का उत्पादन उनकी किण्वन उत्पाद तथा उत्प्रेरक प्रतिक्रिया उत्पाद की क्षमता को ध्यान में रखकर किया जाएगा। साथ ही, जैव कृत्रिम प्रौद्योगिकी अथवा सिंथेटिक बायोलॉजी अनुसंधान कार्यक्रम के अंतर्गत उच्च मूल्य न्यूट्रास्यूटिकल अणुओं, भोजन और स्वाद योजक तथा रंग आदि का जीनोजेनिक उत्पादन का इरादा है।

द 01: बायो प्रोसेसिंग में इस्तेमाल रोगाणुओं / एंजाइमों का अन्वेषण तथा सिंथेटिक बायोलॉजी से उनके प्रभाव में सुधार

बायोप्रोसेस दवारा कृषि-बायोमास से वर्धित मूल्य उत्पादों के विकास में उपयोग आने वाले संभावित हाइड्रोलाइटिक एंजाइमों की पहचान करने के लिए मेटाजेनोमिक और सिंथेटिक बायोलॉजी दृष्टिकोण अपनाया गया। मेटाजेनोमिक दृष्टिकोण अनियंत्रित चयापचय मार्गों, एंजाइम, और उनके अनुकूलन के एक समृद्व पूल को खोलता है। इस तरह के जीन पूल विशेष रूप नई जैव रासायनिक गतिविधियों अथवा नये एंजाइम के खदान लिए क्षमता प्रदान करने का रोमांच पैदा कर सकते हैं जो कि बायोप्रोसेस के लिए अनुकूल विशेष सब्सट्रेट और प्रयोगात्मक शर्तों के साथ आयोजित किया जा सकता है। मेटोजेनोम बायोकेटलिस, जैव ईंधन और बायोरेमेडिएशन में अनुप्रयोगों के लिए उपन्यास एंजाइमों के विशाल भंडार का प्रतिनिधित्व करते हैं। इससे पहले, हम जायलानेस उत्पादन के लिए एक संभावित जीवाणु एसीनेटोबैक्टर पिट्टी मास्क25 (एम.एट.सि.सि. 25132) की पहचान पर रिपोर्ट कर चुके है। क्रूड जायलानेस के चुंबकीय क्लीय को संभावित रूप से जाइलोपेंटोस और जाइलोहेक्सास (जैव प्रौद्योगिकी प्रौद्योगिकी, 2017, 244: 793-799) की प्रमुख राशि के साथ भौतिक रूप से उपचारित चावल के भूसे और मकई सिल को जाइलोओलेगोस्केराईड में बदलना पाया गया। इसी प्रयास की और एसिटिक एसिड बैक्टीरिया का उच्च व्यावसायिक महत्व हो सकता है क्योंकि एसिटिक एसिड कपड़ा उद्योग, खाद्य उद्योग, पेंट और चिपकने वाले उत्पादों में मूल्य वर्धित उत्पादों का एक प्रमुख मध्यवर्ती है। यह अनुमान है कि एशिया प्रशांत क्षेत्र जल्द ही विश्व बाजार का नेतृत्व करेगा क्योंकि इसका वैश्विक खाद्य और कपड़ा क्षेत्र



चित्र 1 जीवाईसी माध्यम पर हेलोजोन दिखाने वाले आइसोलेट्स को सकारात्मक माना गया और आगे की स्क्रीनिंग के लिए चुना गया कैर मीडिया (ए) पर। हेलोज़ोन कोलोनिज को कैर मीडिया पर स्ट्रीक किया गया। 16 एस एर. डी.एन.ए जीन आधारित फिलोगेनेटिक पृथक एसिटोबैक्टर पेस्ट्यूरिनस स.क.य.ए.ए. 25 (C) का विश्लेषण। एसिटोबैक्टर पेस्ट्यूरिनस स.क.य.ए.ए. 25 द्वारा एसिटिक एसिड का उत्पादन विभिन्न पीएच (डी), तापमान (ई), आंदोलन दर (एफ) और समय (जी) पर जांच की गई।

Area: D

BIOSYNTHETIC TECHNOLOGY/SYNTHETIC BIOLOGY FOR LOW VOLUME-HIGH VALUE PRODUCTS AND INDUSTRIAL ENZYMES

This area entails specific objectives of designing and producing enzymes for specific advantages of catalytic specificity and/or performance in processing use perspective to break the barriers of their natural availability amongst available species. Production of a select number of native enzymes of strong application prospects would also be taken with respect to their fermentative production and/or production of the catalytic reaction product. As well, it is intends to pursue research programs recruiting biosynthetic technology/synthetic biology for xenogeneic production of high value nutraceutical molecules, food and flavor additives, colors etc. in a metabolic pathway approach.

D 01: Exploration of microbes/ enzymes in bioprocessing and improvement in their efficacy through synthetic biology approach

With a focus to identify potential hydrolytic enzymes for their use in bioprocesses for value added products development from agro-biomass, a metagenomics and synthetic biology approach is being followed. Metagenomic approach opens up a rich pool of uncharacterized metabolic pathways, enzymes, and their adaptations. Such gene pool may provide the particularly exciting potential to mine for new biochemical activities or novel enzymes suited for a bioprocess need to be conducted with peculiar substrate and experimental conditions. Metagenomes also represent a huge reservoir of novel enzymes for applications in biocatalysis, biofuels, and bioremediation. Previously, we have reported on the identification of a potential bacterium Acinetobactor pittii MASK25 (MTCC 25132) for xylanase production. Magnetic CLEA of the crude xylanase was found to be potentially transforming the physically treated rice straw and corn cob into xylooligosaccharides with predominant amount of xylopentose and xylohexose (Bioresource Technology, 2017, 244:793-799). Towards this effort, acetic acid producing bacteria could have high commercial importance as acetic acid is a key

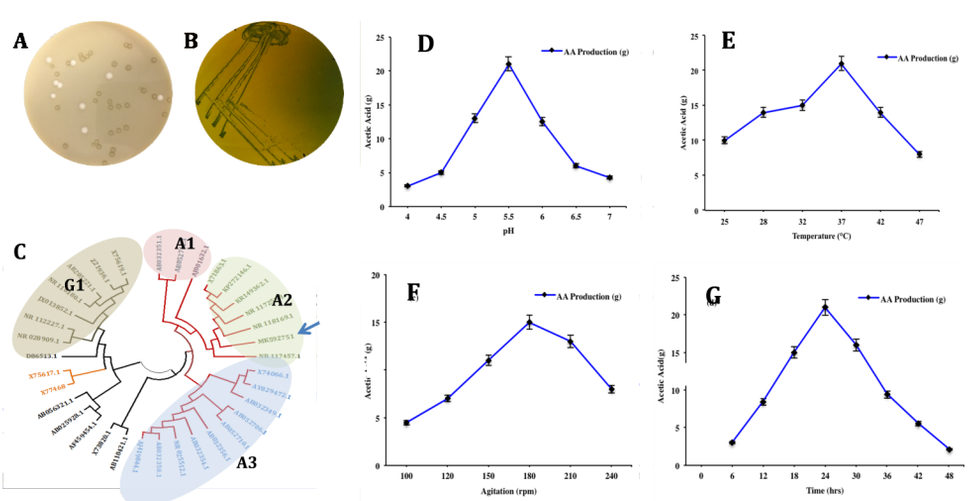


Figure 1. Isolates showing halozone on GYC medium were considered as positive and were selected for further screening on Carr media (A). Halozone producing colonies were streaked on Carr media (B). 16S rDNA gene based phylogenetic analysis of isolated *Acetobacter pasteurianus* SKYAA25 (C). Acetic acid production by *Acetobacter pasteurianus* SKYAA25 strain examined at various pH (D), temperature (E), agitation rate (F) and time (G).

तालिका 1. 7 दिनों के ऊष्मायन के बाद बैक्टीरियल सेलुलोज उत्पाद के लिए कम लागत वाले माध्यम का मूल्यांकन।

S. No.	Production medium	Dry wet. (g/l)	Productivity (g/l/d)
1.	HS Medium control	3.7 ± 0.12	0.52 ± 0.02
3.	Orange pulp medium	2.80 ± 0.14	0.40 ± 0.04
3.	Cane molasses medium	3.60 ± 0.14	0.52 ± 0.19
4.	Corn cob medium	1.80 ± 0.04	0.25 ± 0.01
5.	Rice straw medium	0.80 ± 0.002	0.11 ± 0.01
6.	Tomato juice medium	4.8 ± 0.21	0.68 ± 019

तेजी से बढ़ रहा है। लगभग 75% एसिटिक एसिड उत्पादन मेथनॉल के कार्बोनिलिकेशन के माध्यम से सिंथेटिक मार्ग से होता है और केवल 10% विश्व उत्पादन जैविक मार्ग से प्राप्त होता है। ऐसे सूक्ष्म जीवाणुओं की पहचान करने की आवश्यकता है जो खाद्य अनुप्रयोगों के लिए एसिटिक एसिड को संश्लेषित करने के लिए कृषि-अपशिष्ट का संभावित रूप से उपयोग कर सकते हैं।

अनुसंधान प्रक्रिया

वर्तमान अध्ययन में, एक संभावित बैक्टीरियल आइसोलेट एसिटोबैक्टर पेस्ट्यूरियस स.क.य.ए.ए. 25 को सेब की खली से एसिटिक एसिड़ के बायोकॉवर्सन में बहुत प्रभावी पाया गया (चित्र 1)। पृथक स्ट्रेन 14% तक के उच्च इथेनॉल सांद्रता और 42 डिग्री सेल्सियस के तापमान के लिए सहिष्णु था। अकेले ब्रूइंग खमीर की उपस्थिति में सेब की खली का किण्वन 7.3% बायो-इथेनोल का उत्पादन करता है जो आगे एसिटिक एसिड उत्पादन के उपयोग किया गया। गन्ना गुड़ के साथ संयोजन में एप्पल पोमेस ने 14% बायो-इथेनोल का उत्पादन किया। किण्वित बायो-इथेनोल का उपयोग एसिटिक एसिड के उत्पादन के लिए माध्यम के रूप में किया गया था, जिसमें 52.4 ग्राम एसिटिक एसिड / 100 ग्राम डीएम (ड्राई मैटर) का उत्पादन हुआ था। इस प्रकार एक इकोफ्रेंडली प्रक्रिया विकसित की गई है जो वाणिज्यिक एंजाइमों को शामिल किए बिना एसिटिक एसिड का उत्पादन करने के लिए पूरी तरह से सेब की खली के माइक्रोबियल प्रसंस्करण पर आधारित है। वर्तमान जैव रूपांतरण एसिटिक एसिड के उत्पादन में खाद्य और पेय औद्योगिक कचरे के उपयोग के लिए फायदेमंद साबित होगा।

मुख्य उपलब्धियाँ

- बायोमास से एसिटिक एसिड उत्पादन के लिए एक संभावित जीवाणु एसिटोबैक्टर पेस्ट्यूरियस स.क.य.ए.ए. 25 की पहचान की।
- पहचाने गए जीवाणु इथेनॉल सहिष्णु और थर्मो-सहिष्णु थे।
- आइसोलेट को सेब के पोमेस से एसिटिक एसिड में व्युत्पन्न इथेनॉल के बायोकॉनवर्जन के लिए कुशल पाया गया।

द 02: बैक्टीरिया सेल्युलोज, दुर्लभ और कार्यात्मक शर्करा के उत्पादन के लिए कृषि बायोमास का प्रसंस्करण

बड़ी मात्रा में अपशिष्ट जल (तरल मट्ठा) डेयरी प्रसंस्करण के साथ-साथ डेयरी उत्पादों के छोटे पैमाने पर उत्पादकों से निकलता है, जो औद्योगिक अपशिष्टों के सबसे बड़े स्रोतों में से एक है। इस प्रकार, डेयरी उत्पादन से उत्पन्न अपशिष्ट जल और कार्बनिक अवशेषों को बड़े आर्थिक मूल्य के उत्पादों में परिवर्तित करने की क्षमता होती है यदि उचित प्रक्रिया प्रौद्योगिकी कार्यरत हो। चीज़, पनीर और भारतीय छैना उत्पादन की प्रक्रिया में मट्ठा एक प्रमुख उप-उत्पाद है। दूध कैसिइन तैयारी मट्ठा को अलग करने के बाद तरल शेष समाधान है। उपर्युक्त के मद्देनजर, यह स्पष्ट है कि चूंकि मट्ठा में कई तत्व होते हैं, जिन्हें एकीकृत मल्टी-मोड्यूलर फैशन में मूल्य वर्धित उत्पादों में पुनः प्राप्त करने और / या रूपांतरित करने की आवश्यकता होती है, ताकि पूर्ण संसाधन वसूली तकनीक बनाई जाए, जिसे उत्पादकों द्वारा उचित रूप में भर्ती किया जा सके। उनके लिए पसंद, उपयुक्तता, सामर्थ्य, रुचि और उद्देश्य, अर्थशास्त्र और व्यवसाय के अन्य

Table 1. Evaluations of low-cost medium for bacterial cellulose production after 7 days incubations.

S. No.	Production medium	Dry wet. (g/l)	Productivity (g/l/d)
1.	HS Medium control	3.7 ± 0.12	0.52 ± 0.02
3.	Orange pulp medium	2.80 ± 0.14	0.40 ± 0.04
3.	Cane molasses medium	3.60 ± 0.14	0.52 ± 0.19
4.	Corn cob medium	1.80 ± 0.04	0.25 ± 0.01
5.	Rice straw medium	0.80 ± 0.002	0.11 ± 0.01
6.	Tomato juice medium	4.8 ± 0.21	0.68 ± 019

intermediate of value added products in textile industry, food industry, paint and adhesives. It is estimated that the Asia Pacific region will soon lead the world market as its global food and textile sector is rapidly growing. Approximately, 75% of the acetic acid production is by synthetic route through carbonylation of methanol and only around 10% of world production is achieved via biological route. There is need to identify microbes which can potentially use agro-waste to synthesize acetic acid for food applications.

Research Process

In present study, a potential bacterial isolate *Acetobacter pasteurianus* SKYAA25 was found to be very effective in the bioconversion of apple pomace to acetic acid (Fig. 1). The isolated strain was tolerant to high ethanol concentrations of upto 14% and temperature of 42 °C. Fermentation of apple pomace alone in presence of brewing yeast produced 7.3% of bio-ethanol which was further used for acetic acid production. Apple pomace in combination with cane molasses produced 14% of bio-ethanol. The fermented bio-ethanol was used as medium for acetic acid production which yielded 52.4 g of acetic acid/100 g of DM (Dry Matter) of apple pomace. Hence, an ecofriendly process has been developed that is entirely based on microbial processing of apple pomace to produce acetic acid without involving commercial enzymes. The present bio-conversion will prove to be beneficial for utilizing food and beverage industrial waste in the production of acetic acid.

Salient Achievements

- Identified a potential bacterium Acetobacter pasteurianus SKYAA25 for acetic acid production from biomass.
- The identified bacterium was ethanol tolerant and thermo-tolerant.
- Isolate was found to be efficient for bioconversion of ethanol derived from apple pomace into acetic acid.

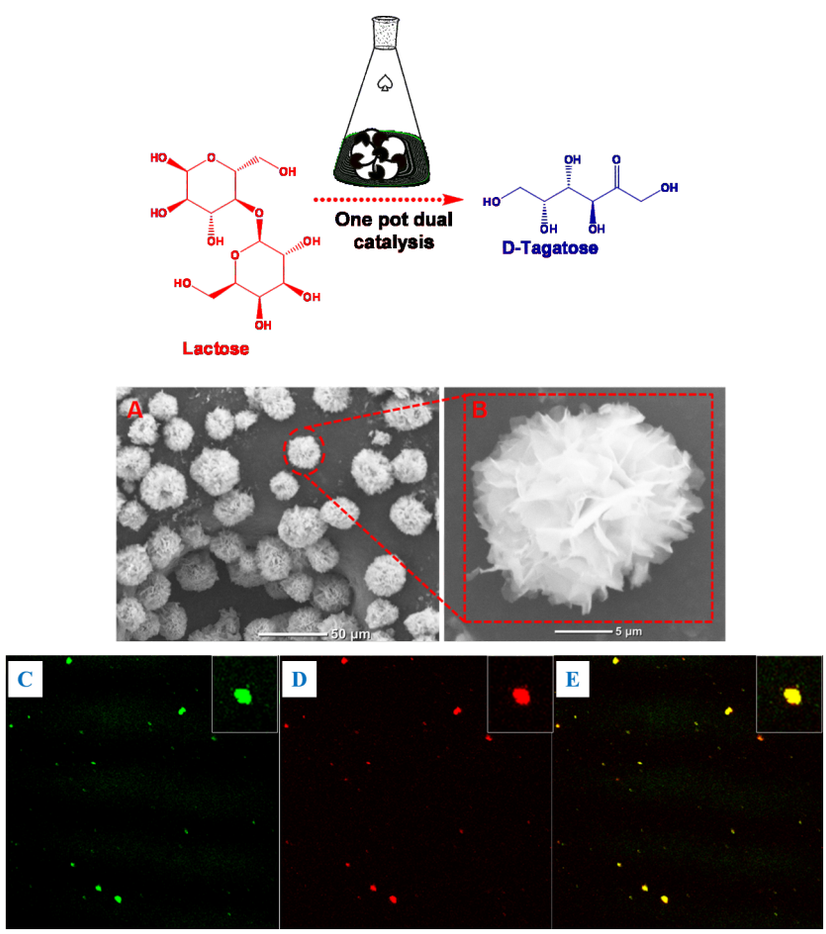
D 02: Processing of agro-biomass for the production of bacterial cellulose, rare and functional sugars

Large amount of wastewater (liquid whey) emerges from milk processing in dairies as well as small scale producers of milk products, which form one of the largest sources of industrial effluents. Thus, waste water and organic residues produced from dairy production have potential to be converted into products of large economic value if the proper process technology is employed. Whey is a major byproduct in the process of cheese, paneer and Indian chhaina production. After separating milk casein preparation whey is the liquid remaining solution. In view of above, it is clear that since whey contains multiple ingredients which need to be recovered and/or transformed into value added products in an integrated multi-modular fashion so that complete resource recovery technology is created that can be recruited by producers as appropriate for them from choice, suitability, affordability, interest and other perspectives of aims, economics and business. With this perspective, process(es) has been standardized for

दृष्टिकोण से। इस परिप्रेक्ष्य के साथ, मूल्य वर्धित सामग्रियों की अधिकतम वसूली के साथ-साथ अन्य अवयवों को उच्च मूल्य के यौगिकों में बदलने के लिए प्रक्रिया (तों) को मानकीकृत किया गया है। इसके अतिरिक्त, दुर्लभ और कार्यात्मक शर्करा के उत्पादन के लिए अन्य कृषि-बायोमास का भी पता लगाया जा रहा है।

अनुसंधान प्रक्रिया

मट्ठा प्रोटीन, बैक्टीरिया सेल्युलोज, डी-टैगैटोज और कैल्शियम साइट्रेट जैसे उत्पादों के उत्पादन के लिए मट्ठा उपयोग की एक बहु-मॉड्यूल एकीकृत प्रक्रिया विकसित की गई है। तरल मट्ठा से मट्ठा प्रोटीन के पृथक्करण के बाद, लैक्टोज में समृद्ध डिप्रोटिनेटेड मट्ठा का उपयोग एसिटोबैक्टर पाश्चरियन (एमटीसीसी 25117) के हाइपर-उत्पादक मालिकाना तनाव (आरएसवी -4) का उपयोग करके बैक्टीरिया सेलुलोज के उत्पादन के लिए कई गुणों की एक विशेष डिजाइन इकाई का उपयोग करके स्थिर संस्कृति प्रक्रिया के लिए किया गया है। बैक्टीरियल सेलुलोज किसी भी मध्यम योगों में निर्मित होता है और प्रक्रिया को किसी भी राशि, आकार, आकृति और आयाम तक बढ़ाया जा सकता है। अब इस प्रक्रिया को मानक एचएस मीडियम पर बैक्टीरियल सेलुलोज उत्पादन के साथ तुलना में और 100 लीटर स्केल से अधिक अपस्केल उत्पादन के लिए अनुकूलित किया गया था। साथ ही, कृषि वानिकी उद्योगों से कई अवशेष जैसे कि चावल का भूसा एसिड हाइड्रोलाइजेट, कॉर्न कोब एसिड हाइड्रोलाइजेट, टमाटर का रस,



चित्र 2. बीटा-गैलेक्टोसिडेज और एल-अरबिनोस आइसोमेरेज़ (ए) युक्त हाइब्रिड नैनोफ्लॉवर की एसईएम छवि (ए) की संरचना में कई पंखुड़िया दिखाने वाले एक नैनोफ्लोवर की आवर्धित एसईएम (बी) हाइब्रिड नैनोफ्वावर में बीटा-गैलाक्टोसिडेज के हरे फ्लोरोसेंट का सीएलएसएम माईक्रोग्राफ (सी,) हाईब्रिड नौनोफ्लावर में एल-अरिबनोस आइसोमरेस के लाल फ्लोरोसेंट का सीएलएसएम माईक्रोग्राफ (डी) और, हरे और लाल फ्लोरोसेंट हाईब्रिड नैनोफ्लोरोसेंट की विलय छवि (ई)।

maximum recovery of value added ingredients as well as transformation of other ingredients into high value compounds. Additionally, other agro-biomasses are also being explored for the production of rare and functional sugars.

Research Process

A multi-module integrated process of whey utilization for the production of products like whey proteins, bacterial cellulose, D-tagatose and calcium citrate has been developed. After the separation of whey proteins from liquid whey, deproteinized whey rich in lactose has been used for static culture procedure using a special design unit of multiple merits for the production of bacterial cellulose using a hyper-producer proprietary strain (RSV-4) of *Acetobacter pasteurians* (MTCC 25117). Bacterial cellulose is produced in any medium formulations and process can be scaled up to any amount, size, shape and dimension.

Now this process was further compared with the bacterial cellulose production on standard HS medium and also optimized for upscale production at more than 100 L scale. Also, several residues from agro-forestry industries such as rice straw acid hydrolysate, corn cob acid hydrolysate, tomato juice, cane molasses and orange pulp were

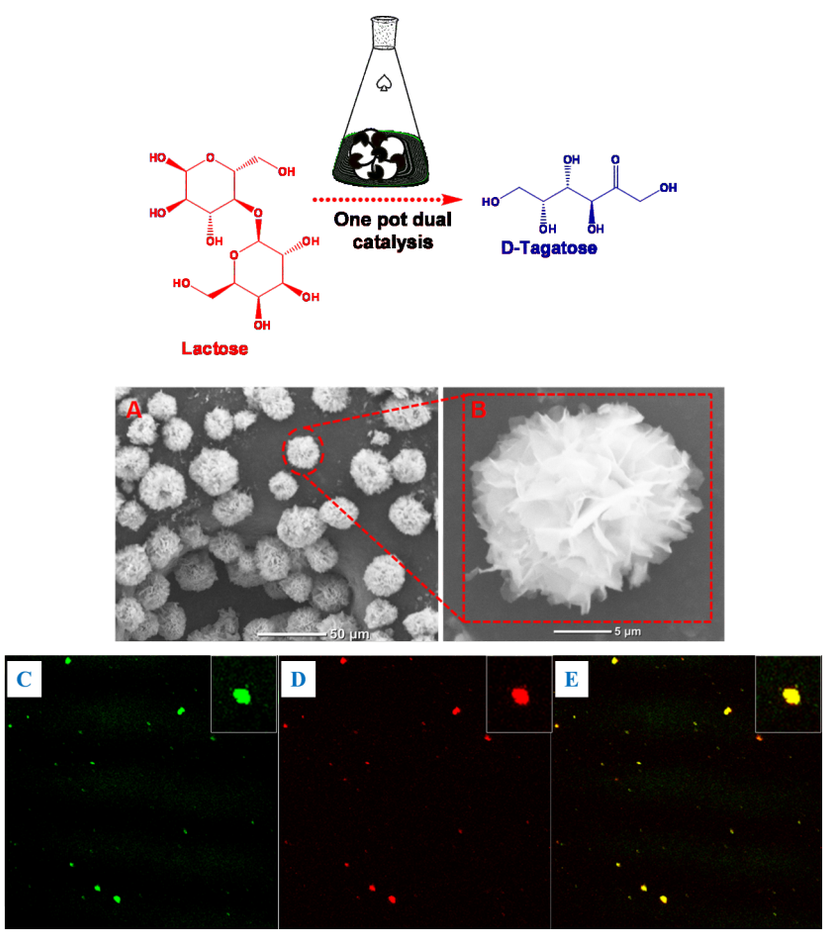


Figure 2. SEM image of hybrid nanoflowers containing beta-galactosidase and L-arabinose isomerase (A), magnified SEM image of single nanoflower showing many petals in the structure (B). CLSM micrograph of green fluorescent of beta-galactosidase in hybrid nanoflower (C), CLSM micrograph of red fluorescent of L-arabinose isomerase in hybrid nanoflower (D), and merged image of green and red fluorescent hybrid nanoflower (E).

बेंत गुड़ और नारंगी गूदा का मूल्यांकन एसिटोबैक्टर पेस्टुरियस आरएसवी -4 द्वारा बैक्टीरियल सेलुलोज के उत्पादन के लिए आर्थिक स्रोत के रूप में किया गया था। बैक्टीरियल सेलुलोज ने टमाटर के रस का उपयोग करके 7.8 ग्राम / लीटर की महत्वपूर्ण उपज प्राप्त की, जिसके बाद 3.6 ग्राम / लीटर गन्ने के छिलके का उपयोग किया और ऊष्मायन के 7 दिनों के बाद नारंगी के गूदे का उपयोग करके 2.8 ग्राम / लीटर (तालिका 1) इसके अलावा, बैक्टीरियल सेलुलोज के अधिकतम उत्पादन के लिए किण्वन का इष्टतम पीएच और तापमान 4.5 और 30±1 ° C था। उत्पादित जीवाणु सेलूलोज़ को एफटीआईआर, एसईएम, टीजीए और डीएससी के माध्यम से चित्रित किया गया था। यह बहुत अच्छी गुणवत्ता का पाया गया था। इन विभिन्न कृषि-अपशिष्ट अवशेषों पर पहचान किए गए तनाव से उत्पन्न बैक्टीरिया सेलुलोज वाणिज्यिक उत्पादन के लिए एक लागत प्रभावी तकनीक हो सकता है। इस तरह के शुद्ध बैक्टीरिया सेल्यूलोज को व्यावसायिक अनुप्रयोगों जैसे कि ऑडियो इंस्ट्रूमेंट्स के लिए ध्वनिक डायाफ्राम, जैविक ड्रेसिंग और अस्थायी त्वचा के विकल्प, गैर-बुने हुए कपड़े और कागज, गैर-कैलोरिक थोक और प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों में स्थिर करने वाले एजेंट मिल सकते हैं। बैक्टीरिया लैक्टोज के ग्लूकोज की मात्रा (ग्लूकोज और गैलेक्टोज के एक डिसैकेराइड) और बैक्टीरियल सेलुलोज उत्पादन के बाद मट्ठा माध्यम अवशिष्ट का उपयोग करके बैक्टीरियल सेलुलोज का उत्पादन करता है जिसमें गैलेक्टोज शामिल था, जिसका उपयोग लगभग शून्य कैलोरी, डी-टैगैटोज़ के साथ एक उच्च शर्करा वाले दुर्लभ शर्करा (मोनोसैकराइड) का उत्पादन करने के लिए किया गया था। 40% से अधिक रूपांतरण दर (एसीएस सस्टेनेबल केम. एनजी., 2018, 6 (5), पृष्ठ सं. 6296–964304) के साथ देशी और स्थिर पुनः संयोजक एल-अरेबिनोज आइसोमेरेज एंजाइम का उपयोग करके टैगैटोज़। लैक्टोज के एक मटका रूपांतरण को टैगैटोज में प्राप्त करने के लिए, दो एंजाइमैटिक प्रोटीन बीटा-गैलेक्टोसिडेज और एल-अरेबिनोज आइसोमेरेज का एक संकर मैंगनीज नैनोफ्लावर विकसित किया गया था और इसकी विशेषता थी (चित्र 2)। संतुलन के स्तर पर लैक्टोज के प्रत्यक्ष रूपांतरण के लिए एक प्रक्रिया को भी अनुकूलित किया गया था।

मुख्य उपलब्धियाँ

- पहचाने गए बैक्टीरिया के तनाव के साथ, बैक्टीरियल सेलुलोज उत्पादन की प्रक्रिया की तुलना मानक माध्यम से की गई और मट्ठा माध्यम पर 100 लीटर से अधिक उत्पादन के लिए अपग्रेड किया गया।
- टमाटर के रस में उच्च पैदावार के साथ कई अन्य कृषि-अवशेषों पर भी बैक्टीरियल सेलुलोज का कुशलतापूर्वक उत्पादन करने के लिए एक ही बैक्टीरिया का तनाव पाया गया था।
- एक पूरी तरह से उपन्यास हाइब्रिड नैनोकम्पोजिट जिसमें दो एंजाइम बीटा-गैलेक्टोसिडेज़ और एल-अरबिनोज आइसोमेरेज़ शामिल हैं, लैक्टोज के टैगैटोज़ में सीधे रूपांतरण के लिए विकसित किया गया है।

द 03: डी-फ्रुक्टोज को डी-एलुलोज के एपिमेराइजेशन के लिए एक नवीन डी-एलुलोज 3-एपिमेरेज़

डी-एलुलोज डी-फ्रुक्टोज का सी-3 एपिमेर है। यह एक दुर्लभ चीनी है जिसमें सुक्रोज की सापेक्ष मिठास 90% होती है, लेकिन सूक्रोज़ के तुलना में कैलोरी लगभग शून्य होता है। इसके अलावा, यह भंडारण स्थिरता और खाद्य उत्पादों की गुणवत्ता को बढ़ाने के लिए दिखाया गया है, उदाहरण के लिए बनावट, एंटीऑक्सिडेंट प्रॉपर्टी और माउथफिल।लाभकारी शारीरिक क्रियाओं जैसे कि कम ग्लाइसेमिक, रक्त ग्लूकोज को कम करना , एंटी-डिसिप्लिडेमिक, एंटी-ऑक्सीडेटिव, और न्यूरोप्रोटेक्टिव इफेक्ट्स आदि को कम करने के लिए डी-एलुलोज का सुझाव दिया गया है। डी-एलुलोज को जीआरएएस का दर्जा दिया गया है, और यह विविध मानव स्वास्थ्य लाभों के कारण खाद्य और चिकित्सा उद्योगों में तेजी से महत्वपूर्ण होता जा रहा है। अब तक कुल 17 जीन, एंजाइम डी-एलुलोज 3-एपिमेरेज़ को एन्कोडिंग करते हैं, डी-एलुलोज के उत्प्रेरक उत्पादन के लिए माइक्रोबियल स्रोतों से विशेषता है। हमने पहली बार एक नवीन डी-एलुलोज 3-एपिमेरेज़ जीन (S2PE2) की खोज की है, जो पहली बार अत्यधिक तापमान के एक थर्मल जलीय निवास स्थान के मेटाजनोमिक जानकारी से है।

अनुसंधान प्रगति

डी- एलुलोस 3 - एपिमेरेज़ गतिविधि के लिए संरक्षित उत्प्रेरक अवशेषों वाले डीएनए टुकड़े को अत्यधिक तापमान के एक जलीय निवास स्थान के नमूने से क्लोन किया गया है। जीन अनुक्रम सार्वजनिक NCBI डेटाबेस (BLASTn विश्लेषण पर कोई हिट नहीं) में मौजूद किसी भी न्यूक्लियोटाइड अनुक्रम के साथ कोई मैच नहीं दिखाता है। प्रोटीन स्तर पर, यह नवीन एंजाइम एक महत्वपूर्ण

evaluated as the economical source for the production of bacterial cellulose by *Acetobacter pasteurianus* RSV-4. The bacterial cellulose attained the significant yield of 7.8 g/L using tomato juice, followed by 3.6 g/L using cane molasses and 2.8 g/L using orange pulp after 7 days of incubation (Table 1). Furthermore, the optimum pH and temperature of fermentation for maximum production of bacterial cellulose was 4.5 and 30±1°C. The produced bacterial cellulose was characterized through FTIR, SEM, TGA and DSC and found to be of very good quality. The bacterial cellulose produced by identified strain on these various agro-waste residues could be a cost effective technology for commercial production. Such pure bacterial cellulose may find commercial applications such as acoustic diaphragms for audio instruments, biological dressing and temporary skin substitutes, non-woven fabric and paper, non-caloric bulking and stabilizing agents in processed foods.

Bacterium produces bacterial cellulose by utilizing glucose moiety of lactose (a disaccharide of glucose and galactose) and the whey medium residual after bacterial cellulose production that contains galactose was further used to produce a high value rare sugar (monosaccharide) with nearly zero calorie, D- tagatose using native and immobilized recombinant L-arabinose isomerase enzyme with more than 40% conversion rate (ACS Sustainable Chem. Eng., 2018, 6 (5), pp 6296–6304). To achieve one pot conversion of lactose to tagatose, a hybrid manganese nanoflower of two enzymatic proteins beta-galactosidase and L-arabinose isomerase was developed and characterized (Fig. 2). A process was also optimized for the direct conversion of lactose into tagatose at equilibrium level.

Salient Achievements

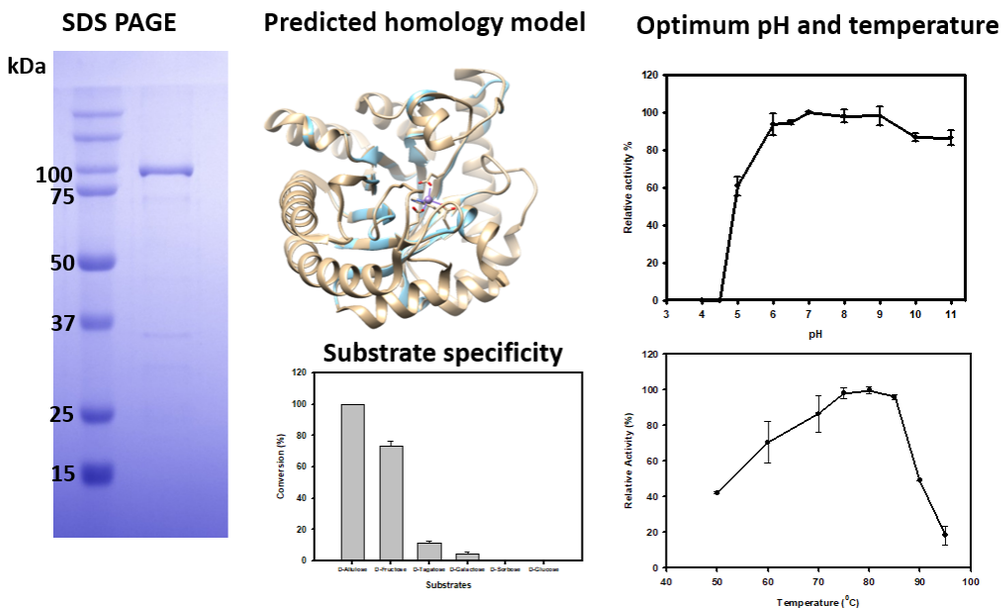
- With the identified bacterial strain, process of bacterial cellulose production was compared with the standard medium and upscaled to more than 100 L scale production on whey medium.
- The same bacterial strain was also found to be efficiently producing bacterial cellulose on several other agro-residues with higher yield in tomato juice.
- A completely novel hybrid nanocomposite consisting of two enzymes beta-galactosidase and L-arabinose isomerase for direct conversion of lactose into tagatose has been developed.

D 03: A novel D-allulose 3-epimerase for epimerisation of D-fructose to D-allulose

D-allulose is a C-3 epimer of D-fructose. It is a rare sugar having 70% of the relative sweetness of sucrose, but contrasts with sucrose by having almost zero caloric value. Further, it has been shown to enhance storage stability and quality of food products, for example texture, antioxidant property and mouthfeel. D-allulose has been suggested to exert beneficial physiological functions such as low glycemic, blood glucose suppressive, anti-dyslipidemic, anti-oxidative, and neuroprotective effects etc. D-allulose has been accorded GRAS status, and it is becoming increasingly important in food and medical industries due to multifarious human health benefits. Till now a total of 17 genes, encoding the enzyme D-allulose 3-epimerase, have been characterized from microbial sources for the catalytic production of D-allulose. We have discovered a novel D-allulose 3-epimerase gene (S2PE2), for the first time, from the metagenomic information of a thermal aquatic habitat of extreme temperature.

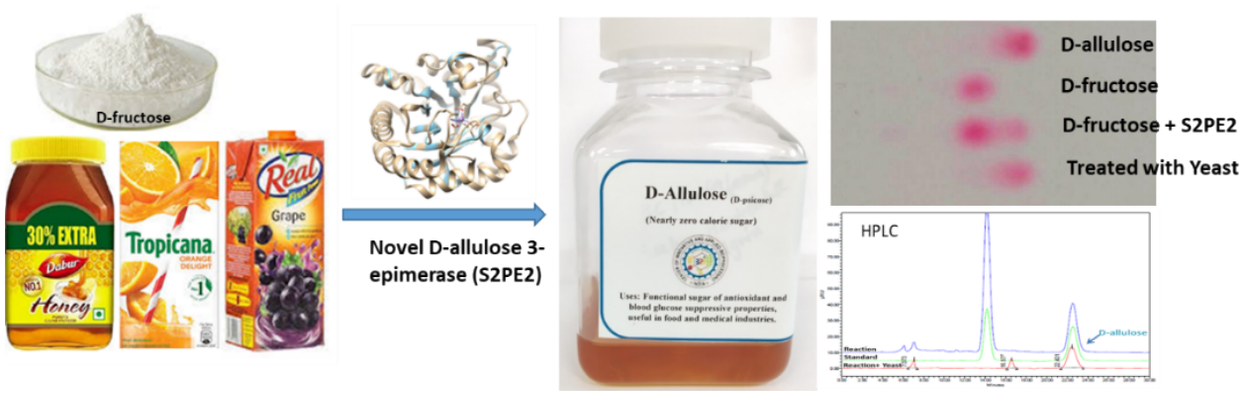
Research Progress

A DNA fragment containing conserved catalytic residue for D-allulose 3-epimerase activity has been cloned from the metagenome of an aquatic habitat sample of extreme temperature. The gene sequence does not show any match with any nucleotide sequence present in the public NCBI database (no hit on BLASTn analysis). At protein level, this novel enzyme exhibits a significant dissimilarity (55 to 70%) with the D-alluose 3-epimerase proteins known till date. The gene was expressed in Escherichia coli host cells, and the protein was purified by nickel-nitrilotriacetic acid (Ni-NTA) agarose affinity chromatography. The



चित्र 3. एक नवीन डी-एलुलोज 3-एपिमेरेस की लक्षण। इष्टतम पीएच और तापमान, और सब्सट्रेट विशिष्टता निर्धारित किया गया है।

असमानता दर्शाती है (55 से 70%) विदित डी-एलुओस 3-एपिमेरेज़ प्रोटीन के साथ। जीन को एस्चेरिचिया कोली होस्ट कोशिकाओं में व्यक्त किया गया था, और प्रोटीन को निकेल-नाइट्रिलोट्रीएसेटिक एसिड (नी- एनटीए) ऐगारोस एफिनिटी क्रोमैटोग्राफी द्वारा शुद्ध किया गया था।जीन का अनुवादित उत्पाद डी-एलुलोज 3-एपिमैरेज गतिविधि प्रदर्शित करता है, जो डी-फ्रुक्टोज के डी-एलुलोज़ में रूपांतरण को उत्प्रेरित करता है नवीन एंजाइम ने पीएच 7 तथा 80 डिग्री सेल्सियस तापमान पर अपनी इष्टतम उत्प्रेरक क्रियाकलाप का प्रदर्शन किया (चित्र 3)। नवीन प्रोटीन की उत्प्रेरक गतिविधि कई द्विसंयोजक धातु आयनों की उपस्थिति में जांच की गई है, परख प्रतिक्रिया में 1 mM के अंतिम एकाग्रता में जोड़ा गया है. नवीन एंजाइम ने Co^{2+} की उपस्थिति में अधिकतम उत्प्रेरक क्रियाकलाप दिखाया। एंजाइम की सब्सट्रेट आत्मीयता की जांच विभिन्न चीनी अणुओं, जैसे डी-एलुलोज, डी-



चित्र 4. डी-फ्रुक्टोज युक्त फीड-स्टॉक्स से डी-एलुलोज जैवसंश्लेषण।

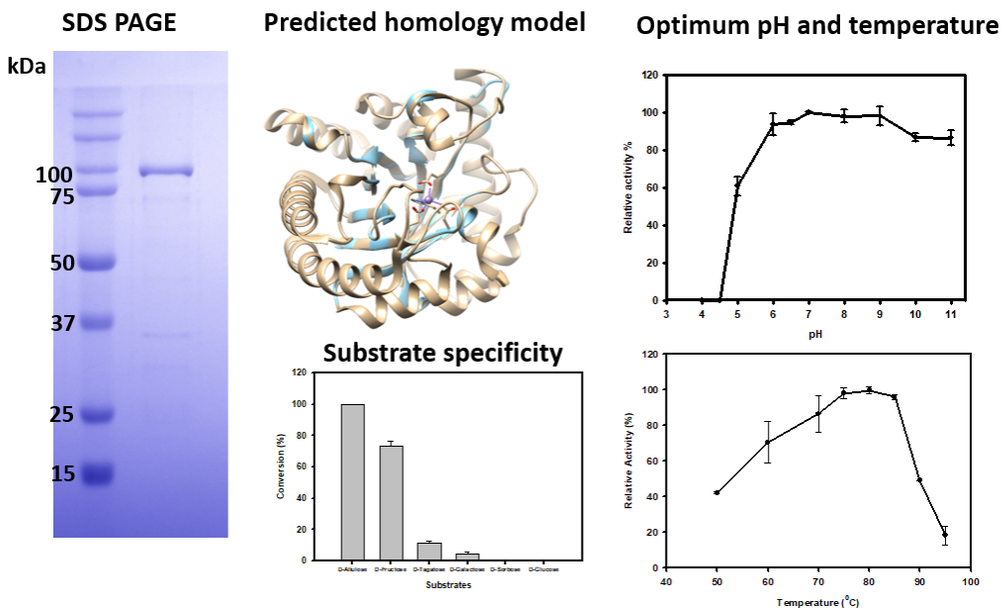


Figure 3. Characterization of a novel D-allulose 3-epimerase. Optimum pH and temperature, and substrate specificity have been determined

translated product of the gene displayed D-allulose 3-epimerase activity, catalyzing the transformation of D-fructose into D-allulose. The novel enzyme exhibited its optimum catalytic activity at pH 7 and 80 °C temperature (Fig. 3). The catalytic activity of the novel protein have been examined in the presence of several divalent metal ions, added at the final concentration of 1 mM in the assay reaction. The novel enzyme showed the maximum catalytic activity in the presence of Co^{2+}. Substrate affinity of the enzyme was examined by using different sugar molecules, such as D-allulose, D-fructose, D-tagatose, D-sorbose, D-galactose and D-glucose, as substrates. The novel enzyme showed the maximum affinity with D-allulose, followed by D-fructose, and D-tagatose. The results indicated that the novel enzyme is D-allulose 3-epimerase.

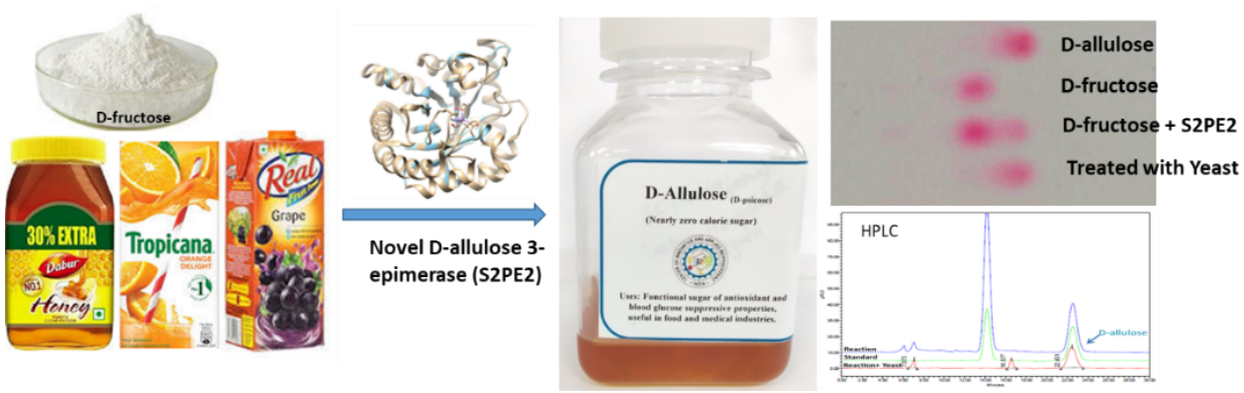


Figure 4. D-allulose biosynthesis from D-fructose containing feedstocks

फ्रुक्टोज, डी-टैगाटोज, डी-गैलैक्टोज और डी-ग्लूकोस, सब्सट्रेट के रूप में उपयोग करके जांच की गई। नवीन एंजाइम ने डी-एलुलोज के साथ अधिकतम आत्मीयता दिखाई, इसके बाद डीफ्रक्टोज, और डी-टैगैटोज। परिणामों से संकेत मिलता है कि नवीन एंजाइम डी-एलुलोज 3-एपिमैरेज है।

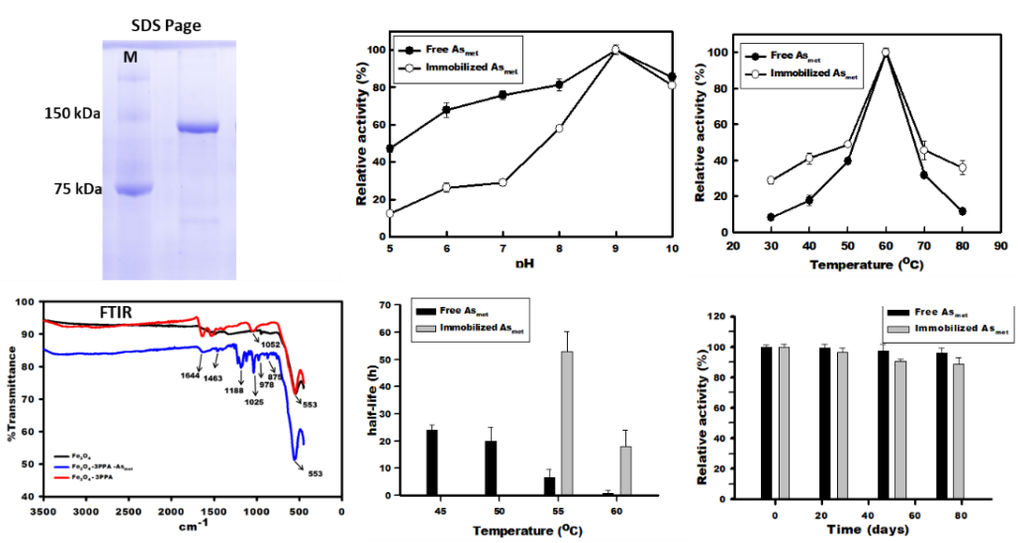
एंजाइम को अलग-अलग समय अंतराल के लिए 60 °C, 70°C और 80 °C पर गर्म करने के लिए उजागर किया गया था। फिर, मानक एंजाइमी परख एंजाइम के थर्मल स्थिरता की जांच करने के लिए इष्टतम प्रतिक्रिया शर्त के तहत प्रदर्शन किया गया. प्रोटीन ने अपनी अवशिष्ट गतिविधि का आधा भाग 9900, 3300 और 49 मिनट के बाद 60 °C, 70 °C और 80 °C पर रखा। यह अब तक ज्ञात सबसे थर्मल-स्थिर डी-एलुलोज 3-एपिमेरेज है। बायोकॉनवर्जन अनुपात 71: 29 (फ्रुक्टोज: एलुलोज) प्राप्त किया गया था। इस एंजाइम द्वारा बायोमास युक्त कई प्रकार के डी- फ्रुक्टोज का उपचार सफलतापूर्वक डी-एलुलोस (चित्र 4) को बायोसिंथेसाइज्ड किया गया है। फलों के रस के नमूनों में डी-फ्रुक्टोज से डी-एलुलोस रूपांतरण के लिए नवीन बायोकाटलिस्ट प्रणाली को नियोजित किया गया है।उत्प्रेरक उत्पाद को शुद्ध किया गया है, और टीएलसी, एचपीएलसी, और एनएमआर द्वारा पुष्टि की गई थी।

मुख्य उपलब्धियाँ

- एक नवीन डी-एलुलोज 3-एपिमरेस जीन की खोज थर्मल जलीय आवास की मेटेजनोमिक सूचना से की गई है।
- नवीन एंजाइम को डी-फ्रुक्टोज से डी-एलुलोज के उत्प्रेरक उत्पादन के लिए विशेषता दी गई है।

द 04: सूक्रोज से टयूरनोज आइसोमेराइजेशन के लिए एक नवीन अमाइलोसुक्रेज

ट्यूरनोज (ग्लुकोपाइरानोज़िल-D-फ्रुक्टोज) सूक्रोज के आइसोमर्स में से एक है। यह एक दुर्लभ चीनी के रूप में शहद में प्राकृतिक रूप से मौजूद अपचायी शर्करा डाइसैकराइड है। एक गैर-कारियोजेनिक डाइसैकराइड होने के कारण, ट्यूरनोज का उपयोग दंत तामचीनी के विघटन से बचाता है। वसा ऊतकों में लिपिड संचय पर इसकी कम-ग्लाइसेमिक प्रतिक्रिया और दमनकारी प्रभाव के मद्देनजर, इसे अगली पीढ़ी के होनहार कम-कैलोरी और अन-किण्वनीय वैकल्पिक स्वीटनर के रूप में प्रचारित किया जा रहा है। अमाइलोसुक्रेज ट्रांसग्लाइकोसिलेशन प्रतिक्रिया को उत्प्रेरित करता है, जो सूक्रोज से टयूरनोज उत्पन्न करता है। आज तक लगभग 13 अमाइलोसुक्रेज रिपोर्ट किए गए हैं, जिनमें से 7 जीनों का उपयोग करके ट्यूरोनोज़ उत्पादन स्थापित किया गया है।



चित्र 5. सुक्रोज बायोमास के ट्रान्सऑन में परिवर्तन।

The enzyme was exposed to heat at 60 °C, 70 °C, and 80 °C for different time intervals. Then, standard enzymatic assays were performed under optimum reaction condition to examine thermal stability of the enzyme. The protein retained half of its residual activity at 60 °C, 70 °C and 80 °C after 9900, 3300 and 49 minutes of their incubation at the respective temperatures. This is the most thermal-stable D-allulose 3-epimerase known till date. The bioconversion ratio of 71 : 29 (fructose : allulose) was achieved. Treatment of a variety of D-fructose containing biomass by this enzyme successfully biosynthesized D-allulose (Fig. 4). The novel biocatalyst system has been employed for D-fructose to D-allulose conversion in fruit juice samples. The catalytic product was purified and confirmed by TLC, HPLC, and NMR.

Salient Achievements

- A novel D-allulose 3-epimerase gene has been discovered from the metagenomic information of a thermal aquatic habitat.
- The novel enzyme has been characterized for catalytic production of D-allulose from D-fructose.

D 04: A novel amylosucrase for isomerization of sucrose into turanose

Turanose (3-O-α-D-glucopyranosyl-D-fructose), is one of the isomers of sucrose. It is a reducing disaccharide, naturally present in honey as a rare sugar. Being a non-cariogenic disaccharide, use of turanose can avoid demineralization of dental enamel. In the view of its low-glycaemic response and suppressive effect on lipid accumulation in adipose tissues, it is is being promoted as a promising low-calorie and un-fermentable alternative sweetener of next-generation. Amylosucrase catalyzes transglycosylation reaction, generating turanose from sucrose. To date about 13 amylosucrases have been reported, out of which turanose production has been established by using 7 genes.

Research Progress

We have identified a novel gene encoding amylosucrase from the metagenomic data of a hot-water reservoir. NCBI BLAST analysis of the putative amylosucrase gene (Asmet) against the NR public database revealed an identity of 77% with the genomic regions of Chloroflexus sp. Y-400-fl and Chloroflexus aurantiacus J-10-fl. It

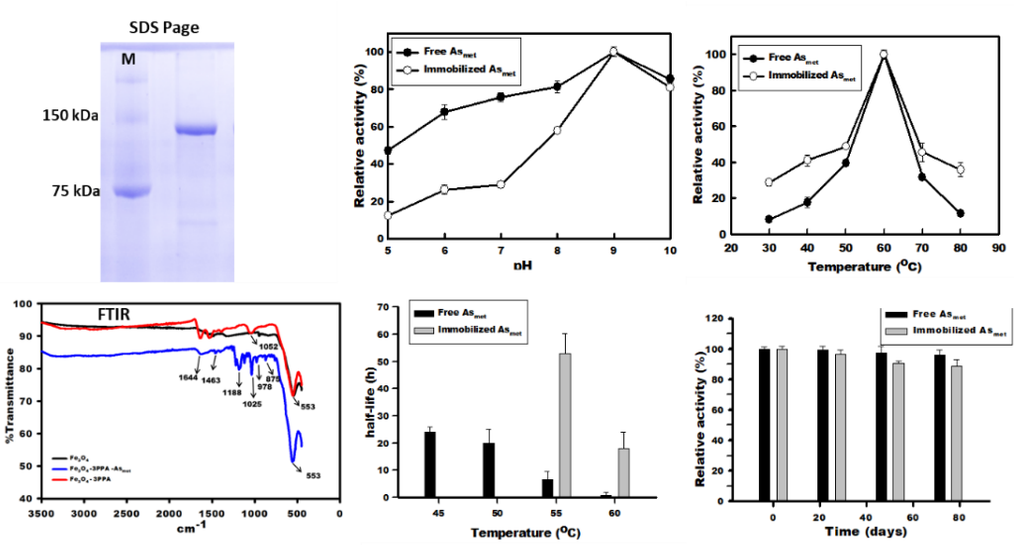


Figure 5. Characterization of amylosucase in free and immobilized forms.

अनुसंधान प्रगति

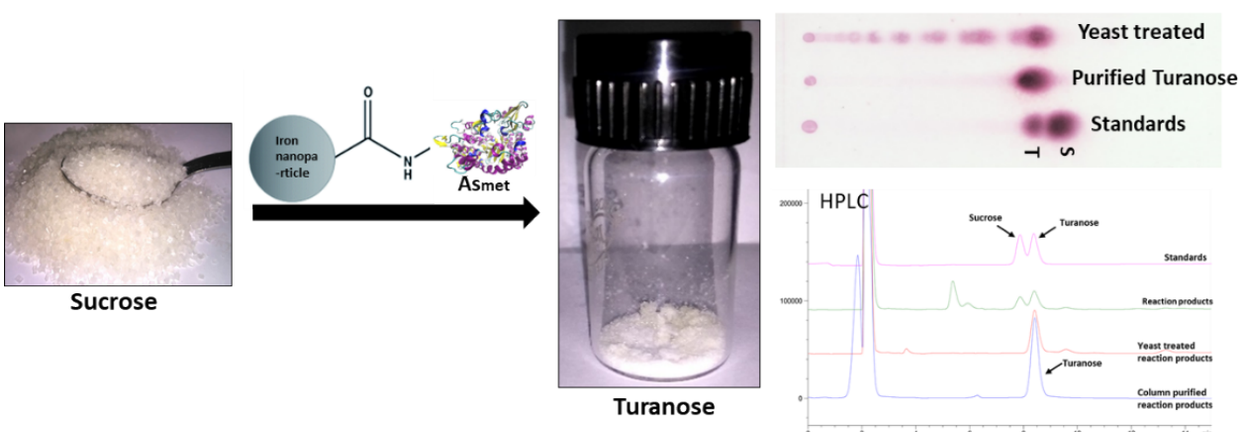
हमने गर्म पानी के जलाशय के मेटाजनोमिक डेटा से एक नया अमाइलोसुक्रेज जीन की पहचान की है। एन- आर डेटाबेस सार्वजनिक डेटाबेस के खिलाफ कल्पित अमाइलोसुक्रेज जीन (Asmet) के एन सी बी आई- ब्लास्ट विश्लेषण ने क्लोरोफ्लेक्सस वाई-400-फ्लो और क्लोरोफ्लेक्स ऑरेंटियाक्यूलिस जे-10-एफ के जीनोमिक क्षेत्रों के साथ 77% की पहचान का पता लगाया। इसने सी. कार्बोनिस अमाइलोसुक्रेज प्रोटीन के साथ 55% की अधिकतम पहचान साझा की। ई. कोलाई में अमाइलोसुक्रेज जीन व्यक्त किया गया था। हिस्टिडीन के टैग वाले प्रोटीन के शुद्धिकरण के लिए सेल के अशोधित सत्त को निकल-नाइट्रिलोट्रीऐसेटिक एसिड आत्मीयता क्रोमैटोग्राफी के अधीन किया गया। सब्सट्रेट के रूप में सुक्रोज का उपयोग करके प्रोटीन के उत्प्रेरक की जांच की गई। अलग-अलग पीएच और तापमान की स्थिति में कुल गतिविधि की जांच ने क्रमशः पीएच 9.0 और 60 डिग्री सेल्सियस को पीएच और तापमान ऑप्टिमा के रूप में निर्धारित किया। ऊष्मायन अमाइलोसुक्रेज प्रोटीन अंश, 45, 50, 55 और 60 °C तापमान पर लगभग 24, 20, 6.5 और 1 घंटे का हाफ लाइफ प्रदर्शित करता है (चित्र 5)। अमाइलोसुक्रेज लोहे के चुंबकीय नैनोकणों पर स्थिर किया गया, जिसने एंजाइम के थर्मल स्थिरता को उल्लेखनीय रूप से बढ़ाया। 45 और 50 °C में 72 घंटों तक प्रोटीन के पूर्व-ऊष्मायन बाद भी गतिविधि में कोई महत्वपूर्ण नुकसान का पता नहीं लगाया जा सका। सुक्रोज आइसोमेराइजेशन के लिए अमाइलोसुक्रेज की उत्प्रेरक दक्षता, ट्यूरोनोज संश्लेषण के लिए अग्रणी, 8.0 पीएच और 50 °C तापमान पर अधिकतम पाया गया। लगभग 47% की अधिकतम बायोकॉनवर्जन उपज प्राप्त की गई थी (चित्र 6)। उत्प्रेरक उत्पाद को टी-एल-सी, एच-पी-एल-सी और एन-एम-आर प्रोफाइलिंग की विशेषता थी।

मुख्य उपलब्धियाँ

- तापीय जलीय निवास के सेटाजिनोमिक जानकारी से एक नये अमाइलोसुक्रेज जीन की खोज की गई है।
- नए अमाइलोसुक्रेज एंजाइम को सुक्रोज बायोमास से ट्यूरोनोज के उत्प्रेरक उत्पादन के लिए निरूपण दी गई है।
- ट्यूरनोज का उत्पादन नैनोकणों पर स्थिर एमाइलोसुक्रेज़ द्वारा किया गया है।

द 05: ऑलिगोसैकेराइड उत्पादन के लिए डेक्सट्रांस्यूक्रैसेज़ और डेक्सट्रानेज़ के अल्जाइनेट-पेक्टिन सह-एनकैप्सुलेशन

ग्लूकान-ऑलिगोसेकेराइड्स एक आहार कार्बोहाइड्रेट वैश्विक उपभोक्ता की रुचि बढ़ाने के लिए कार्यात्मक हैं। ये प्राकृतिक ग्लूकोलिगोसेकेराइड आंतों के वनस्पतियों के अणु के प्रसार के लिए स्थापित किये गए हैं। इसके अलावा, गैर-पाचन योग्य ऑलिगोसेकेराइड अन्य आहार के चयापचय स्वास्थ्य लाभ सामग्री को कार्यात्मक रूप से शक्तिशाली कर सकते हैं । हमने पहले ल्यूकोनोस्टोक मेसेन्टेरोइड्स एमटीसीसी 10508 डेक्सट्रांसक्रेज़



चित्र 6. मुक्त और स्थिर रूपों में अमाइलोसुक्रेज का निरूपण।

shared the maximum identity of 55% with C. carbonis amylosucrase protein. The gene encoding amylosucrase was expressed in E. coli. The crude cell extract was subjected to Ni-NTA affinity chromatography for purification of his-tagged protein. The catalysis of the protein was examined using sucrose as substrate. Examination of total activity at different pH and temperature conditions determined pH 9.0 and 60 °C as the pH and temperature optima, respectively. Amulosucrase protein fractions, incubated at 45, 50, 55, and 60 °C, displayed the half-life of about 24, 20, 6.5, and 1 h at the respective temperatures. Amylosucrase was immobilized onto iron magnetic nanoparticles that remarkably increased the enzyme's thermal stability. No significant loss in the activity could be detected even after pre-incubation of the protein at 45 °C and 50 °C for 72 h (Fig. 5). The catalytic efficiency of amylosucrase for the sucrose isomerization, leading to turanose synthesis, was found the maximum at 8.0 pH and 50 °C temperature. The maximum bioconversion yield of about 47% was obtained (Fig. 6). The catalytic product was characterized by TLC, HPLC and NMR profiling..

Salient achievements

- A novel amylosucrase gene has been discovered from the metagenomic information of a thermal aquatic habitat.
- The novel amylosucrase enzyme has been characterized for catalytic production of turanose from sucrose biomass.
- Turanose production has been achieved by the nanoparticle immobilized amylosucrase.

D 05: Alginate-pectin co-encapsulation of dextransucrase and dextranase for oligosaccharide production

Glucan-oligosaccharides are the functional dietary carbohydrate of increasing interest to global consumers. These natural glucooligosaccharide molecules have been established to proliferate the intestinal flora. Further, the non-digestible oligosaccharide supplements can functionally potentiate the metabolic health benefits of other dietary materials. We have previously established oligosaccharide synthesis from the sucrose containing feedstocks, employing Leuconostoc

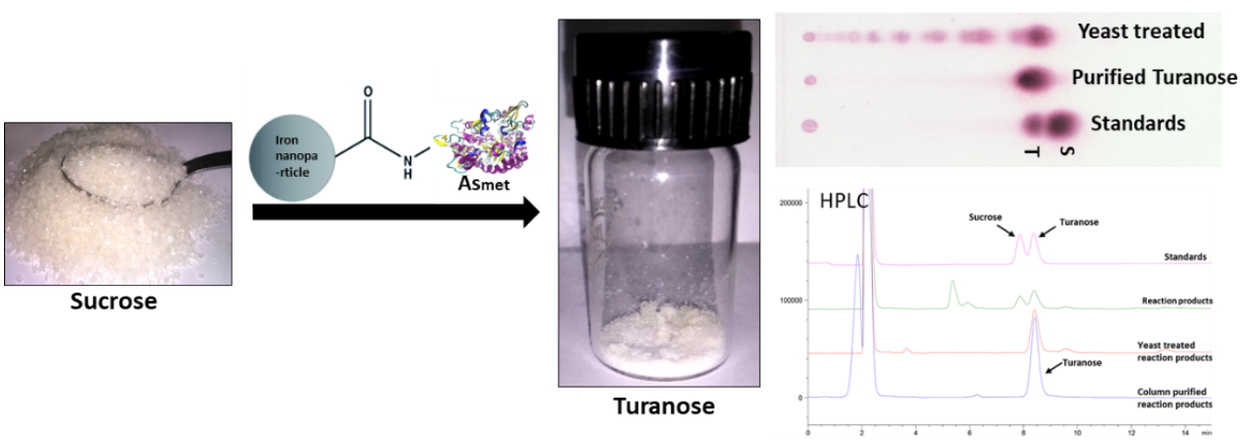
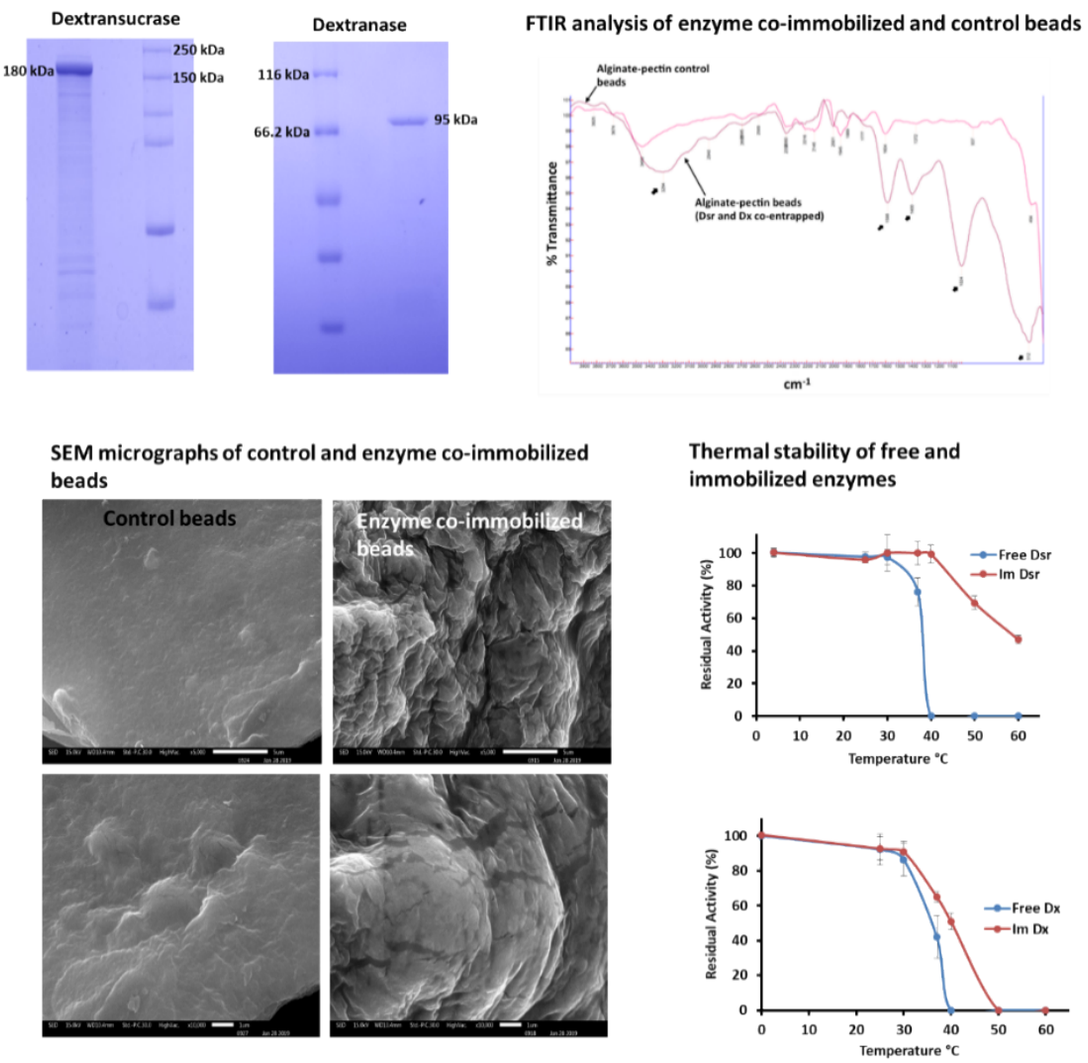


Figure 6.Transformation of sucrose biomass into turanose

के रोजगार से सुक्रोज से युक्त फीडस्टॉक्स से ऑलिगोसैकराइड स्थापित किया है । हालांकि, ऑलिगोसैकराइड संश्लेषण के दौरान डेक्सट्रान्स का भी संश्लेषण हुआ । वर्तमान अध्ययन में, डेक्सट्रानसुक्रेज़ और डेक्सट्रानेज़ को अल्जिनेट-पेक्टिन मैं स्थिर किया गया। इमोबिलाइज्ड एंजाइम की फिजियो-काइनेटिक विशेषता का अध्ययन किया गया। एंजाइम-एनकैप्सुलेटेड एल्गिनेट-पेक्टिन मोतियों को टेबल शुगर और गन्ना फीडस्टॉक का उपयोग करके के ग्लूकोन ऑलिगोसैकराइड का उत्पादन के लिए नियोजित किया गया।

अनुसंधान प्रगति

डेक्सट्रानसुक्रेज़ और डेक्सट्रानेज के जीन को ल्यूकोनोस्टोक मेसेन्टेरोइड्स एमटीसीसी 10508 और स्ट्रेप्टोकोकस म्यूटेंट एमटीसीसी 497 क्रमशः के जीनोमिक क्षेत्रों से क्लोन किया गया। जीन की हेटरोलोगस अभिव्यक्ति एस्चेरीचिए कोलाई मे की गई, और प्रोटीन को नी-एनटीए एग्रोस आत्मीयता क्रोमैटोग्राफी से शुद्ध



चित्र 7. एल्गिनेट-पेक्टिन सह-एनट्रैप्ड डेक्सट्रानसुक्रेज़ (डीएसआर) और डेक्सट्रानेज़ (डीएक्स) मोतियों का एफटीआईआर और सेम विश्लेषण। मुक्त और स्थिर एंजाइमों की थर्मल स्थिरता।

mesenteroides MTCC 10508 dextransucrase. However, during oligosaccharide synthesis substantial amount of dextran is also biosynthesized. In the present study, dextransucrase and dextranase were co-entrapped in the food grade sodium alginate and pectin beads. The immobilized enzymes were physico-kinetically characterized using sucrose as the substrate. The enzyme-encapsulated alginate-pectin beads were employed for glucan-oligosaccharide production using table sugar and cane molasses as feedstocks.

Research Progress

The genes for dextransucrase and dextranase were cloned from the genomic regions of *Leuconostoc mesenteroides* MTCC 10508 and *Streptococcus* mutans MTCC 497, respectively. Heterologous expression of the genes was

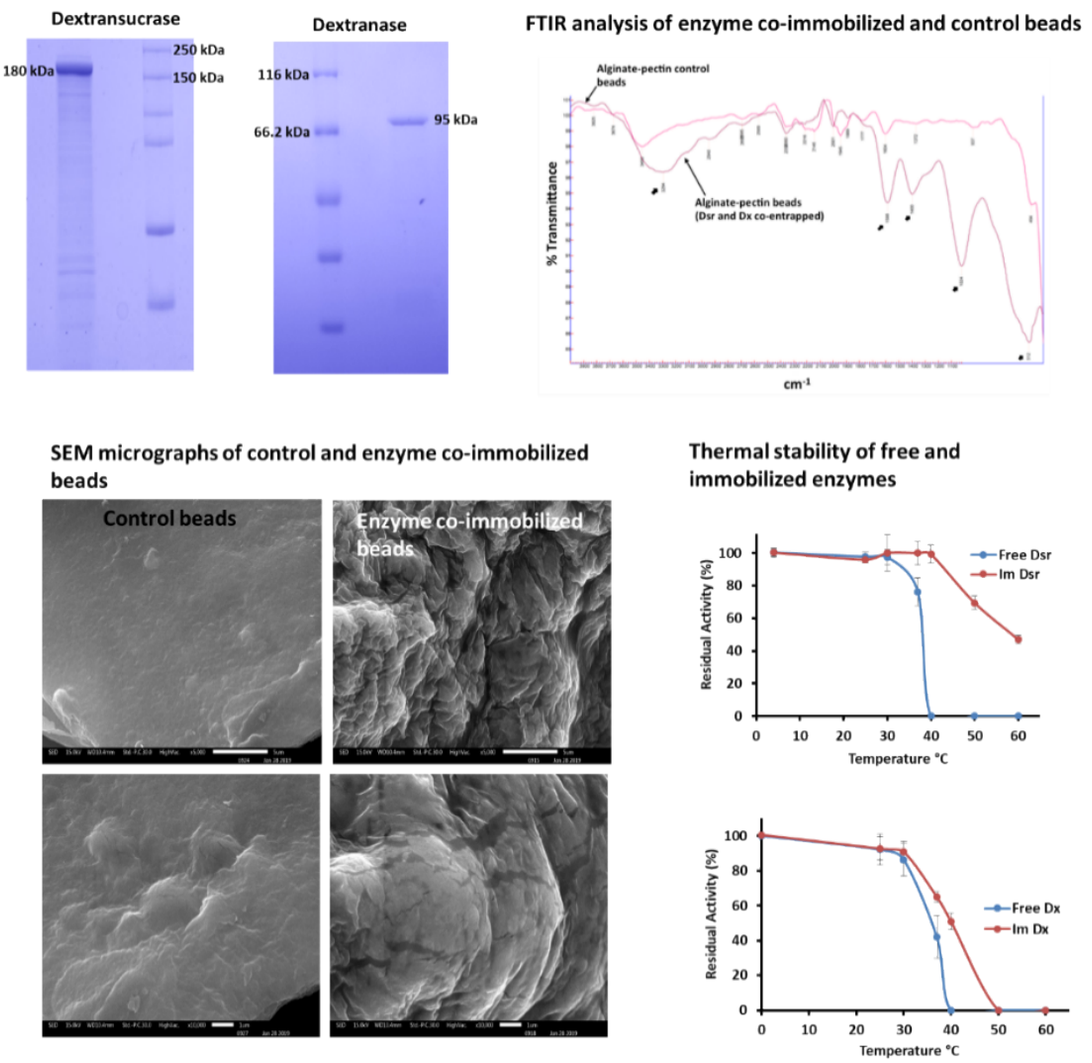


Figure 7. FTIR and SEM characterization of dextransucrase (dsr) and dextranase (dx) co-immobilized enzymes in alginate-pectin beads. Thermal stability of free and immobilized enzymes.

किया गया। शुद्ध एंजाइम अंशों को अल्जिनेट- पेक्टिन मे स्थिर किया गया। डेक्सट्रानसुक्रेज़ और डेक्सट्रानेज़ की स्थिरीकरण उपज 80% से अधिक पाई गई। एफटीआईआर विश्लेषण से एंजाइम स्थिरीकरण का शुद्धिकरण किया गया। सेम विश्लेषण से एंजाइम स्थिर मोतियों की सतह के खुरदरापन मे अधिक वृद्धि पाई गई। दोनों एंजाइमों के पीएच प्रोफ़ाइल के अध्ययन से पता चला कि डेक्सट्रानसुक्रेज़ और डेक्सट्रानेज़ का इष्टतम पीएच 5.2 एव 5.5 क्रमशः था। डेक्सट्रांसक्रेसेज़ और डेक्सट्रानेज़ के लिए इष्टतम तापमान 30°C और 40°C क्रमशः पाया गया। अल्जिनेट-पेक्टिन स्थिरीकरण ने एंजाइमों के इष्टतम तापमान और पीएच को प्रभावित नहीं किया, और साथ ही उनकी थर्मल टॉलरेंस एवं स्टोरेज स्थिरता मे भी सुधार लाया। एंजाइम स्थिरीकरण द्वारा दोनों एंजाइमों की थर्मल स्थिरता मे कई गुना सुधार हुआ। एंजाइम स्थिरीकरण द्वारा डेक्सट्रानसुक्रेज़ को 30 दिनों के लिए 4 डिग्री सेल्सियस पर रखने पर उसकी स्टोरेज स्थिरता लगभग 73% तक नियमित रही (आकृति ७)। दोहराए गए बैच प्रयोगों से पता चला कि सह-एनट्रैप्ड एंजाइम की परिचालन स्थिरता बहुत अच्छी है। डेक्सट्रानसुक्रेज़ और डेक्सट्रानेज़ के फ्री एवं स्थिर रूप के सह-उत्प्रेरक प्रतिक्रियाएं के माध्यम से ऑलिगोसैकेराइड उत्पादन की जाँच किया गया। सहक्रियात्मक उत्प्रेरक अल्जिनेट-पेक्टिन सह-एनट्रैप्ड एंजाइम सिस्टम सुक्रोज परिपूरण फीडस्टॉक्स, जैसे, टेबल शुगर और केनगुड़ से लगभग 7-10 ग्राम/लीटर ओलिगोसाच्चारिद का उत्पादन करने में सक्षम था। यह अल्जिनेट-पेक्टिन आधारित सह-एनट्रैप्ड एंजाइम सिस्टम एग्रो-इंडस्ट्रियल बायोरसोर्स की बायोप्रोसस्सिंग कर प्रीबायोटिक के उत्पादन के लिए एक उपयोगी उत्प्रेरक है।

मुख्य उपलब्धियाँ

- डेक्सट्रानसुक्रेज़ और डेक्सट्रानेज़ एंजाइम को अल्जिनेट-पेक्टिन मोतियों में सह-एनट्रैप्ड किया गया।
- एंजाइम अल्जिनेट-पेक्टिन मोतियों की कायात्मक रूप से विशेषता देखी गयी।
- तालिका चीनी और बेंत का उपयोग कर उत्पादन खिला के रूप में गुड़ से एंजाइम अल्जिनेट-पेक्टिन मोतियों का प्रयोग कर ग्लूकॉन ओलिगोसेकेराइड का उत्पादन किया गया।

performed in Escherichia coli, and protein was purified by Ni-NTA agarose affinity chromatography. The purified enzyme fractions were entrapped in matrix comprised of alginate and pectin. A substantially high (>80%) immobilization yield of dextransucrase and dextranase was obtained. FTIR analysis revealed characteristic spectra after enzyme entrapment. The surface roughness of the beads after enzyme loading was found to be increased in the SEM micrographs. The pH profile studied for the activity of both enzymes revealed the optimum pH for dextransucrase and dextranase as 5.2 and 5.5, respectively. The optimum reaction temperature of dextransucrase and dextranase was found to be 30°C and 40°C, respectively. Alginate-pectin immobilization did not affect the optimum temperature and pH of the enzymes, and improved thermal tolerance storage stability of the enzymes. Enzyme entrapment improved thermal stability of both the enzymes by several folds. The alginate-pectin co-entrapped enzyme preparation manifested fairly good storage stability by retaining about 73% of its dextransucrase catalytic activity after incubation at 4°C for 30 days (Fig. 7).

The repetitive batch experiments suggested substantially good operational stability of the co-immobilized enzyme system. We investigated oligosaccharide production through synergistic catalytic reactions of dextransucrase and dextranase enzymes, in their free and immobilized forms. The synergistic catalytic reactions of alginate-pectin co-entrapped enzyme system were able to produce 7-10 g L-1 oligosaccharides of a high degree of polymerization (DP 3-9) from sucrose (~20 g L-1) containing feedstocks, e.g., table sugar and cane molasses. This alginate-pectin based co-immobilized enzyme system is a useful catalytic tool to bioprocess the agro-industrial bio-resource for the production of prebiotic biomolecules.

Salient achievements

- Dextransucrase and dextranase enzymes have been co-entrapped in alginate-pectin beads.
- The co-immobilized enzyme-bead system was physico-kinetically characterized, and employed for glucan-oligosaccharide production using table sugar and cane molasses as feedstocks.

सीआईएबी से प्रकाशन और पेटेंट

Publications and Patents from CIAB

प्रकाशनों

- चोन्क एम, ठाकुर के, यादव एसके (2019) संयंत्र चयापचय इंजीनियरिंग की पूर्वव्यापीकरण और संभावनाएं। प्लांट बायोकेमिस्ट्री एंड बायोटेक्नोलॉजी की पत्रिका। 28: 1-13
- स जाटव, एन पाण्डेय, प द्विवेदी, र बंसल, व् अहलुवालीअ, वीके तिवारी, बब मिश्रा (2019) एक नए फ्लेवोनोइड का अलगाव और धन वसूली के लिए एगल मार्मेलोस (परिवार- रुतसेई) के बीजों से 6-ओ-एस्कॉर्बेल एस्टर की उगाही । प्राकृतिक उत्पाद अनुसंधान 33, 2236-2242।
- एम सिंह, एस देवी, वीएस राणा, बीबी मिश्रा, जे कुमार, वी अहलूवालिया (2019) लिपोसम कार्बोज द्वारा फाइटोकेमिकल्स का वितरण: हाल की प्रगति, चुनौतियां और अवसर । जर्नल ऑफ़ माइक्रोएन्कैप्सुलेशन, doi.org/10.1080/02652048.2019.1617361
- सुचेता, राय एसके, चतुर्वेदी के, यादव एसके (2019) मकई का आटा, चुकंदर, संतरे के छिलके, मूसली और चावल के आटे के साथ शामिल वाणिज्यिक पेक्टिन आधारित खाद्य फिल्मों की संरचनात्मक अखंडता और कार्यक्षमता का मूल्यांकन। भोजन हाइड्रोक्लोइड्स 91: 127-135.
- सुचेता, चतुर्वेदी के, शर्मा एन, यादव एसके (2019) वाणिज्यिक पेक्टिन, कॉर्नफ्लोर और चुकंदर पाउडर से मिश्रित खाद्य कोटिंग्स कटाई के बाद के क्षय को कम करते हैं, पकने को कम करते हैं और टमाटर की संवेदी पसंद में सुधार करते हैं। इंट जे बायोल मैक्रोमोल 133: 284-293।
- कुमार वी, शर्मा डीके, बंसल वी, मेहता डी, सांगवान आरएस, यादव एसके (2019) RSV-4 जीवाणु के एसिटोबैक्टर पेस्ट्यूरिनस के पृथक तनाव से बैक्टीरिया सेलुलोज के उत्पादन के लिए कुशल और आर्थिक प्रक्रिया। बायोरिसोर्स प्रौद्योगिकी 275: 430-433।
- मेहता डी, शर्मा एन, बंसल वी, सांगवान आरएस, यादव एसके (2019) थर्मल प्रसंस्करण के साथ तुलना में टमाटर आधारित पेय की गुणवत्ता मापदंडों पर अल्ट्रासोनियन, पराबैंगनी और वायुमंडलीय शीत प्लाज्मा प्रसंस्करण का प्रभाव। अभिनव खाद्य विज्ञान और उभरती हुई प्रौद्योगिकी 52: 343-349।
- जीत आर, सिंह एसपी, तिवारी एस, पाठक पी (2019) गेहूं TaVIT2D फेनोटाइप को पुनर्स्थापित करता है और लोहे की कमी वाली स्थितियों में अरबीडोफिसिस थालीआना के विकास के दौरान लौह होमियोस्टेसिस की मध्यस्थता करता है। इंडियन जर्नल ऑफ प्लांट फिजियोलॉजी। 24 (1), 24-34।
- कुमार जे, गनपति एस, कियानियन एसएफ, सिंह एसपी (2018) सूखे सहिष्णुता के विपरीत स्तरों के साथ दो गेहूं जीनोटाइप में ट्रांसक्रिपटोम का तुलनात्मक विश्लेषण। प्रोटोप्लाज्मा 255 (5): 1487-1504।
- हे ज, ली ह, यांग स, सरवाना मुरुगन स (2019) अम्लीय नैनोपोरस सामग्री के साथ बायोमास-व्युत्पन्न शर्करा के उत्प्रेरक उन्नयन: कार्बन-चेन लंबाई भिन्नता में संरचनात्मक भूमिका । केमससकेम 12 347 ।
- पाल पी, सरवनमुरुगन, एस (2019) आधार (गैर-कीमती) धातु युक्त उत्प्रेरक के साथ 5- हाइड्रोक्सीमेथाइलफ्यूरल ऑक्सीकरण के विकास पर हाल के अग्रिम। केमससकेम 12 145 ।
- तिवारी ओएन, भुंइया बी, चक्रवर्ती एस, देवी प्रथम, गोस्वामी एस (2019) ऑस्किलतोरिआ द्वारा फीकोबिलीप्रोटीन्स (पीबीपी) के बेहतर उत्पादन के लिए रणनीतियाँ और इसकी गतिज स्थिरता का मूल्यांकन। बायोकेमिकल इंजीनियरिंग जर्नल 145, 153-161।

Publications

- Chownk M, Thakur K, Yadav SK (2019) Retrospect and prospects of plant metabolic engineering. Journal of Plant Biochemistry and Biotechnology. 28: 1-13.
- S Jatav, N Pandey, P Dwivedi, R Bansal, V Ahluwalia, VK Tiwari, BB Mishra (2019) Isolation of a new flavonoid and waste to wealth recovery of 6-O-ascorbyl esters from seeds of Aegle marmelos (family-Rutaceae). Natural Product Research 33, 2236-2242.
- M Singh, S Devi, VS Rana, BB Mishra, J Kumar, V Ahluwalia (2019) Delivery of Phytochemicals by Liposome cargos: Recent progress, challenges and opportunities, Journal of Microencapsulation doi.org/10.1080/02652048.2019.1617361
- Sucheta, Rai SK, Chaturvedi K, Yadav SK (2019) Evaluation of structural integrity and functionality of commercial pectin based edible films incorporated with corn flour, beetroot, orange peel, muesli and rice flour. Food Hydrocolloids 91: 127-135.
- Sucheta, Chaturvedi K, Sharma N, Yadav SK (2019) Composite edible coatings from commercial pectin, corn flour and beetroot powder minimize post-harvest decay, reduces ripening and improves sensory liking of tomatoes. Int J Biol Macromol. 133:284-293.
- Kumar V, Sharma DK, Bansal V, Mehta D, Sangwan RS, Yadav SK (2019) Efficient and economic process for the production of bacterial cellulose from isolated strain of Acetobacter pasteurianus of RSV-4 bacterium. Bioresour Technol. 275:430-433.
- Mehta D, Sharma N, Bansal V, Sangwan RS, Yadav SK (2019) Impact of ultrasonication, ultraviolet and atmospheric cold plasma processing on quality parameters of tomato-based beverage in comparison with thermal processing. Innovative Food Science & Emerging Technologies. 52: 343-349.
- Jeet R, Singh SP, Tiwari S, Pathak P (2019) Wheat TaVIT2D restores phenotype and mediates iron homeostasis during growth of Arabidopsis thaliana in iron-deficient conditions. Indian Journal of Plant Physiology. 24 (1), 24-34.
- Kumar J, Gunapati S, Kianian SF, Singh SP (2018) Comparative analysis of transcriptome in two wheat genotypes with contrasting levels of drought tolerance. Protoplasma 255(5): 1487-1504.
- He J, Li H, Yang S, Saravanamurugan S (2019) Catalytic upgrading of biomass-derived sugars with acidic nanoporous materials: Structural role in carbon-chain length variation. ChemSusChem 12 347.
- Pal P, Saravanamurugan,S (2019) Recent Advances on Development of 5-Hydroxymethylfurfural Oxidation with base (non-precious) metal-containing catalysts, ChemSusChem 12 145.
- Tiwari ON, Bhunia B, Chakraborty S, Devi I, Goswami S (2019) "Strategies for improved production of phycobiliproteins (PBPs) by Oscillatoria sp. BTA170 and evaluation of its thermodynamic and kinetic stability. Biochemical Engineering Journal 145, 153-161.

- शर्मा ए, ठाकुर एम, भट्टाचार्य एम, मंडल टी, गोस्वामी एस (2019) सेल्यूलोज नैनो के व्यावसायिक अनुप्रयोग-कंपोजिट-ए समीक्षा। जैव प्रौद्योगिकी रिपोर्ट: e00316 DOI: 10.1016 / j.btre.2019.e00316
- गार्सिया-सुआरेज़ ईजे, पारोलिचिया डी, ली एच, हे जे, यांग एस, रिइज़ेजर ए, सरवनमुरुगन एस (2019) पैलेडियम ने 1- एक्सीन के साथ 5-हाइड्रोक्सीमेथाइलफ्यूरफ्यूरल के कैस्केड प्रतिक्रिया से एस्टर उत्पादों के गठन को उत्प्रेरित किया। एप्लाइड कैटालिसिस ए: जनरल 569 170।
- चेन एल, यांग डब्ल्यू, गुई जेड, रिवाइजर ए, काओ डब्ल्यू, शील एल, क्यूई जेड, सरवनमुरुगन एस (2019) MnOx/P25 एनाटेज-रूटाइल चरण की ट्यून्ड सतह संरचनाओं के साथ 2,5-diformylfuran में 5- hydroxymethylfurfural के एरोबिक ऑक्सीकरण के लिए। उत्प्रेरक आज, 319 105।
- जादौन जस, नारनोलिया लक, अगरवाल न, सिंह सप (2019) Leuconostoc mesenteroides MTCC10508 से लेवांसुक्रेस को नियोजित करके सूक्रोज युक्त फीडस्टॉक्स से लेवान और शॉर्टचैन फ्रक्टूलिगोसैकेराइड्स का कैटेलिटिक बायोसिंथेसिस। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ बायोलॉजिकल मैक्रोमोलेक्यूल्स। 127, 486-495।
- ली एच, झाओ डब्ल्यू, दाई डब्ल्यू, लॉन्ग जे, वतनबे एम, मीयर एस, यांग एस, रिइजर, ए, सरवनमुरुगन एस (2018) कमरे के तापमान पर मल्टी-असंतृप्त बायोमास डेरिवेटिव के नोबल मेटल-फ्री अपग्रेडिंग सिलयली प्रजातियां प्रतिक्रियाशीलता को सक्षम करती हैं। ग्रीन केमिस्ट्री 20 5327।
- ली एच, झाओ डब्ल्यू, दाई डब्ल्यू, वह जे, मीयर एस, यांग एस, रिइज़ेजर ए, सरवनमुरुगन एस (2018) सौम्य परिस्थितियों में फ़्यूरसुरल और एरोमैटिक कारबॉक्साइड्स के हाइड्रोसिलन-प्रमोटेड पैलेडियम-उत्प्रेरित कटौती में चयनात्मकता का नियंत्रण। संचार रसायन विज्ञान, 1 अनुच्छेद संख्या 32।
- यांग टी, झाओ डब्ल्यू, ली एच, यांग एस, सरवनमुरुगन एस (2018) झरझरा Zr-bibenzyldiphosphonate नैनोहाइब्रियम के साथ अतिरिक्त हाइड्रॉक्सी प्रजातियों के साथ वेलेरोलैक्टोन को लेविलिनेट्स के उन्नत अपग्रेड के लिए, केमिस्ट्रीसेलेक्ट 3 4252
- लता के, शर्मा एम, पटेल एसएन, सांगवान आरएस, सिंह एसपी (2018) डेयरी और गन्ना उद्योगों से कच्चे और उप-उत्पादों का उपयोग करके कार्यात्मक बायोमोलेक्यूल्स के उत्पादन के लिए एक एकीकृत जैव प्रक्रिया। बायोप्रोसेस और बायोसिस्टम्स इंजीनियरिंग 41 (8), 1121-1131।
- कौशल जी, कुमार जे, सांगवान आरएस, सिंह एसपी (2018) भू-तापीय जलाशय साइटों के मेटागोनोमिक विश्लेषण में कार्बोहाइड्रेट से संबंधित थर्मोज़ाइम की खोज की गई है । इंटरनेशनल जर्नल ऑफ बायोलॉजिकल मैक्रोलेक्युलस 119, 882-895।
- किरार एस, ठाकुर एनएस, लाह जेके, भौमिक जे, बनर्जी यूसी (2018) जिलेटिन नैनोपार्टिकल-आधारित बायोडिग्रेडेबल फोटोथेरोनॉस्टिक एजेंटों का विकास: संक्रामक रोगों के इलाज के लिए उन्नत प्रणाली। ACS बायोमेट्रिक साइंस एंड इंजीनियरिंग। 4, 473-482।
- द्विवेदी बीपी, शर्मा एम, सोनी एस, भौमिक जे, लाह जेके, बनर्जी यूसी (2018) कार्बनिक संश्लेषण के लिए लिपसेक्लेटाइज्ड प्रतिक्रियाओं की प्रोन्नति: हाल ही में एक अद्यतन। केमिस्ट्रीलेक्ट (विले)। 3, 2441- 2466।
- सिंगला जी, संधू पीपी, सांगवान आरएस, पनेसर पीएस, कृष्णिया एम (2019) फाइबर-समृद्ध एक्सट्रूडेड उत्पादों की तैयारी के लिए किनोव इंडस्ट्री बाइप्रोडक्ट्स का मूल्यवर्धन। फूड साइंस एंड टेक्नोलॉजी जर्नल, 56 (3), 1575-1582।

- Sharma A, Thakur M, Bhattacharya M, Mandal T, Goswami S (2019) Commercial Application of Cellulose Nano-composites-A review. Biotechnology Reports: e00316 DOI: 10.1016/j.btre.2019.e00316
- Garcia-Suarez EJ, Paolicchia D, Li H, He J, Yang S, Riisager A, Saravanamurugan S (2019) Pd-catalysed formation of ester products from cascade reaction of 5-hydroxymethylfurfural with 1-hexene, Appl. Cat. A: Gen., 569 170.
- Chen L, Yang W, Gui Z, Riisager A, Cao W, Schill L, Qi Z, Saravanamurugan S (2019) MnOx/P25 with tuned surface structures of anatase-rutile phase for aerobic oxidation of 5-hydroxymethylfurfural into 2,5-diformylfuran, Catal. Today, 319 105.
- Jadaun JS, Narnoliya LK, Agarwal N, Singh SP (2019) Catalytic biosynthesis of levan and short-chain fructooligosaccharides from sucrose-containing feedstocks by employing the levansucrase from Leuconostoc mesenteroides MTCC10508. International Journal of Biological Macromolecules. 127, 486-495.
- Li H, Zhao W, Dai W, Long J, Watanabe M, Meier S, Yang S, Riisager A, Saravanamurugan S (2018) Noble metal-free upgrading of multi-unsaturated biomass derivatives at room temperature: Silyl species enable reactivity. Green Chem. 20 5327.
- Li H, Zhao W, Dai W, He J, Meier S, Yang S, Riisager A, Saravanamurugan S (2018) Control of selectivity in hydrosilane-promoted palladium-catalysed reduction of furfural and aromatic carboxides under benign conditions. Communications Chemistry, 1 Article No. 32.
- Yang T, Zhao W, Li H, Yang S, Saravanamurugan S (2018) Porous Zr-bibenzyldiphosphonate nanohybrid with extra hydroxy species for enhancive upgrading of levulinates to γ-valerolactone, ChemistrySelect, 3 4252
- Lata K, Sharma M, Patel SN, Sangwan RS, Singh SP (2018) An integrated bio-process for production of functional biomolecules utilizing raw and by-products from dairy and sugarcane industries. Bioprocess and Biosystems Engineering 41(8), 1121-1131.
- Kaushal G, Kumar J, Sangwan RS, Singh SP (2018) Metagenomic analysis of geothermal water reservoir sites exploring carbohydrate-related thermozymes. International Journal of Biological Macromolecules 119, 882-895.
- Kirar S, Thakur NS, Laha JK, Bhaumik J, Banerjee UC (2018) Development of gelatin nanoparticle-based biodegradable phototheranostic agents: advanced system to treat infectious diseases. ACS Biomaterial Science and Engineering. 4, 473-482.
- Dwivedee BP, Sharma M, Soni S, Bhaumik J, Laha JK, Banerjee UC (2018) Promiscuity of lipase-catalyzed reactions for organic synthesis: a recent update. ChemistrySelect (Wiley). 3, 2441-2466.
- Singla G, Sandhu PP, Sangwan RS, Panesar PS, Krishania M (2019) Value addition of kinnow industry byproducts for the preparation of fiber-enriched extruded products Journal of Food Science and Technology, 56 (3), 1575-1582 .

- कुमार वी, सांगवान आरएस, कृष्णिया एम (2018) चावल के भूसे से जाइलोज़, सेलूलोज़, लिग्निन और सिलिका के निष्कर्षण के लिए एकीकृत दृष्टिकोण, बायोरसोर्स टेक्नोलॉजी रिपोर्ट पेज 89-93।
- कुमार एस, नेपक डी, कांसल एसके, एलुमलाई एस (2018)। सोडियम टिटानेट नैनोट्यूब पर जलीय मीडिया में फ्रुक्टोज को ग्लूकोज का शीघ्र आइसोमेराइजेशन। RSC अग्रिम 8, 30106-30114।
- जाटव एस, द्विवेदी पी, सिंह एम, सेहरा एन, मिश्रा बीबी (2018) लकड़ी के सेब (ऐगल मार्मेलोस) में औषधीय रुचि के गुण और महत्वपूर्ण अणु। पौधों से औषधीय एजेंटों के संश्लेषण में, 2018, 127-150।
- कौलधर बीएस, यादव एसके (2018) कचरे को धन की ओर मोड़ना: धान के पुआल एग्रो-वेस्ट से नैनोसिलिका और लिग्निन की वसूली के लिए एक सीधी प्रक्रिया। क्लीनर उत्पादन का जर्नल 194: 158-166।
- चोन्क एम, सांगवान आरएस, यादव एसके (2018) चावल के भूसे के तनु अम्ल पूर्व उपचार और सूक्ष्मजीवों का उत्पादन करने वाले हाइड्रोलाइटिक एंजाइमों की सहक्रियात्मक कार्रवाई पर प्राप्त सुपरनैचुरेंट से ग्लूकोज का उत्पादन करने के लिए एक उपन्यास दृष्टिकोण। ब्रज जे माइक्रोबॉयल। 50 (2): 395-404

पेटेंट दायर

- क्षीण सुगंधित बायोमास से जाइलस, लेवुलिनिक एसिड और लिग्निन के उत्पादन के लिए एक प्रक्रिया। पेटेंट फ़ाइल क्रमांक 01911013540
- टमाटर आधारित स्वद-ए-सीज़निंग, टोमाको मसाला-मिक्स और टोमज़ेस्टी फ़िज़ के विकास के लिए प्रक्रियाएँ। पेटेंट फाइल नं. 201911011404
- सुक्रोज बायोमास से उत्पादन ट्यूरोन के लिए एक उपन्यास विधि। पेटेंट फाइल नं. 201911007403
- लिगिन नैनोकैरियर्स और उनके कार्यात्मक गुणों के मूल्यांकन को संश्लेषित करने के लिए एक सुस्पष्ट, हरी और उच्च उपज प्रक्रिया। पेटेंट फाइल क्रमांक 201911011852
- Kinnow जूस उद्योग के अपशिष्ट से समृद्ध आहार फाइबर समृद्ध खाद्य पाउडर के विकास के लिए एक हरी रणनीति और उसके उपयोग का उपयोग करता है। पेटेंट फाइल क्रमांक 201911017743
- मक्का लस भोजन से गंध और बंद स्वाद मुक्त प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट के उत्पादन के लिए उपन्यास प्रक्रिया। पेटेंट फाइल क्रमांक 201811048486
- एग्री-बायोमास व्युत्पन्न लिग्निन आधारित हरी धातु ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट यूवी सुरक्षात्मक, रोगाणुरोधी और फोटोकैटलिटिक अनुप्रयोगों के लिए पेटेंट फाइल नं. 201811048498
- स्केलेबल तरीके से पॉलीपीरिलिक यौगिकों को विकसित करने के लिए सरल और एक-पॉट प्रक्रियाएं, इसके साथ ही प्रकाश संचयन अनुप्रयोगों के लिए संश्लेषक नैनोकणों के गठन या संयुग्मन के माध्यम से उनके नैनो योगों के विकास। भारतीय पेटेंट फ़ाइल क्रमांक 201811044076
- फीडस्टॉक वाले डी-फ्रुक्टोज से डी-एलुलोज उत्पादन के लिए एक उपन्यास विधि, और इसके बाद का उपयोग करता है। पेटेंट फाइल नं. 201811023113
- कार्बनिक सॉल्वेंट एक्सट्रैक्शन के माध्यम से एसिडिक डीप यूक्टेक्टिक विलायक में लिग्नोसेलुलोसिक बायोमास से लिग्निन के अलगाव के लिए विधि। पेटेंट फाइल. क्रमांक 201811019330

- Kumar V, Sangwan RS, Krishania M (2018) Integrated Approach for Extraction of Xylose, Cellulose, Lignin and Silica from Rice straw, Bioresource Technology Reports Pages 89–93.
- Kumar S, Nepak D, Kansal SK, Elumalai S. (2018). Expeditious isomerization of glucose to fructose in aqueous media over sodium titanate nanotubes. RSC Advances 8, 30106-30114.
- Jatav S, Dwivedi P, Singh M, Sehra N, Mishra BB (2018) Properties and important molecules of medicinal interest in wood apple (Aegle marmelos), In Synthesis of Medicinal Agents from Plants, 2018, 127-150.
- Kauldhar BS, Yadav SK (2018) Turning waste to wealth: A direct process for recovery of nano-silica and lignin from paddy straw agro-waste. Journal of Cleaner Production 194: 158-166.
- Chownk M, Sangwan RS, Yadav SK (2018) A novel approach to produce glucose from the supernatant obtained upon the dilute acid pre-treatment of rice straw and synergistic action of hydrolytic enzymes producing microbes. Braz J Microbiol. 50(2):395-404.

Patents Filed

- A process for production of xylose, levulinic acid and lignin from spent aromatic biomass. Patent File. No. 01911013540.
- Processes for development of tomato based Swaad-e-Seasoning, Tomaco spice-mix and TomZesty Fizz. Patent File No. 201911011404.
- A novel method for production turanose from sucrose biomass. Patent File No. 201911007403.
- A facile, green and high yielding process to synthesize lignin nanocarriers and evaluation of their functional properties thereof. Patent File. No. 201911011852.
- A green strategy for the development of debittered dietary fibre rich edible powder from kinnow juice industry waste and uses thereof. Patent File. No. 201911017743.
- Novel process for the production of off odour/off flavour free protein hydrolysate from maize gluten meal and uses thereof. Patent File. No. 201811048486.
- Agri-biomass derived lignin based green metal oxide nanocomposites for UV protective, antimicrobial and photocatalytic applications. Patent File. No. 201811048498.
- Simple and one-pot processes to develop polypyrrolic compounds in scalable manner and development of their nano formulations through encapsulation or conjugation forming photosynthetic nanopigments for light harvesting applications thereof. Indian Patent File. No. 201811044076.
- A novel method for D-allulose production from D-fructose containing feedstock, and uses thereof. Patent File No. 201811023113.
- Method for isolation of lignin from lignocellulosic biomass in acidic deep eutectic solvent through organic solvent extraction. Patent File. No. 201811019330.

- "1,5-डिहाइड्रॉक्सी-3,8-डाइमिथोक्सीक्सैंथोन" को स्वर्टिया सुकुमारता से अलग करने की एक बेहतर प्रक्रिया। भारतीय पेटेंट फ़ाइल क्रमांक 201811028298
- स्पिरुलिना प्लैटेंसिस से उच्च शुद्धता सी-फाइकोसैनिन के बाह्य उत्पादन के लिए एक सरल विधि। पेटेंट फाइल नं. 201811050007

- An improved process for isolation of "1,5-dihydroxy-3,8-dimethoxyxanthone" from Swertia paniculata, Indian Patent File. No. 201811028298.
- A simple method for extracellular production of high purity C-phycocyanin from Spirulina platensis. Patent File No. 201811050007.

बाह्या अनुदान और फंडिंग
Extramural Grants and Fundings

2018-19 के दौरान एक्स्ट्रामुरल ग्रांट और फंडिंग विवरण

- मूल्यवर्धित उत्पाद विकास के लिए चावल के अवशेषों का उपयोग (CIAB फ्लैगशिप परियोजना; डीबीटी, भारत सरकार से रु 4.23 करोड़)
- पंजाब के कंडी क्षेत्र में ग्रामीण बायोटेक नवाचार और अनुप्रयोग केंद्र (RBIAC) की स्थापना (रु 1.6 करोड़ DBT, भारत सरकार)
- पंजाब में माध्यमिक कृषि / खाद्य प्रसंस्करण उद्यमी नेटवर्क की स्थापना (रु 2.3 करोड़ बीआईआरएसी, डीबीटी, भारत सरकार से)
- नए उत्पाद आपूर्ति श्रृंखला और भंडारण प्रणालियों का विकास और अनुकूलन (न्यूटन-भाभा परियोजना बीडीटी, भारत सरकार से 50 लाख रुपये)।
- चावल मिलिंग को बढ़ाया और चावल मिलिंग सह-उत्पाद का अधिकतम मूल्यांकन किया गया (न्यूटन-भाभा प्रोजेक्ट बीडीटी, भारत सरकार से 40 लाख रुपये)।
- रिसर्च कंसल्टेंसी प्रोजेक्ट ने बायोमास-डिराइव्ड ग्लाइकोलाडिहाइड के चयनात्मक परिवर्तन को C4-Sugars को Chemocatalysis का उपयोग करके हल्दोर टोपसो द्वारा वित्त पोषित किया है। (12 लाख रु) - चालू (2019- 20)।
- चावल पुआल और अन्य कृषि-बायोमास से उच्च ऊर्जा घनत्व के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी के विकास और प्रौद्योगिकी पर भारत-स्वीडन परियोजना। (भारत सरकार 4.5 करोड़ रुपये)
- टमाटर और प्याज के उन्नत उत्पादन और उन्नत शैल्फ जीवन के लिए प्रौद्योगिकियों का नवाचार और प्रदर्शन (डीबीटी, भारत सरकार से 66 लाख रुपये)
- नैनोकणों के साथ बायोप्लास्टिक के लिए डाउनस्ट्रीम डाइकारबॉक्सिलिक एसिड-ए अग्रदूत में एग्रो अवशेषों को बदलने की परियोजना को ईसीआरए योजना के तहत SERB-DST द्वारा अनुमोदित किया गया है। (33 लाख रुपए)
- ECRA योजना के तहत SERB-DST द्वारा वित्तपोषित Lignocellulosic बायोमास के कुशल वैलेरीकरण के लिए इंजीनियरिंग प्रकाश संश्लेषक नैनोपिगमेंट (44 लाख रु)।
- थर्मो-एसिडिक डी-साइकोस 3- एपिमेरेज़ के विकास के लिए प्रोटीन इंजीनियरिंग और जीन खनन रणनीतियों, कार्यात्मक उत्पादों को उत्पन्न करने में उपयोगी। एसईआरबी द्वारा अर्ली कैरियर रिसर्च अवार्ड के रूप में 48 लाख रुपये दिए गए।
- सिक्किम हिमालय के उच्च ऊंचाई वाले क्षेत्र के चरम niches और किण्वित खाद्य पदार्थों के मेगाहेनज की संरचनात्मक और कार्यात्मक लक्षण वर्णन और मूल्य वर्धित बायोमॉलिक्युलस में कार्बोहाइड्रेट और प्रोटीन के परिवर्तन के लिए जैव रसायन की पहचान। IBSD द्वारा 43.0 लाख रुपए प्रदान किए, DBT के साथ सहयोगी परियोजना के रूप में।
- कार्यात्मक उत्पादों से मीठे शर्बत के उत्पादन के लिए एक नया दृष्टिकोण (उदाहरण के लिए, प्रीबायोटिक ऑलिगोसेकेराइड्स और डी-साइकोसिस)। स्वीट सोरगम से कार्यत्मक उत्पादों के उत्पादन के लिए एक नया दृष्टिकोण। डीबीटी द्वारा 83 लाख रु.
- प्रारंभिक वाहक अनुसंधान (ईसीआर / 2016/001237) एसआरबी (डीएसटी) अनुदान "किमो जूस इंडस्ट्री ऑफ वैल्यू एडेड न्यूट्रिशनल प्रोडक्ट्स के केमो-एंजाइमेटिक प्रोसेसिंग" की शुरुआत 24 मार्च, 2017 से हुई। (45.42 लाख रु)
- डीएसटी: ब्रिक्स परियोजना: जैव ईंधन और उप-उत्पादों के पर्यावरण-टिकाऊ उत्पादन के लिए कृषि अवशेषों के एकीकृत बायोप्रोसेसिंग के लिए ब्रिक्स प्रौद्योगिकी मंच। कुल बजट: 40 लाख रु।

Extramural Grant and Funding details during 2018-19

- Utilization of Rice Residues for Value Added Product Development (CIAB Flagship Project; Rs. 4.23 Cr from DBT, GoI).
- Setting up of rural biotech innovation and application centre (RBIAC) in Kandi area of Punjab (Rs. 1.6 Cr DBT, GoI).
- Setting up of Secondary Agriculture/ Food Processing Entrepreneurial Network in Punjab (Rs. 2.3 Cr from BIRAC, DBT, GOI).
- Development and optimization of fresh produce supply chain and storage systems (Newton-Bhabha Project Rs. 50 lakhs from BDT, GOI).
- Enhanced rice milling and maximised valorisation of rice milling co-product (Newton-Bhabha Project Rs. 40 lakhs from BDT, GOI).
- Research Consultancy Project entitled Selective Transformation of Biomass-Derived Glycolaldehyde to C4-Sugars using Chemocatalysis has been funded by Haldor Topsoe (Rs. 10.95 Lakhs) – ongoing (2019-20).
- Indo-Sweden project on Development and validation of technology for production of high energy density biocoal from rice straw and other agri-biomasses. (Govt of India; Rs. 11.16 Cr).
- Innovation and demonstration of technologies for improved production and enhanced shelf life of tomato and onion (Rs. 66 lakhs from DBT, GOI).
- A project entitled Transformation of agro residue into downstream dicarboxylic acid –precursor for bioplastics- with nanoparticle encapsulated zeolites has been sanctioned by SERB-DST under ECRA Scheme (Rs. 33 Lakhs).
- Engineering Photosynthetic Nanopigments for Efficient Valorization of Lignocellulosic Biomass funded by SERB-DST under ECRA Scheme (Rs. 44 Lakhs).
- Protein engineering and gene mining strategies for the development of thermo-acidic D-psicose 3-epimerase, useful in generating functional products. Granted Rs. 48 lakhs by SERB as Early Carrier Research Award.
- Structural and functional characterization of metagenome of extreme niches and fermented foods of high altitude region of Sikkim Himalaya, and identification of biocatalysts for transformation of carbohydrate and protein into value-added biomolecules. Granted Rs. 43.0 lakhs by IBSD, DBT as collaborative project with IBSD.
- A novel approach of production of functional products (e.g. prebiotic oligosaccharides and D-Psicose) from sweet sorghum. Granted Rs. 83 lakhs by DBT.
- Early Carrier Research (ECR/2016/001237) - SERB (DST) grant on "Chemo-Enzymatic Processing of Kinnow Juice Industry for Value Added Nutritional Products" started from 24 March, 2017 (Rs. 45.42 lakhs).
- DST: BRICS project: BRICS technology platform for integrated bioprocessing of agricultural residues for ecosustainable production of biofuels and by-products Total budget: Rs. 40 lakhs.

वित्तीय जानकारी

Financial Information

S S P J & Co.
(Formerly Sandeep Pawan Jain & Associates)
CHARTERED ACCOUNTANTS
(Peer Reviewed firm)
Firm Registration No. 018083N

AUDITORS' REPORT

TO THE MEMBERS OF CENTRE OF INNOVATIVE & APPLIED BIO PROCESSING (FORMERLY BIO PROCESSING UNIT)

1. We have audited the attached Balance Sheet of CENTRE OF INNOVATIVE & APPLIED BIO PROCESSING (FORMERLY BIO PROCESSING UNIT) as at March 31, 2019, the Income and Expenditure Account and Receipt & Payments Account for the year ended on that date annexed thereto. These financial statements are the responsibility of the Institution's Management. Our responsibility is to express an opinion on these financial statements based on our audit.

2. We conducted our audit in accordance with auditing standards generally accepted in India. Those standards require that we plan and perform the audit to obtain reasonable assurance about whether the financial statements are free of material misstatements. An audit includes, examining, on test basis evidence supporting the amount & disclosures in the financial statements. An audit also includes assessing the accounting principles used and significant estimates made as well as evaluating the overall financial statement presentation. We believe that our audit provides a reasonable basis for our opinion.

3. We have obtained all the information and explanation, which, to the best of our knowledge and belief, were necessary for the purpose of audit. In our opinion proper books of accounts as are necessary have been kept so far as it appears from our examination of those books.

4. In our opinion, and to the best of our information and according to the explanations given to us, **subject to our observation in paragraphs 5 below,** the financial statements give a true and fair view, in conformity with the accounting principles generally accepted in India:

   a) In the case of Balance Sheet, of the state of affairs of the Bank as at March 31, 2019 and
   b) In the case of Income & Expenditure Account, of the Income/ Loss of the Institution for the year ended on that date

5. *The Institution has accounted for Leave encashment expense on cash basis instead of making provision in respect of unavailed earned leave of the staff at the end of the year as per Accounting Standard-15 'Accounting for Retirement Benefits' issued by Institute of Chartered Accountants of India (Refer Para K of Accounting Policies).*

For S S P J & Co.
Chartered Accountants
Firm Registration No.018083N

(CA Suresh Kumar Goyal)
Partner
Membership No 099279
UDIN:- 19099279AAAABP1457

Place: Mohali
Dated: 28.06.2019

Delhi Office: 105, Roots Tower, Plot No. 7, Laxmi Nagar District Centre, Laxmi Nagar, Delhi-110092
Chandigarh Office: #1276, Basement, Sector 21B, Chandigarh-160022
Landline: 0172-2541276, Handheld: +91 9417006611 | Email: suresh@spjca.in | Web: www.spjca.in
Office also at: Bathinda, Faridabad, Noida, Mansa and Ambala

FORM OF FINANCIAL STATEMENTS (NON PROFIT ORGANIZATION)

CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING

(FORMERLY BIO PROCESSING UNIT)

Knowledge City, Sector 81, PO Manauli, SAS Nagar, Mohali

BALANCE SHEET AS AT 31st MARCH 2019

(Amounts in Rs.)

CORPUS/ CAPITAL FUND AND LIABILITIES	Schedule	Current Year	Previous Year
Corpus/Capital Fund	1	55,06,19,800	54,41,06,276
Reserves and Surplus	2	1	1
Earmarked / Endowment/ Project Grants	3	3,93,32,722	3,09,11,804
Secured Loans and Borrowings	4	-	-
Unsecured Loans and Borrowings	5	-	-
Defferred Current Liabilities	6	-	-
Current Liabilities and Provisions	7	1,69,44,181	88,45,986
TOTAL		**60,68,96,704**	**58,38,64,067**
ASSETS	**Schedule**	**Current Year**	**Previous Year**
Fixed Assets	8	45,39,60,168	43,99,28,362
Investments- from Earmarked/Endowment funds	9	-	-
Investments - Others	10	-	-
Current Assets, Loans & Advances etc.	11	15,29,36,536	14,39,35,706
TOTAL		**60,68,96,704**	**58,38,64,067**
Significant Accounting Policies	24		
Contingent liabilities and notes on accounts	25		

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279
UDIN - 19099279AAAABP1457

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

FORM OF FINANCIAL STATEMENTS (NON-PROFIT ORGANISTIONS)

CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING
(FORMERLY BIOPROCESSING UNIT)

C-127 INDUSTRIAL AREA PHASE-8 S.A.S. NAGAR, MOHALI

INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT

FOR THE YEAR ENDED 31ST MARCH 2019

(Amount in Rs.)

INCOME	Schedule	Current Year	Previous Year
Income from Sales/Services	12	-	
Grants in aid /subsidies	13	7,52,00,000	4,46,00,000
Fees/subscriptions	14	-	-
Income from Investments (Income on investment from earmarked/endowment funds transferred to funds)	15	-	-
Income from Royalty, Publication etc.	16	-	-
Interest Earned	17	52,03,748	56,31,282
Other Income	18	27,07,767	30,39,000
Increase/decrease in stock of finished goods & work-in -progress	19	-	-
TOTAL(A)		**8,31,11,515**	**5,32,70,282**
EXPENDITURE	**Schedule**	**Current Year**	**Previous Year**
Establishment Expenses	20	2,10,93,124	2,58,18,359
Other Administrative Expenses	21	2,83,85,614	2,22,43,834
Research & Development Expenditure (Incl. Grants, Subsidies etc)	21A	2,29,65,049	3,04,55,647
Expenditure on grants, Subsidies etc.	22	-	-
Interest	23	-	-
Depreciation	8	5,41,54,209	5,05,51,107
TOTAL(B)		**12,65,97,996**	**12,90,68,947**
Balance (+)surplus/ ((-)deficit) (A-B)		-4,34,86,481	-7,57,98,665
Deficit carried to Schedule-7 (Payable to Government)			-2,85,71,341
Balance being surplus/ (deficit) carried to Capital Fund (Schedule 1)		-4,34,86,481	-4,72,27,324
Significant Accounting Policies	24		
Contingent liabilities and notes on accounts	25		

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE
Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

(DR.T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

Form of Financial Statements for the Central Autonomous Bodies (Non-Profit Organizations and Similar Institutions)

CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING
(FORMERLY BIOPROCESSING UNIT)
Knowledge City, Sector 81, PO Manauli, SAS Nagar, Mohali

RECEIPTS AND PAYMENTS FOR THE PERIOD/YEAR ENDED ON 31.03.2019

(Amounts in Rs.)

RECEIPT	Current Year	Previous Year	PAYMENT	Current Year	Previous Year
I. Opening Balance			**I. Expenditure**		
a) Cash in Hand			**(a) Establishment Expenses**		
b) Bank Balances			(i) Manpower-Permanent Strength	2,07,76,627	2,55,99,179
i) In current accounts					
ii) In deposit Accounts	9,82,10,533	9,41,09,666	**(b) Administrative Expenses**		
iii) In Savings Accounts	15,46,257	86,13,430	(i) Travelling & conveyance expenses	3,52,062	7,33,107
			(ii) Postage,Telephone & communication charges	4,08,795	5,49,102
II. Grants Received			(iii) Office and Admn Expenses	6,81,738	9,02,281
(i) Capital Grant	5,00,00,000	10,00,00,000	(iv) Advertisement & Publicity	8,80,745	9,61,929
(ii) Revenue Grant	7,52,00,000	4,46,00,000	(v) Repair & Maintenance	10,51,653	22,17,490
			(vi) Printing & stationery	4,91,447	7,41,924
III. Interest Received			(vii) Manpower - Outsourcing	86,79,094	56,95,654
a) On Bank Deposits	53,33,343	63,19,451	(viii) Fees & Honorarium	2,14,000	2,99,398
			(ix) Electricity & Water charges	77,65,674	68,77,550
IV. Other Incomes			(xi) Workshop/Seminar Expenses	2,72,982	2,05,492
a) Tender Fees	86,619	1,36,531	(xii) Vehicles Running & maintenance	3,96,418	4,71,331
b) Ph. D Fee	1,27,360		(xiii) Shifting Expenses	-	3,45,044
c) RTI Fee	302	20	(xiv) CMCs/AMCs General	7,65,613	
d) LD Charges	-		(xv) Watch & Ward Expenses	19,78,408	10,57,159
e) Overhead income from extra mural projects	12,14,874	13,03,925			
f) Income from Sample analysis	9,500	42,200	**(c) Research and Development Expenditure**		
g) Rental Income	9,00,172	5,01,436	(i) Chemicals & Consumables	1,44,36,781	2,22,36,888
h) Technology Transfer	-	89,286	(ii) Fellowship and Stipend	54,42,361	51,06,411
i)Training Fee	84,575	91,947	(iii) Computer Software & Accessories	7,14,853	2,98,513
j) Others (Misc.)	59,884	23,147	(iv) Research Work Expenses	18,96,322	15,12,397
			(v) Patent Filling Expenses	31,840	71,277
			(vi) Research publication expenses	22,297	24,100
V. Other Receipts			(vii) Sequencing Expenses	1,52,220	1,96,661
(a) Grant for organizing scientific events	-	2,98,778	(viii) Recognition Fee & Membership fee	2,000	10,06,100
(b) External projects and fellowships (Including interest earned)	3,54,10,554	3,79,36,424			
(c) Earnest Money Deposits	3,48,750	10,23,775	**II. Expenditure on Fixed Assets & Capital Work-in-**		
(d) Security Deposits	4,77,950	4,91,467	**(a) Purchase of Fixed Assets**		
(e) GST payable		22,491	(i) Library Books	2,59,600	3,26,497
(f) Caution Money deposited by students	20,000		(ii) Scientific Equipments & Accessories	2,54,42,826	3,08,69,817
(g) Staff Welfare fund	32,073		(iii) Computers and Peripherals	25,14,974	52,56,543
			(iv) Office Equipments	99,515	8,32,685
			(v) Office & Guest House Furniture	6,56,675	95,82,211
			(b) Expenditure on Main Campus Building		
			(i) Development of main campus	72,27,775	5,25,18,132
			III. Other Project Payments		
			(iii) External projects and fellowships	2,72,60,898	1,86,79,616
			IV. Other Payments		
			(ii) Advance to Employees	-	32,556
			(v) TDS refund receivable from IT Dept.	-	38,737
			(vi) Creditors payable	-	4,21,403
			V. Closing Balance		
			a) Cash in Hand		
			b) Bank Balances		
			i) In Current Accounts		
			ii) In Deposit Accounts	13,32,15,651	9,82,10,533
			iii) In Savings Accounts	49,70,902	15,46,257
Grand Total	**26,90,62,746**	**29,55,13,974**	**Grand Total**	**26,90,62,746**	**29,55,13,974**

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T.R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No: 089579

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

FORM OF FINANCIAL STATEMENTS (NON-PROFIT ORGANISTIONS)

CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING

(FORMERLY BIOPROCESSING UNIT)

Knowledge City, Sector 81, PO Manauli, SAS Nagar, Mohali

SCHEDULES FORMING PART OF BALANCE SHEET AS AT 31.03.2019

SCHEDULE-1
CORPUS/CAPITAL FUND

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
Balance as at the beginning of the year	54,41,06,276	49,13,33,595
Add : Contributions towards corpus/capital fund	5,00,00,000	10,00,00,000
Add : Fixed Assets Created out of Project Grants	5	5
Less/(Deduct) : balance of net expenses transferred from the income & expenditure a/c	-4,34,86,481	-4,72,27,324
BALANCE AS AT THE YEAR -END	**55,06,19,800**	**54,41,06,276**

SCHEDULE-2
RESERVES AND SURPLUS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1.Capital Reserves: Land provided by Punjab Govt.	1	1
2.Revaluation Reserve	-	-
3.Special Reserve	-	-
4.General Reserve		
4. Unspent Govt. Grant		
As per last Account		
Add: Addition during the year	-	-
Less: Payable to Govt. (Trasferred to Schedule-7)		
TOTAL	**1**	**1**

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

SCHEDULE 03- EARMARKED/ENDOWMENT / PROJECT GRANTS

Sr. No.	Project Name	Additions: a) Opening balance as on 01-04-2018	b) Additions during the Year	c) Accrued Interest / Interest Recd. on Investment	TOTAL (a+b+c)	Utilisation /expenditure: i) Capital Expenditure	ii) Revenue Expenditure: Fellowships	Chemical & Consumable	Contingenty Exp/Travel etc	Overhead Exp/ refunded	Refund	TOTAL	Total Expenses	Net Balance as on 31.03.2019
1	One Pot Transformation of selected secondary Agricultural residues to high value platform molecules (GAP 02)	-30,277.00	5,00,000.00	-	4,69,723.00	39,548.00		3,69,451.00		-	60,724.00	4,30,175.00	4,69,723.00	-
2	Efficient Production of a novel and robust L-asparaginase with low glutaminase activity optimization scale up and evaluation of anti- cancerous properties (GAP 03)	-54,948.00	5,00,000.00	-	4,45,052.00	10,045.00	93,711.00	3,10,019.00	-	-	31,277.00	4,35,007.00	4,45,052.00	-
3	Bioprospection in High Altitude Plants Swertia Cordata, Swertia petiolata and Swertia paniculata (GAP 04)	-25,457.00	8,00,000.00	4,504.00	7,79,047.00		5,70,871.00	1,87,351.00	5,612.00	-	15,213.00	7,79,047.00	7,79,047.00	-
4	Innovation and Demonstration of Technologies for Improved Production and Enhanced shelf life of Tomato and Onion (GAP 05)	12,54,261.00	2,52,000.00	20,600.00	15,26,861.00	7,99,470.00	6,55,916.00	48,811.00	7,031.00		-	7,11,758.00	15,11,228.00	15,633.00
5	Novel Industrial diary waste management processing for the development of nutritional enriched whey beverage blend using high pressure processing (HPP) (GAP 06)	79,011.00	8,00,000.00	7,418.00	8,86,429.00		4,12,500.00	1,78,414.00	3,500.00	-	2,92,015.00	8,86,429.00	8,86,429.00	-
6	Transformation of agro residue-rice straw - into downstream dicarboxylic acids- precursor for bioplastics - with nanoparticle encapsulated cookies (GAP 07)	4,26,862.00	4,94,013.00	16,056.00	9,36,931.00	-	2,86,667.00	3,40,067.00	30,573.00	1,95,585.00		8,52,892.00	8,52,892.00	84,039.00
7	Protein engineering and gene mining strategies for the development of thermo-acidic D-psicose 3-epimerase, useful in generating functional products (GAP 08)	15,18,602.00	8,00,000.00	45,998.00	23,64,600.00	12,57,691.00	3,32,704.00	5,08,021.00	51,071.00	2,43,185.00		11,34,981.00	23,92,672.00	-28,072.00
8	Chemo-Enzymatic Processing of Kinnow Juice Industry for Value Added Nutritional Products (GAP 09)	-66,913.00	8,24,150.00	874.00	7,58,111.00	-	3,60,000.00	30,842.00	-	1,54,627.00		5,45,469.00	5,45,469.00	2,12,642.00
9	Structural and Functional characterization of metagenome of Extreme Niches and fermented foods (GAP 10)	11,46,842.00	9,33,158.00	38,563.00	21,18,563.00		6,00,000.00	10,69,716.00	1,73,453.00			18,43,169.00	18,43,169.00	2,75,394.00
10	A novel approach of production of functional products from sweet sorghum (GAP-11)	36,69,708.00	10,74,568.00	97,536.00	48,41,812.00	12,77,628.00	5,81,667.00	7,57,115.00	18,150.00	-		13,56,932.00	26,34,560.00	22,07,252.00
11	Engineering Photosynthetic Nanopigments for Efficient Valorization of Lignocellulosic Biomass(GAP-12)	19,87,897.00	6,88,190.00	29,275.00	27,05,362.00	13,43,404.00	3,00,000.00	3,62,205.00	-	1,09,526.00	-	7,71,731.00	21,15,135.00	5,90,227.00
12	Developing & Optimization of Fresh Produce Supply chain and storage Systems (GAP 13)	27,57,380.00	-	72,678.00	28,30,058.00		6,66,348.00	3,90,044.00	2,91,539.00	1,20,000.00	-	14,67,931.00	14,67,931.00	13,62,127.00
13	Complete utilisation of Whey for the production of whey protein hydrolysate bacterial cellulose and tagatose for various food application (GAP-14)	-	25,85,000.00	71,065.00	26,56,065.00	85,470.00	4,54,570.00	4,29,736.00	25,039.00	2,35,000.00	-	11,44,345.00	12,29,815.00	14,26,250.00
14	Setting up of Secondary Agriculture Food Processing Entrepreneurial Network I Punjab-Phase-I (GAP-15)	1,66,05,741.00	17,36,000.00	5,37,857.00	1,88,79,598.00	40,00,500.00	12,28,431.00	10,95,866.00	-	58,001.00	-	23,82,298.00	63,82,798.00	1,24,96,800.00
15	Setting up of Rural Biotech Innovation and Application centre (RBIAC) in Kandi Area of Punjab (Gap-16)		52,30,000.00	82,805.00	53,12,805.00		45,536.00	1,03,329.00		45,000.00		1,93,865.00	1,93,865.00	51,18,940.00
16	Utilization of Rice Residues for Value Added Product Development (Flagship programme) (GAP 19)		1,41,79,120.00	-	1,41,79,120.00		-	-	-	-	-	-	-	1,41,79,120.00
17	M/s Petiva Private Limited, Hyderabad	10,00,000.00	-		10,00,000.00	-	-	-	-	-	-	-	-	10,00,000.00
18	National Post Doc Fellows	5,98,843.00	22,11,374.00		28,10,217.00	2,23,766.00	16,00,500.00	2,56,262.00	-	1,18,056.00	3,62,079.00	23,36,897.00	25,60,663.00	2,49,554.00
19	DBT JRF/SRF Fellowship	42,419.00	3,23,000.00		3,65,419.00		2,93,000.00		12,444.00			3,05,444.00	3,05,444.00	59,975.00
20	DST INSPIRE JRF/SRF Fellowship	-	3,16,342.00		3,16,342.00		2,48,342.00		20,000.00			2,68,342.00	2,68,342.00	48,000.00
21	CSIR-Fellowship	1,833.00	1,38,410.00		1,40,243.00				1,05,402.00			1,05,402.00	1,05,402.00	34,841.00
	Total	3,09,11,804.00	3,43,85,325.00	10,25,229.00	6,63,22,358.00	90,37,522.00	87,30,763.00	64,37,249.00	7,43,814.00	12,78,980.00	7,61,308.00	1,79,52,114.00	2,69,89,636.00	3,93,32,722.00

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE
Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

(DR. T.R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

5 of 10

SCHEDULE-4
SECURED LOANS & BORROWINGS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Central Government	-	-
2. State Government(specify)	-	-
3. Financial Institutions	-	-
4. Banks	-	-
5. Other Institutions & agencies	-	-
6. Debentures & bonds	-	-
7. Others(specify)	-	-
TOTAL	-	-

SCHEDULE-5
UNSECURED LOANS & BORROWINGS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Central Government	-	-
2. State Government(specify)	-	-
3. Financial Institutions	-	-
4. Banks:	-	-
5. Other Institutions & agencies	-	-
6. Debentures & bonds	-	-
7. Others(specify)	-	-
TOTAL	-	-

M/S S.S.P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

SCHEDULE-6
DEFERRED CREDIT LIABILITIES

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Acceptances secured by hypothecation of capital equipment		-
2. Others		-
TOTAL	-	-

SCHEDULE-7
CURRENT LIABILITIES & PROVISIONS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
A) CURRENT LIABILITIES		
1. Sundry Creditors		
a) For Goods/Services	16,19,858	6,21,607
b) For Securities	9,98,296	5,20,346
c) Earnest Money Deposit	18,84,950	15,36,200
d) Caution Money deposited by students	20,000	
e) Staff Welfare fund	32,073	
2. Interest accrued but not due on:		
a) Secured Loans/Borrowings		
b) Unsecured Loans/Borrowings		
3. Statutory Liabilities		
a) TDS Payable	2,74,500	1,42,825
b) GST Payable	17,968	22,491
b) Punjab Development Tax	3,600	
4. Other Current Liabilities		
a) Manpower (Salary) Payable	24,20,816	22,14,297
i) NPS contribution	2,93,010	2,67,642
b) Other Expenses Payable	41,75,362	35,20,578
c) Interest refundable to CFI	52,03,748	
TOTAL(A)	**1,69,44,181**	**88,45,986**
B) PROVISIONS		
1. Gratuity	-	-
2. Superannuation/Pension	-	-
3. Leave Encashment	-	-
TOTAL(B)	-	-
C) Amount transferred from General Reserve- Opening Balance		-
D) Surplus being payable to Government - Opening Balance		**2,85,71,341**
Less- Loss of current year		**-2,85,71,341**
TOTAL(A+B)	**1,69,44,181**	**88,45,986**

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 092279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

SCHEDULE-8
FIXED ASSETS

(Amount in Rs.)

SL No.	Description	Depreciation Rate	GROSS BLOCK: Cost/ Valuation as at beginning of the year 1.04.18	GROSS BLOCK: Additions during the year UPTO 30.09.18	GROSS BLOCK: Additions during the year AFTER 30.09.18	GROSS BLOCK: Deduction during the year 2018-19	GROSS BLOCK: Cost/ Valuation at the year end 31.03.19	DEPRECIATION: As at the beginning of the year 1.04.18	DEPRECIATION: Depreciation during the year 2018-19	DEPRECIATION: Total at the year end 31.03.19	NET BLOCK: As at the Current Year End 31.03.19	NET BLOCK: As at the Previous Year End 31.03.18
A	FIXED ASSETS											
I	LAND		1				1		-	-	1	1
II	BUILDINGS											
	a)On Freehold Land	10%	39,92,35,878	-	3,53,74,458	-	43,46,10,336	3,93,24,829	3,77,59,828	7,70,84,657	35,75,25,679	35,99,11,049
	b)On Leasehold Land	10%	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	c)Ownership Premises	10%	-	-	-		-	-	-	-	-	-
	d)Other Superstructures	10%	-		-	-	-	-	-	-	-	-
III	PLANT, MACHINERY & EQUIPMENT											
	Equipments	15%	8,70,95,996	1,17,35,526	1,75,34,227		11,63,65,749	2,65,55,522	1,21,56,467	3,87,11,989	7,76,53,760	6,05,40,474
IV	Vehicles	15%	17,37,666		-	-	17,37,666	6,01,364	1,70,445	7,71,809	9,65,857	11,36,302
V	Furniture & Fixtures	10%	1,53,93,263	4,11,862	2,44,813		1,60,49,938	24,79,696	13,44,784	38,24,480	1,22,25,458	1,29,13,567
VI	Computers/Peripherals	40%	77,98,490	7,68,619	17,46,355	-	1,03,13,464	35,59,562	23,52,290	59,11,852	44,01,612	42,38,928
VII	Library Books	60%	3,34,873	1,65,904	93,696	-	5,94,473	1,06,325	2,64,780	3,71,105	2,23,368	2,28,548
VIII	Office Equipments	10%	10,86,485	93,800	5,715	-	11,86,000	1,26,997	1,05,615	2,32,612	9,53,388	9,59,488
	TOTAL OF CURRENT YEAR (A)		51,26,82,652	1,31,75,711	5,49,99,264	-	58,08,57,627	7,27,54,295	5,41,54,209	12,69,08,504	45,39,49,123	43,99,28,357
II	Fixed Asset Created from Projects Grants:											
	EQUIPMENTS		5		5		10				10	5
	TOTAL OF FIXED ASSETS PROCURRED FROM PROJECTS (B)		5	-	5		10	-	-	-	10	5
	TOTAL (A+B)		51,26,82,657	1,31,75,711	5,49,99,269	-	58,08,57,637	7,27,54,295	5,41,54,209	12,69,08,504	45,39,49,133	43,99,28,362
XI	PREVIOUS YEAR											
	a) Expenditure on Assets/Fixed Assets		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	b) Expenditure on Plan Activities		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	TOTAL OF PREVIOUS YEAR		-		-	-	-	-	-	-	-	-
XII	CAPITAL WORK-IN-PROGRESS											
	a) Main Campus At Sec 81		-			-	-	-	-	-	-	-
			-			-	-	-	-	-	-	-
	d) Equipment		-		11,035	-	11,035	-	-	-	11,035	-
	TOTAL OF CURRENT YEAR (CWIP) (B)		-	-	11,035	-	11,035	-	-	-	11,035	-
	TOTAL (A+B)		51,26,82,657	1,31,75,711	5,50,10,304	-	58,08,68,672	7,27,54,295	5,41,54,209	12,69,08,504	45,39,60,168	43,99,28,362

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE
Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

(DR. T.R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

8 of 19

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

M/S S.P. Jain & Co.
CHARTERED ACCOUNTANTS
(CA SURESH KUMAR ...)
Membership No. 099279

SCHEDULE-9

INVESTMENTS FROM EARMARKED/ENDOWMENT FUNDS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. In Government Securities	-	-
2. Other approved securities	-	-
3. Shares	-	-
4. Debentures & Bonds	-	-
5. Subsidiaries & Joint Ventures	-	-
6. Others (to be specified)	-	-
TOTAL	-	-

SCHEDULE-10

OTHER INVESTMENTS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. In Government Securities	-	-
2. Other approved securities	-	-
3. Shares	-	-
4. Debentures & Bonds	-	-
5. Subsidiaries & Joint Ventures	-	-
6. Others(to be specified)	-	-
TOTAL	-	-

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सेक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

SCHEDULE-11

CURRENT ASSETS, LOANS & ADVANCES

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
A) CURRENT ASSETS		
1. Inventories	-	-
a) Stores & Spares	-	-
b) Loose Tools	-	-
c) Stock-in-trade	-	-
2. Sundry Debtors		
3. Cash balances in hand	-	-
4. Bank balances:	-	
a) With Scheduled Banks:		
-On Current accounts	-	-
-On Fixed Deposit accounts	13,32,15,651	9,82,10,533
-On Savings accounts		
(i) State Bank of India A/c	49,70,902	15,46,257
TOTAL(A)	**13,81,86,553**	**9,97,56,790**
B) LOANS, ADVANCES AND OTHER ASSETS		
1. Loans	-	-
2. Advances and other amounts recoverable in cash or in kind or for value to be received:		
a) On Capital Account	-	-
b) Security for Gas cylinders	16,000	16,000
c) Recoupable form Govt. Agencies		
d) Advance to Employees for Official Purpose	23,072	36,056
e) Others(specify)		
(i) TDS Receivable	2,03,593	2,03,593
(ii) IMTECH	-	5,750
(iii) Deposit with PMC	1,31,51,109	4,26,51,670
(iv) Bioprocessing India Conference	91,900	91,900
(v) Booninisa, Thailand	29,857	29,857
(vi) Directror INST	3,20,640	1,00,682
3. Income accrued:		
a) on investments from earmarked/endowment funds		
b) on Investments		
c) on loans & advances		
d) on Fixed Deposits with bank	9,13,812	10,43,407
e) on Savings Bank Account		
4. Claims Receivable	-	-
TOTAL(B)	**1,47,49,983**	**4,41,78,915**
TOTAL(A+B)	**15,29,36,536**	**14,39,35,706**

M/S S S P I & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS
FRN-015083N

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सेक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

10 of 19

SCHEDULE-12
INCOME FROM SALES/SERVICES

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Income from sales		
2. Income from services	-	-
TOTAL	-	-

SCHEDULE-13
GRANTS/SUBSIDIES

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
(Irrevocable Grants & subsidies received)		
1. Central Government	7,52,00,000	4,46,00,000
Less unspent grant transferred to General Reserve		
2. State Government	-	-
3. Government Agencies	-	-
4. Institutional /welfare bodies	-	-
5. International Organisations	-	-
6. Others (to be specified)	-	-
TOTAL	**7,52,00,000**	**4,46,00,000**

SCHEDULE-14
FEES/SUBSCRIPTIONS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Entrance Fees	-	-
2. Annual Fees / subscriptions	-	-
3. Seminar/program fees	-	-
4. Consultancy fees	-	-
5. Others	-	-
TOTAL	-	-

SCHEDULE-15
INCOME FROM INVESTMENTS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Interest	-	-
a)On Govt. securities		-
b)Other Bonds/Debentures		-
2. Dividends:	-	-
a)On shares		-
b)On Mutual Fund securities		-
3. Rents	-	-
4. Others (specify)	-	-
TOTAL	-	-

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099259

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर-81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

11 of 19

SCHEDULE-16
INCOME FROM ROYALTY/PUBLICATIONS. ETC.

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Income from Royalty	-	-
2. Income from Publications	-	-
3. Others(specify)	-	-
TOTAL	-	-

SCHEDULE-17
INTEREST EARNED

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. On Term Deposits		
a) With Scheduled Banks (including accrued interest):	50,29,108	54,68,491
b) With Non-Scheduled Banks:		
2. On Savings Accounts:		
a) With Scheduled Banks:	1,74,640	1,62,791
b) With Non-Scheduled Banks:		
c) Post Office Savings Account		
d) Others		
3. On Loans		
a) Employees/staff		
b) Interest on Mobilisation Advance		
4)Interest on Debtors & other Receivables		
a) Interest on refund of Income Tax	-	-
TOTAL	**52,03,748**	**56,31,282**

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सेक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

SCHEDULE-18
OTHER INCOME

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Profit on sale/disposal of assets	-	-
2. Export Incentives realized	-	-
3. Fee for Miscellaneous Services	-	-
4. Miscellaneous Income		
a) Tender Fees	91,540	1,36,531
b) Ph. D Fee	1,27,360	-
c) RTI Fee	302	20
d) Overhead income from extra mural projects	12,14,874	13,03,925
e) Income from Sample analysis	9,500	42,200
f) Rental Income	11,19,732	6,02,118
g) Technology Transfer	-	89,286
h)Training Fee	84,575	91,947
i) Others (Misc.)	59,884	7,72,973
TOTAL	**27,07,767**	**30,39,000**

SCHEDULE-19
INCREASE/(DECREASE) IN STOCK OF FINISHED GOODS & WORK IN PROGRESS

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Closing Stock	-	-
a) Finished Goods	-	-
b) Work-in-progress	-	-
2) Less: Opening stock	-	-
a) Finished Goods	-	-
b) Work-in-progress	-	-
NET INCREASE/(DECREASE)(1-2)	-	-

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India भारत सरकार
Department of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Sector-81, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर-81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

SCHEDULE-20

ESTABLISHMENT EXPENSES

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Manpower Salaries, Wages and Allowances	2,10,93,124	2,58,18,359
TOTAL	**2,10,93,124**	**2,58,18,359**

SCHEDULE-21

OTHER ADMINISTRATIVE EXPENSES ETC.

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Travelling & conveyance expenses	3,52,062	7,33,107
2. Postage,Telephone & communication charges	3,85,381	5,72,516
3. Office & Admn Expenses	6,64,814	10,03,111
4. Advt. & publicity	4,58,951	13,83,723
5. Repair & Maintenance	10,51,653	22,17,490
6. Printing & stationery	4,91,447	7,41,924
7. Outsourcing	85,07,102	58,75,447
8. Fees & Honorarium	2,14,000	2,99,398
9. Electricity & Water charges	77,80,735	72,53,852
10. Workshop/Seminar Expenses	2,72,982	2,05,492
11. Vehicles Running & maintenance	3,71,901	4,54,208
12. Shifting Expenses	-	3,45,044
13.CMCs/AMCs General	7,67,459	
14.Watch & Ward Expenses	18,63,379	11,58,522
15. Interest earned refundable to CFI	52,03,748	
TOTAL	**2,83,85,614**	**2,22,43,834**

SCHEDULE-21 A

RESEARCH & DEVELOPMENT EXPENDITURE (INCL. GRANTS AND SUBSIDIES ETC.)

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Chemical & Consumables	1,45,90,963	2,24,19,156
2. Fellowships & Stipend	54,46,815	49,72,748
3. Computer Software & Accessories	7,14,853	2,98,513
4. Plantation & Horticulture Expenses	20,04,061	14,59,523
5. Patent Filling Fee	31,840	71,277
6. Research Publication Expenses	22,297	24,100
7. Sequencing Services	1,52,220	2,04,230
8. Recognition fee & Membership fee	2,000	10,06,100
TOTAL	**2,29,65,049**	**3,04,55,647**

M/S S S P L & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

SCHEDULE-22
EXPENDITURE ON GRANTS, SUBSIDIES ETC.

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
(a) Grants given to Institutions/Organisations		
(b) Subsidies given to Institutions/Organisations		
TOTAL	-	-

SCHEDULE-23
INTEREST

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. On Fixed loans	-	-
2. On other loans	-	-
3. Others(specify)	-	-
TOTAL	-	-

M/S S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

(DR. T. R. SHARMA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 090279

Dated: 28/06/2019
Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रोद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

FORM OF FINANCIAL STATEMENTS

CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING

Knowledge City, Sector 81, PO Manauli, SAS Nagar, Mohali.

SCHEDULE 24

SIGNIFICANT ACCOUNTING POLICIES

A) ACCOUNTING CONVENTION

The Financial Statements are prepared on the basis of historical cost convention, unless otherwise stated and generally on the Accrual method of accounting as per the Common Format of Accounting for all Central Autonomous Bodies.

B) INVENTORY VALUATION

Expenditure on purchase of chemicals, consumables, publications, stationery and other stores are accounted for as revenue expenditure, immediately on purchase of these items. There is no closing stock as on 31st March 2019 for above mentioned items.

C) INVESTMENTS

There are no investments other than fixed deposits in the bank. No brokerage or other expenses have been incurred in making such investments.

D) FIXED ASSETS

Fixed assets are created out of grants received from DBT and valued at cost of acquisition inclusive of inward freight, duties and taxes and incidental and direct expenses related to acquisition. However, the value of Fixed Assets created out of the completed/closed external funded projects/fellowships have been taken at the nominal value of Rupee one for each article. The Land which is allotted free of cost by Govt. of Punjab for setting up of CIAB has been taken at nominal value of Re. 1.

E) DEPRECIATION

Depreciation on fixed assets has been charged as per the rate prescribed in the Income Tax Act-1961 on written down value method. However, no depreciation has been charged on the Fixed Assets created out of the completed/closed external funded projects/fellowships as their value has been taken at the nominal amount.

F) MISCELLANEOUS EXPENDITURE

There is no deferred revenue expenditure during 2018-19.

G) ACCOUNTING FOR SALES

Being an Institution there is no sales during the year under consideration.

S S P J & CO. FRN-018083N Chartered Accountants

16 of 19

H) GOVERNMENT GRANTS/ SUBSIDIES

As the Institute is funded by the Department of Biotechnology, Ministry of Science and Technology, (Govt. of India) and the grants are treated as irrevocable, the same has been accounted for on sanction and receipt basis. During the FY 2018-19, recurring grants amounting to Rs.7,52,00,000/- has been received for the purpose as shown in schedule-13. Non-recurring Grants amounting to Rs. 5,00,00,000/- have been shown as addition to Corpus/ Capital Fund (schedule-I).

Interest earned on Govt. Grant amounting to Rs. 52,03,748/- has been shown as payable to Govt. (Schedule 7) in Compliance to Rule 230 (8) of General Financial Rules 2017.

I) Expenses payable up to 31st March, 2019 pertaining to FY 2018-19, have been shown under expenses payable (schedule-7). Any expenditure which has not been claimed or for which bill has not been received pertaining to any expenditure relevant to the FY 2018-19, the same will be accounted for in the year of claim.

J) FOREIGN CURRENCY TRANSACTIONS

Foreign Currency Transactions are accounted for at the rate of exchange prevailing on the dates of such transactions. Assets and Consumables acquired against foreign currency are recorded at the amount actually paid on their import.

K) RETIREMENT BENEFITS

The institute is covered under New Pension Scheme of Government of India and is registered with the agency approved by Ministry of Finance. Institute is regularly depositing the monthly pension contribution (both employee and employer share) with the appropriate authority.

For Center of Innovative & Applied Bioprocessing

Manager Finance

Dated: 28/06/2019

Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

Chief Executive Office

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

For S S P J & CO.
Chartered Accountants

FRN-018083N

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
Partner
Membership No. 099279

FORM OF FINANCIAL STATEMENTS

CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING

Knowledge City, Sector 81, PO Manauli, SAS Nagar, Mohali

SCHEDULE 25

NOTES ON ACCOUNTS

The financial statement of accounts is prepared in three parts (i) The Balance Sheet, (ii) Income & Expenditure Account and (iii) Receipt & Payment Account.

1. Receipt and Payment Accounts

The Receipt & Payment Account carries the figures of actual receipts & actual payments of the Institute during the financial year 2018-19. It is virtually a copy of Cash Book/Institute's accounts. The total receipt as shown in Receipt & Payment Account comes to Rs.16,93,05,956/-, which include Rs.12,52,00,000/- received as recurring and non-recurring grants from DBT, grant of Rs. 3,54,10,554/- for externally funded projects and Rs. 86,95,402/- from other receipts. Total amount of Rs.13,08,76,193/- has been released as payments during the year.

2. The Income and Expenditure Account

The Income and Expenditure account is prepared on accrual basis. The total income is Rs.8,31,11,515/- which includes Recurring Grant from DBT, Interest earned and Other Resources.

Total expenditure (before depreciation) comes to Rs.7,24,43,787/-, which also includes Rs.52,03,748/- of interest earned on Grants, which is refundable to Govt., and depreciation of Rs.5,41,54,209/- has been charged in the current FY 2018-19. Further the amount of Rs.4,34,86,481/- being the excess of expenses over income has been transferred to Corpus/Capital Fund (Schedule-I).

3. Fixed Assets

Fixed assets are created from grant from DBT and valued at cost of acquisition inclusive of inward freight, duties and taxes and incidental and direct expenses related to acquisition, however, the value of Fixed Assets created out of the completed/closed external funded projects have been taken at the nominal value of Rupee one for each article.

During the FY 2018-19, a sum of Rs. 16,14,009/- has been earned as interest on deposits with M/s RITES ltd., which has been adjusted against Main campus building capitalized during the year (Schedule 8) as per recommendations of the Finance Committee.

4. Depreciation

Depreciation for the year 2018-19 has been charged as per the rate prescribed in the Income Tax Act-1961 on written down value method, however, no depreciation has been charged on the Fixed Assets created out of the completed / closed external funded projects as their value has been taken at the nominal amount. Depreciation on Library Books has been charged @ 60%.

S P J & CO. FRN-018083N Chartered Accountants

5. Current Assets, Loans and Advances

In the opinion of the management the current assets, loans & advances of the Institute have a realizable value in the ordinary course at lease to the extent shown in the accounts and the provisions of liabilities are adequate.

6. Land

The Government of Punjab has provided approx. 15 acres of land in Knowledge City at Sector-81, Mohali to the Institute, free of cost, for setting up of CIAB Campus. Therefore, the cost CIAB land has been taken as nominal value of Re. 1 and corresponding accounting effect has been given in schedule-2.

7. **Externally Aided Project**

As on 31st March 2019, there is a balance of Rs. 3,93,32,722/- in the externally funded project accounts. The balance will be spent in accordance with the terms and conditions of the projects. An interest of Rs. 10,25,229/- has been credited to the externally funded projects as shown in Schedule 3.

8. Exemption u/s 35(i)(ii) of The Income Tax Act,1961

The institute has been granted exemption u/s 35(i)(ii) of the Income Tax Act,1961 in the Category of 'Scientific Research Association' vide notification no 07/2017 dated 31st January 2017.

9. There are no losses from casualties such as flood and fire.

10. Previous year figures have been re-grouped and rearranged where ever considered necessary to make them comparable with those of current year.

11. Government Grants have been recognized on the basis of sanctions issued by the Govt. of India.

For Center of Innovative & Applied Bioprocessing

Manager Finance

Dated: 28/06/2019

Place: Mohali

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केंद्र
Govt. of India / भारत सरकार
Dept. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

Chief Executive Officer

डॉ. तिलक राज शर्मा / Dr. T. R. Sharma
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव - प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सैक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

For S S P J & CO.
Chartered Accountants

FRN-018083N

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
Partner
Membership No. 099279

सीआईएबी में गतिविधियां, आमंत्रित व्याख्यान एवं अनुदान/सम्मान

Events, Invited Lectures and Awards/Honors at CIAB

आयोजन

- 26 मार्च 2018 : एनएबीआई - सीआईएबी परिसर में डॉ.टी.आर शर्मा (सीइओ, सीआईएबी) द्वारा कैफेटेरिया का उद्घाटन किया गया ।
- 1 मई 2018 : सीआईएबी का छठा स्थापना दिवस मनाया गया ।
- 1-15 मई 2018 : स्वच्छता पखवारा; सीआईएबी भवन और परिसर में स्वच्छता सुनिश्चित करने के लिए विभिन्न गतिविधियों का प्रदर्शन किया गया ।
- 21 मई 2018 : सीआईएबी में आतंकवाद विरोधी दिवस मनाया गया ।
- 15 जून 2018 : यूके के प्रतिष्ठित वैज्ञानिकों द्वारा "पोस्टहर्स्ट लॉस को कम करने के लिए भंडारण और प्रसंस्करण की आवश्यकता" पर व्याख्यान की एक श्रृंखला प्रदान की गई ।
- 21 जून 2018 : सीआईएबी ने चौथा अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस मनाया ।
- 15 अगस्त 2018 : सीआईएबी ने बहत्तर स्वतंत्रता दिवस मनाया ।
- 20 अगस्त 2018 : सीआईएबी, एनएबीआई और पीएससीएसटी द्वारा संयुक्त रूप से एक उद्योग-अकादमिक मीट का आयोजन किया गया था । सीआईएबी में पीएससीएसटी 20 से अधिक उद्योगपतियों / उद्यमियों ने इस बैठक में भाग लिया और सीआईएबी, एनएबीआई और पीएससीएसटी के वैज्ञानिकों के साथ बातचीत की ।
- 1-15 सितंबर 2018 : हिंदी पखवारा मनाया गया; कई गतिविधियों का प्रदर्शन किया गया इस घटना के दौरान ।
- 5 सितंबर 2018 : शिक्षक दिवस का उत्सव; सीआईएबी को क्षेत्रीय द्वारा मान्यता दी गई है जैव प्रौद्योगिकी केंद्र (RCB), फरीदाबाद जैव प्रौद्योगिकी में पीएचडी डिग्री प्रदान करने के लिए उनके शैक्षणिक क्षेत्रीय केंद्र के रूप में इस कार्यक्रम का औपचारिक उद्घाटन प्रोफेसर अखिलेश के त्यागी ने किया,पूर्व निदेशक एनआईपीजीआर और पूर्व राष्ट्रपति, एनएएसआई ।
- 14 सितंबर 2018 : विज्ञान उन्मुख सामाजिक संगठनों की राष्ट्रीय बैठक आयोजित की गई ।
- 17 सितंबर 2018 : सीआईएबी में ओपन डे मनाया गया ।
- 17 सितंबर 2018 : सीआईएबी ने छात्रों के लिए वाद-विवाद और मॉडल / पोस्टर प्रतियोगिता का आयोजन किया ।
- 15 सितंबर -2 अक्टूबर 2018 : में 'स्वच्छ भारत सेवा' अभियान आयोजित किया गया ।
- 5-8 अक्टूबर 2018 : सीआईएबी ने इंदिरा गांधी प्रतिष्ठान, लखनऊ में आयोजित इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल (IISF-2018) में भाग लिया और उत्पादों का प्रदर्शन किया ।
- 29-30 नवंबर 2018 : सीआईएबी ने एनएबीआई के साथ मिलकर युवा वैज्ञानिकों के संगोष्ठी का आयोजन किया "चिंतन" 2018 ।
- 26 जनवरी 2019 : एनएबीआई - सीआईएबी कैंपस में सत्तरवां गणतंत्र दिवस मनाया गया।
- 28 फरवरी 2019 : सीआईएबी ने राष्ट्रीय विज्ञान दिवस मनाया, 450 से अधिक छात्र इस कार्यक्रम में भाग लिया।
- 18 मार्च 2019 : सार्क देशों के अंतर्राष्ट्रीय प्रतिनिधियों ने सीआईएबी और एनएबीआई का दौरा किया।

Events

- March 26, 2018: Cafeteria was inaugurated by Dr. T. R. Sharma (CEO, CIAB) at NABI-CIAB campus.
- May 1, 2018: 6th foundation day of CIAB was celebrated.
- May 1-15, 2018: Swachhta Pakhwara; various activities were performed ensuring cleanliness at CIAB building and premises.
- May 21, 2018: CIAB observed Anti-terrorism Day.
- June 15, 2018: A series of lectures on "The need for storage and processing to reduce postharvest losses" were delivered by distinguished scientists from UK.
- June 21, 2018: CIAB celebrated 4th International Yoga Day.
- August 15, 2018: CIAB celebrated 72nd Independence Day.
- August 20, 2018: An Industry-Academia Meet was jointly organized by CIAB, NABI and PSCST at CIAB; more than 20 industrialists/entrepreneurs attended this meeting and interacted with scientists of CIAB, NABI, and PSCST.
- September 1-15, 2018: Hindi Pakhwara was celebrated; multiple activities were performed during this event.
- September 5, 2018: Celbration of Teachers' Day; CIAB has been recognized by Regional Centre of Biotechnology (RCB), Faridabad as their Academic Regional Centre for providing PhD degrees in Biotechnology. This program is formally inaugurated by Prof. Akhilesh K Tyagi, Former Director NIPGR and Former President, NASI.
- September 14, 2018: National meeting of Science Oriented Social Organizations was held.
- September 17, 2018: Open day was celebrated at CIAB.
- September 17, 2018: CIAB organized debate and model/poster competition for students.
- September 15-October 2, 2018: 'Swachhta Hi Sewa' campaign was held at CIAB.
- October 5-8, 2018: CIAB participated and exhibited products at India International Science Festival (IISF-2018) held in Indira Gandhi Pratishthan, Lucknow.
- November 29-30, 2018: CIAB jointly with NABI organized Young Scientists' Symposium Chintan-2018
- January 26, 2019: 70th Republic Day was celebrated at NABI-CIAB campus.
- February 28, 2019: CIAB celebrated National Science Day, more than 450 students participated in this program.
- March18, 2019: International delegates from SAARC countries visited CIAB and NABI.

सीआईएबी कर्मचारियों द्वारा व्याख्यान, प्रस्तुतीकरण तथा कार्यक्रम सहभागिता

Awards, Lectures, Presentations & Events Participation of CIAB Staff

पुरस्कार

- डॉ. सास्वत गोस्वामी को इंस्टीट्यूट ऑफ इंजीनियर्स, भारत का फेलो प्रदान किया गया है।
- डॉ. सास्वत गोस्वामी को इंस्टीट्यूट ऑफ इंजीनियर्स, इंडिया द्वारा चार्टर्ड इंजीनियर की उपाधि से सम्मानित किया गया है।
- 7-8 अक्टूबर 2018 को आयोजित इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल -2018, लखनऊ में डॉ. मीना कृष्णिया चौधरी को वुमन साइंटिस्ट और एंटरप्रेन्योर कॉन्क्लेव में सर्वश्रेष्ठ पोस्टर के लिए पुरस्कार मिला।
- सुश्री मनीषा शर्मा को 6-8 मार्च, 2019 के दौरान पंजाब यूनिवर्सिटी द्वारा आयोजित माइक्रोबियल बायोटेक्नोलॉजी पर एक राष्ट्रीय सम्मेलन में सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार से सम्मानित किया गया है।
- श्री सत्य नारायण पटेल को 6-8 मार्च, 2019 के दौरान पंजाब यूनिवर्सिटी द्वारा आयोजित माइक्रोबियल बायोटेक्नोलॉजी पर एक राष्ट्रीय सम्मेलन में सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार से सम्मानित किया गया।
- सुश्री गिरिजा कौशल को 29-30 नवंबर, 2018 के दौरान एनएबीआई, मोहाली द्वारा आयोजित चिंतन संगोष्ठी के दौरान सर्वश्रेष्ठ पोस्टर प्रस्तुति पुरस्कार से सम्मानित किया गया है।

आमंत्रित वार्ता

- डॉ. सुदेश कुमार यादव ने, डीएसटी की 5 वीं बैठक मंगलवार 23 अप्रैल, 2019 के दौरान 'कृषि-जैव-बायोमास के वैलेरीकरण: अवसरों और धन की बर्बादी में वर्तमान प्रवृत्ति' चंडीगढ़ के पंजाब विश्वविद्यालय में 'बायोमास के प्रबंधन (एग्री वेस्ट एंड म्यूनिसिपल वेस्ट) में' बायोमास (एग्री वेस्ट एंड म्यूनिसिपल वेस्ट) के प्रबंधन के लिए 'स्वछता एक्शन प्लान' (एसएपी) पर चर्चा की।
- डॉ. सुदेश कुमार यादव ने अध्यक्षता की और "पोषण संबंधी गुणवत्ता और शेल्फ जीवन में सुधार के लिए फलों और पेय पदार्थों की अभिनव प्रसंस्करण" खाद्य प्रसंस्करण प्रौद्योगिकी में नई क्षितिज में और पोषण पर एक चर्चा की जो की 1-2 मार्च, 2019 को NITTTR, चंडीगढ़ में SLIETCON में।
- डॉ. सुदेश कुमार यादव ने 4 अक्टूबर 2018 नेशनल सेंटर फ़ॉर फूड मैन्युफैक्चरिंग - यूनिवर्सिटी ऑफ़ लिंकन, होलबच, लिंकनशायर, यूनाइटेड किंगडम में 'कृषि-अवशेषों से मूल्यवर्धित उत्पादों के विकास के लिए जैवसंश्लेषण और प्रसंस्करण प्रौद्योगिकी के महत्व' और मूल्य वर्धित उत्पादों के लिए मेटाबोलिक इंजीनियरिंग की खोज करना पर एक बात की।
- डॉ. सुदेश कुमार यादव ने 16 अक्टूबर, 2018 को विश्व खाद्य दिवस पर केंद्रीय विश्वविद्यालय हरियाणा में 'खाद्य और पोषण सुरक्षा के लिए जैव-प्रसंस्करण में जैव प्रौद्योगिकी की भूमिका' पर एक बात कही।
- डॉ. शश्वता गोस्वामी ने जालंधर, "एडवांस इन एनजाइम एंड बायोप्रोसेस इंजीनियरिंग", 08 फरवरी, 2019 शॉर्ट टर्म कोर्स / फैकल्टी डेवलपमेंट प्रोग्राम (तेजिप- Iii प्रायोजित) एनआईटी में 'किण्वन के माध्यम से लवस्टैटिन उत्पादन के लिए प्रोसेस प्लांट डिजाइन' विषय पर एक भाषण दिया।
- डॉ. शश्वता गोस्वामी ने चंडीगढ़ विश्वविद्यालय में 21 सितंबर, 2018 को एक व्याख्यान दिया: लैब से व्यावसायिक पैमाने पर माइक्रोबियल किण्वन प्रक्रिया के सफल पैमाने के लिए एक दृष्टिकोण।
- डॉ. एस. सर्वानामुरुगन ने 26-28 नवंबर, 2018 इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टॉक्सिकोलॉजी रिसर्च, लखनऊ, भारत के दौरान जैव-नवाचार और पर्यावरणीय सतत विकास (BEHSD-2018) के लिए जैव-नवाचार पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में 'मेथनॉल में ग्लूकोज आइसोमीरिज्ड उत्प्रेरित ग्लूकोज आइसोमेराइजेशन' पर एक बात की।
- शशिकुमार एलुमलाई ने 3-7 जनवरी, 2019 से एलपीयू जालंधर में आयोजित इंडियन साइंस कांग्रेस के दौरान 'इनोवेटिव एप्रोच के माध्यम से चावल के भूसे का प्रबंधन 'विषय पर बातचीत की।

Awards

- Dr. Saswata Goswami has been granted the Fellow of the Institute of Engineers, India.
- Dr. Saswata Goswami has been honoured by the title of Chartered Engineer by the Institute of Engineers, India.
- Dr. Meena Krishania Choudhary received an award for best poster in Woman Scientist and Entrepreneur Conclave at India International Science Festival (IISF)-2018, Lucknow held on 7-8th Oct. 2018.
- Ms. Manisha Sharma (SRF) has been conferred Best Oral Presentation award in a National conference on Microbial Biotechnology, organised by Panjab University during 6-8th March, 2019.
- Mr. Satya Narayan Patel (SRF) has been conferred Best Oral Presentation award in a National conference on Microbial Biotechnology, organised by Panjab University during 6-8 March, 2019.
- Ms. Girija Kaushal (SRF) has been conferred Best poster presentation award during Chintan symposium organised by NABI, Mohali, during 29-30 Nov. 2018.

Invited Talks

- Dr. Sudesh Kumar Yadav, delivered a talk on 'Valorization of agro-residue biomass: opportunities and current trend in turning waste to wealth' during 5th Meeting of DST, GoI sponsored 'Swachhata Action Plan' (SAP) entitled 'Management of Biomass (Agri waste and Municipal waste) into Bioresources', in Panjab University, Chandigarh on Tuesday April 23, 2019.
- Dr. Sudesh Kumar Yadav, Chaired and delivered a talk on "Innovative processing of fruits and beverages for improvement in their nutritional quality and shelf-life" in New Horizon in Food Processing Technology and Nutrition during SLIETCON-2019 at NITTTR, Chandigarh on March 1-2, 2019.
- Dr. Sudesh Kumar Yadav, delivered a talk on 'Importance of biosynthetic and processing technology for value added products development from agro-residues. Exploring metabolic engineering for value added products"'at National Centre for Food Manufacturing - University of Lincoln, Holbeach, Lincolnshire, United Kingdom. On October 4, 2018.
- Dr. Sudesh Kumar Yadav, delivered a talk on 'Role of biotechnology in bio-processing for food and nutritional security" at Central University of Haryana on World Food Day October 16, 2018.
- Dr. Saswata Goswami delivered a talk on 'Process plant design for lovastatin production through fermentation' in a Short Term Course/ Faculty Development Programme (Teqip-Iii Sponsored) NIT Jalandhar, on "Advances in Enzyme and Bioprocess Engineering", February 08, 2019.
- Dr. Saswata Goswami delivered a lecture at Chandigarh University: Topic-'An approach to the successful scale up for the microbial fermentation process from lab to commercial scale', on September 21, 2018.
- Dr. S. Saravanamurugan delivered a talk on 'Metal-containing alumina catalysed glucose isomerisation in methanol' in the International Conference on Bio-Innovation for Environmental and Health Sustainable Developments (BEHSD-2018) at Indian Institute of Toxicology Research, Lucknow, India during 26-28 November, 2018.
- Sasikumar Elumalai delivered a talk on 'Management of rice straw through innovative approaches' during the Indian Science Congress held at LPU Jalandhar from January 3-7, 2019.

- डॉ. जेईता भौमिक ने 28 फरवरी-मार्च 2, 2019 सीएसआईआर-इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ केमिकल टेक्नोलॉजी (IICT), हैदराबाद, एग्री-बायोमास आधारित लिग्निन - वेस्ट टू बेस्ट ', इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन एडवांस इन केमिकल बायोलॉजी एंड बायोलॉजिक्स' सोने और चांदी के आधार पर धातु और द्विधातु रोगाणुरोधी नैनोकणों के विकास पर एक व्याख्यान दिया।
- डॉ. जयता भौमिक ने "नानोमेडिकल साइंसेज ISNSCON पर 6 वीं विश्व कांग्रेस 2018 ", विज्ञान भवन, नई दिल्ली, जनवरी 7-9, 2019 को एग्री-बायोमास व्युत्पन्न लिग्निन विकसित करने की दिशा में नैनोबायोटेक्नोलॉजिकल रास्ते एक स्थायी दृष्टिकोण के रूप में नैनोकम्पोजिट्स, पर व्याख्यान दिया।
- डॉ. जयिता भौमिक ने 7 दिसंबर 2018 को उन्नत संकाय प्रशिक्षण, राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान (NDRI-ICAR), करनाल, हरियाणा '' नैनो-टेक्नोलॉजिकल एंड बायोकैमिकल तकनीक पर दूध और दुग्ध उत्पादों की गुणवत्ता और सुरक्षा के आकलन के लिए '', '' एग्री-बायोमास से कार्यात्मक नैनोमीटर और बहुमुखी क्षेत्रों में उनके संभावित अनुप्रयोगों के विकास '' पर एक व्याख्यान दिया।
- डॉ. जयिता भौमिक ने256 वीं अमेरिकन केमिकल सोसाइटी नेशनल मीटिंग, बोस्टन, एमए, यूएसए के दौरान अगस्त 19-23, 2018 नैनोबायोटेक्नोलॉजी में अनुप्रयोग, में लिग्नोसेलुलोसिक बायोमास से नैनोलिग्निन कॉम्प्लेक्स के विकास 'पर एक चर्चा की।
- डॉ. जेइता भौमिक ने जैव चिकित्सा अनुसंधान केंद्र में लखनऊ, 5 जुलाई, 2018 'बायोमास डेरेव्ड नैनोमटेरियल्स के विकास और कंट्रोवर्सी टु सस्टेनेबल फ्यूचर' में नैनोपोटोसेंसिटाइज़र पर एक व्याख्यान दिया।
- डॉ. सुधीर पी. सिंह ने 16 अक्टूबर, 2018 यूजीसी-एसएपी प्रायोजित जैव प्रौद्योगिकी, पंजाब सरकार, पंजाब विश्वविद्यालय चंडीगढ़,, में हाल के रुझानों पर संगोष्ठी संगोष्ठी में 'बायोमास के उत्पादन के लिए जैव-जैवप्रौद्योगिकी दृष्टिकोण और कार्यात्मक जैव-रसायन के उत्पादन के लिए कृषि-औद्योगिक अवशेष' विषय पर एक चर्चा की।
- डॉ. सुधीर पी. सिंह; अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में सतत विकास के लिए जैव-प्रौद्योगिकीय अनुसंधान और नवाचार, सीएसआईआर-भारतीय रासायनिक संस्थान प्रौद्योगिकी, हैदराबाद, 23 नवंबर, 2018 'एग्री-इंडस्ट्रियल बायोमास के बायोप्रोसेसिंग के लिए बायोटेक्नोलॉजिकल एप्रोच या कार्यात्मक बायोमॉलिक्युलस के संश्लेषण के लिए अवशेष' पर एक चर्चा दी।
- डॉ. सुधीर पी. सिंह ने चौथे अंतर्राष्ट्रीय प्लांट फिजियोलॉजी कांग्रेस -2018 में,लखनऊ, 05 दिसंबर, 2018 'कार्यात्मक चीनी के जैवसंश्लेषण के लिए एक नवीन बायोकाटलिस्ट, डी-ऑलोज़,फ्रूट जूस में मौजूद फार्म-सीटू डी-फ्रुक्टोज 'एक चर्चा की।
- डॉ. सुधीर पी. सिंह ने गोरखपुर विश्वविद्यालय। 23 फरवरी, 2019 को जैव प्रौद्योगिकी विभाग में "कृषि, स्वास्थ्य और उद्योग में जैव-प्रौद्योगिकीय हस्तक्षेप" विषय पर एक राष्ट्रीय संगोष्ठी में कैलोरी चीनी के उत्प्रेरक परिवर्तन के लिए ' नवीन एंजाइमों' पर एक चर्चा की।
- डॉ. मीना कृष्णिया चौधरी 13-14 सितंबर, 2018 को IIIM, जम्मू में समीक्षा, "किण्वन आधारित औद्योगिक प्रक्रियाओं (IAMF-2018) में अवसर और चुनौतियां" पर आयोजित ने 'प्रीबायोटिक्स, प्रोबायोटिक्स और सिनबायोटिक्स ऑन मट्ठा और कार्यात्मक पेय के लिए इसके व्युत्पन्न पर एक बात की।
- डॉ. विनोद कुमार ने 15-18 अप्रैल, 2018 के दौरान टियांजिन, चीन में आयोजित किया गयापर्यावरणीय स्थिरता के लिए उन्नत मेम्ब्रेन बायोरिएक्टर पर अंतर्राष्ट्रीय संगोष्ठी 'एसिटोबैक्टर पेस्टुरियंस आरएसवी -4' द्वारा बैक्टीरिया सेल्युलोज के उत्पादन के लिए तीव्र और आर्थिक प्रक्रिया विकसित करने के लिए 'कुशल झिल्ली पृथक्करण प्रक्रिया' पर बातचीत की।

- Dr. Jayeeta Bhaumik (authors: Bhaumik, J. Chandna S., Thakur N. S., Reddy Y. N. Kaur, R.) delivered a lecture on Development of gold and silver based metallic and bimetallic antimicrobial nanoprobes from agri-biomass based lignin – an approach towards 'waste to best', International Conference on Advances in Chemical Biology and Biologics' (ICACB 2019), CSIR-Indian Institute of Chemical Technology (IICT), Hyderabad, February 28-March 2, 2019.
- Dr. Jayeeta Bhaumik (authors: Bhaumik, J. Thakur N. S., Kaur, R., Chandna S., Reddy Y. N. and Paul, S.) delivered a lecture on Nanobiotechnological Pathway towards developing agri-biomass derived lignin nanocomposites as a sustainable approach, "6th World Congress on Nanomedical Sciences ISNSCON 2018", Vigyan Bhawan, New Delhi, January 7-9, 2019.
- Dr. Jayeeta Bhaumik delivered a lecture on 'Development of functional nanomaterials from agri-biomass and their potential applications in versatile sectors', at "Nano-Technological and Biochemical Techniques for Assessing the Quality and Safety of Milk and Milk Products", at Centre of Advanced Faculty Training, National Dairy Research Institute (NDRI-ICAR), Karnal, Haryana, on December 7, 2018.
- Dr. Jayeeta Bhaumik (authors: Bhaumik, J, Chandna S., Kaur R. and Reddy Y. N.) delivered a talk on 'Development of nanolignin complexes from lignocellulosic biomass for applications in nanobiotechnology', at 256th American Chemical Society National Meeting, Boston, MA, USA, during August 19-23, 2018.
- Dr. Jayeeta Bhaumik, delivered a lecture on 'Development of Biomass Derived Nanomaterials and Nanophotosensitizers in Contribution Towards Sustainable Future'. At Centre for Bio-Medical Research (CBMR), SGPGI, Lucknow, July 5, 2018.
- Dr. Sudhir P. Singh delivered a talk on 'Biotechnological approaches for bioprocessing of plant biomass and agro-industrial residues for production of functional biomolecules' in the UGC-SAP sponsored seminar on Recent Trends in Biotechnology, Dept. of Biotechnology, Panjab University, Chandigarh, 16 October, 2018.
- Dr. Sudhir P. Singh; delivered a talk on 'Biotechnological approaches for bioprocessing of agro-industrial biomass or residues for synthesis of functional biomolecules' in the International Conference on Biotechnological Research and Innovation for Sustainable Development, CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad, 23 November, 2018.
- Dr. Sudhir P. Singh delivered a talk on 'A novel biocatalyst for biosynthesis of functional sugar, D-allulose, form in-situ D-fructose present in fruit juices' in the 4th International Plant Physiology Congress-2018, Lucknow, 05 December, 2018.
- Dr. Sudhir P. Singh delivered a talk on 'Novel enzymes for catalytic transformation of caloric sugar into functional biomolecules' a national Seminar on "Biotechnological Intervention in Agriculture, Health and Industry" in Department of Biotechnology at D.D.U. Gorakhpur University. 23 February, 2019.
- Dr. Meena Krishania Choudhary (authors: M. Krishania, G. Singla and D. Kaur) delivered a talk on 'Prebiotics, Probiotics and Synbiotics from whey and its derivative for functional beverage: Review', "Opportunities and Challenges in Fermentation Based Industrial Processes (IAMF-2018)" held on September 13-14, 2018 at IIIM, Jammu.
- Dr. Vinod Kumar delivered a talk on 'Efficient membrane separation process for developing fast and economic process for bacterial cellulose production by an acetobacter pasteurians RSV-4" in the International Symposium on Advanced Membrane Bioreactors for Environment Sustainability (IBA-AMBRES) held in Tianjin, China during April 15-18, 2018.

- डा. विनोद कुमार (लेखकः वी कुमार एवं एस. के. यादव) ने सितम्बर 13-14, 2018 के दौरान सी.एस.आई.आर. - आई.आई.आई.एम. जम्मू में राष्ट्रीय सम्मेलन सह उद्योग एकादमी (आई.ऐ.एम.एफ. 2018) की बैठक ''किण्वन आधारित औद्योगिक प्रकियाओं में अवसर और चुनौतीयां'' में ''डिटोक्सीफिकेशन के लिए अपसट्रीम परसंस्करण में नवाचार तथा वसूली के लिए डाउनसट्रीम परसंस्करण द्वारा कॉनकाब से उत्पादित ज़ैयलीटॉल की गुणवत्ता में सुधार'' पर बातचीत की।
- डा. विनोद कुमार ने नवम्बर 22-25 2018 के दौरान सीएसआईआर-भारतीय रासायनिक प्रौद्योगिकी संस्थान, हैदराबाद, में आयोजित सतत विकास के लिए जैव प्रौद्योगिकी अनुसंधान और नवाचार पर संयुक्त अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन, एशिया-ओशिनिया शैवाल इनोवेशन समिट और बायोटेक रिसर्च सोसाइटी के 15वें कन्वेंशन में, ''कैंडिडा ट्रॉपिकलिस का उपयोग करके कॉर्नकोब हेमी सेलुलोसिक हाइड्रोलाइज़ेट से ज़ाइलिटोल का किण्विक उत्पादन'' पर बातचीत की।

- Dr. Vinod Kumar (authors: V Kumar and S. K. Yadav) delivered a talk on "Innovation in upstream processing for detoxification and downstream processing for recovery improves quality of xylitol produced from corncob" in the National Conference cum Industry Academia meet on" Opportunities and Challenges in Fermentation Based Industrial Processes" (IAMF2018) at CSIR-IIIM, Jammu, during September13-14, 2018.
- Dr. Vinod Kumar delivered a talk on "Fermentative production of xylitol from corncob hemi cellulosic hydrolysate using Candida tropicalis" in the joint International Conference on Biotechnological Research and Innovation for Sustainable Development (BioSD-2018), Asia-Oceania Algae Innovation Summit (AOAIS 2018), and in the XV Convention of the Biotech Research Society, India held at CSIR-Indian Institute of Chemical Technology, Hyderabad, during November 22-25, 2018.

सम्मेलन / कार्यशाला / संगोष्ठी / प्रशिक्षण

- राय एस के और एस के यादव 2019। दुर्लभ चीनी डी टैगेटोज के संश्लेषण के लिए एल-अरेबिनोज आइसोमेरसे के जैव-संकर हाइब्रिड नैनोफ्लोवर; माइक्रोबियल जैव प्रौद्योगिकी और पंजाब स्टार्ट-अप उत्सव 6-8 मार्च 2019, पंजाब विश्वविद्यालय, चंडीगढ़ में राष्ट्रीय सम्मेलन।
- कौलधर बी एस और एस के यादव। 2018. धान के पुआल से नैनो-सिलिका और लिग्निन के लिए प्रक्रिया वसूली; चिंतन 28-29 नवंबर 2018, NABI-CIAB मोहाली।
- ठाकुर के, चोवेक एम, कुमार वी, पुरोहित ए, वशिष्ठ ए, कुमार वी, और एस के यादव 2018। एक मेटोजेनोमिक दृष्टिकोण के बायोप्रोसेसिंग के लिए रोगाणुओं की खोज; चिंतन 28-29 नवंबर 2018, NABI-CIAB मोहाली।
- पुरोहित ए, मनीषा, ठाकुर के, सिंह जी, और एस के यादव 2018। राइस स्ट्रॉ और मकई सिल से ज़ाइलो-ऑलिगोसेकेराइड्स उत्पादन के लिए एसिनोबोबैक्टेर पिट्टीi MASK25 से एक संभावित ज़ाइलेनसे; चिंतन 28-29 नवंबर 2018, NABI-CIAB मोहाली (पुरस्कार जीता)
- एच अली, एस के कांसल और एस सरवनमुरुगन, 'साइट्रिकैलिक एसिड के लिए जैव-आधारित इटासोनिक एसिड का उत्प्रेरक परिवर्तन' 26- 28 नवंबर, 2018 के दौरान इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टॉक्सिकोलॉजी रिसर्च, लखनऊ में पर्यावरण और स्वास्थ्य सतत विकास के लिए जैव-नवाचार पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (BEHSD-2018)
- पी पाल, एन अग्रवाल और एस सरवनमुरुगन, 'ऑर्गेनिक हाइड्रोजन की उपस्थिति में ऑर्गोसोलव प्रेट्रमेंट का उपयोग करके सेलुलोज के कुशल अलगाव के लिए चावल के भूसे का विघटन' 26- 28 नवंबर, 2018 के दौरान इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टॉक्सिकोलॉजी रिसर्च, लखनऊ में पर्यावरण और स्वास्थ्य सतत विकास के लिए जैव-नवाचार पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन (BEHSD-2018)
- डॉ शशिकुमार एलुमलाई ने 5-8 अक्टूबर, 2018 के दौरान लखनऊ में आयोजित इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल के दौरान '' मूल्य वृद्धि की दिशा में ड्रॉप-इन एनर्जी फ्यूल अणुओं के लिए द्वितीयक कृषि-अवशेषों के बायोप्रोसेसिंग'' पर एक पोस्टर प्रस्तुत किया।
- डॉ सुधीर पी सिंह ने 06-09 अगस्त, 2018 के दौरान CSIR- इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ टॉक्सिकोलॉजी रिसर्च, लखनऊ, भारत में आयोजित स्थिरता विश्लेषण के लिए उपकरण के रूप में तकनीकी-आर्थिक और जीवन विज्ञान मूल्यांकन 'पर एक अंतर्राष्ट्रीय कार्यशाला-सह-पाठ्यक्रम में भाग लिया।
- श्री सत्य नारायण पटेल (एसआरएफ) ने 20 जनवरी-फरवरी 02,2019 के दौरान बी 4 सिंथेटिक बायोलॉजी कार्यशाला जैव प्रौद्योगिकी विभाग (भारत सरकार) द्वारा वित्त पोषित में भाग लिया।
- सुश्री मनीषा शर्मा (एसआरएफ) को 6-8 मार्च, 2019 के दौरान पंजाब यूनिवर्सिटी द्वारा आयोजित माइक्रोबियल बायोटेक्नोलॉजी पर एक राष्ट्रीय सम्मेलन में सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार से सम्मानित किया गया है।
- श्री सत्य नारायण पटेल (एसआरएफ) को 6-8 मार्च, 2019 के दौरान पंजाब यूनिवर्सिटी द्वारा आयोजित माइक्रोबियल बायोटेक्नोलॉजी पर एक राष्ट्रीय सम्मेलन में सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार से सम्मानित किया गया है।
- सुश्री गिरिजा कौशल (एसआरएफ) को 28-29 नवंबर, 2018 के दौरान NABI-CIAB, मोहाली द्वारा आयोजित चिंतन संगोष्ठी के दौरान सर्वश्रेष्ठ पोस्टर प्रस्तुति पुरस्कार से सम्मानित किया गया।
- जी सिंगला, एम कृष्णिया, पीपी संधू, राजेंदर एस सांगवान, परमजीत एस पनेसर, "खाद्य सुरक्षा, पोषण और सतत कृषि-उभरती हुई प्रौद्योगिकी (ICFNSA) पर द्वितीय अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में" हरी सॉल्वैंट्स का उपयोग करके किन्वा जूस प्रसंस्करण उद्योग का मूल्य संवर्धन " -2019) '14-16 फरवरी 2019 को बाबा फद कॉलेज, बठिंडा, पंजाब में आयोजित हुआ। (मौखिक प्रस्तुति)

Conference/ workshop/seminar/training

- Rai S. K. and S. K. Yadav. 2019. Bioinspired hybrid nanoflower of L-Arabinose Isomerase for the synthesis of rare sugar D-Tagatose; National conference on microbial biotechnology and Punjab start-up fest 6-8 March 2019, Panjab University, Chandigarh.
- Kauldhar B. S. and S. K. Yadav. 2018. Process recovery for nano-silica and lignin from paddy straw; Chintan 28-29 November 2018, NABI-CIAB Mohali.
- Thakur K., Chownk M., Kumar V., Purohit A., Vashisht A., Kumar V., and S. K. Yadav. 2018. Exploring microbes for bioprocessing a metagenomic approach; Chintan 28-29 November 2018, NABI-CIAB Mohali.
- Purohit A., Manisha, Thakur K., Singh G., and S. K. Yadav. 2018. A potential xylanase from acinetobacter pittii MASK25 for Xylo-oligosaccharides production from rice straw and corn cob; Chintan 28-29 November 2018, NABI-CIAB Mohali (Won the Prize).
- H. Ali, S. K. Kansal and S. Saravanamurugan, 'Catalytic transformation of bio-based itaconic acid to citramalic acid' in the International Conference on Bio-Innovation for Environmental and Health Sustainable Developments (BEHSD-2018) at Indian Institute of Toxicology Research, Lucknow during 26-28 November, 2018.
- P. Pal, N. Aggarwal and S. Saravanamurugan, 'Disintegration of rice straw for the efficient isolation of cellulose using organosolv pretreatment in the presence of organic acid' in the international conference on Bio-Innovation for Environmental and Health Sustainable Developments (BEHSD-2018) at Indian Institute of Toxicology Research, Lucknow, India during 26-28 November, 2018.
- Dr. Sasikumar Elumalai presented a poster on 'Bioprocessing of secondary agri-residues to drop-in energy fuel molecules towards value addition' during India International Science Festival held at Lucknow during October 5-8, 2018.
- Dr. Sudhir P. Singh attended an international workshop-cum-course on 'Techno-economic and life science assessment as tools for sustainability analysis', organized at CSIR- Indian Institute of Toxicology Research, Lucknow, India, during 06-09 Aug., 2018.
- Mr. Satya Narayan Patel (SRF) attended B4 Synthetic Biology Workshop funded by Department of Biotechnology (Government of India), during Jan 20-February 02, 2019.
- Ms. Manisha Sharma (SRF) has been conferred Best Oral Presentation award in a National conference on Microbial Biotechnology, organised by Panjab University during 6-8 March, 2019.
- Mr. Satya Narayan Patel (SRF) has been conferred Best Oral Presentation award in a National conference on Microbial Biotechnology, organised by Panjab University during 6-8 March, 2019.
- Ms. Girija Kaushal (SRF) has been conferred Best poster presentation award during Chintan symposium organised by NABI-CIAB, Mohali during 28-29 November 2018.
- G. Singla, M. Krishania, P. P. Sandhu, Rajender S. Sangwan, Parmjit S. Panesar, "Value addition of kinnow juice processing industry by-products using green solvents" in 2nd International Conference on 'Food Security, Nutrition and Sustainable Agriculture-Emerging Technologies (ICFNSA-2019)' held on 14-16 February 2019 at Baba Farid College, Bathinda, Punjab. (oral presentation).

- रेड्डी वाईएन, ठाकुर एनएस, चंदना एस, भौमिक जे। लाइट एक्टीवेटेबल फोटोसिंथेटिक नैनोपिगमेंट्स: सिंथेसिस, फोटोफिजिकल प्रॉपर्टीज और पॉलीपीरोप्रोफाइल नैनोफर्मुलेशन की फोटोकैटलिटिक एक्शन, ऑर्गेनिक एंड बायो-ऑर्गेनिक केमिस्ट्री (आरओबीसी-2019), आईआईएसईआर मोहाली में एडवांस। 24, 2019। (पोस्टर)
- पॉल एस, ठाकुर एन एस, भौमिक जे। बायो-एक्टिव एजेंटों के लिए स्टेबलाइजर्स के रूप में एग्री-बायोमास आधारित लिग्निन नैनोकल के संश्लेषण की ओर, हाल ही में ऑर्गेनिक एंड बायो-ऑर्गेनिक केमिस्ट्री (RAOBC-2019), IISER मोहाली, 22-24 मार्च, 2019 (पोस्टर)
- कौर आर, चंदना एस, ठाकुर एनएस, रेड्डी वाईएन, भौमिक जे। एग्रो-बायोमास आधारित लिग्निन-मेटल ऑक्साइड नैनोकल के रूप में संभावित यूवी-प्रोटेक्टेंट-कम-एंटीमाइक्रोबियल एजेंट, ऑर्गेनिक और बायोऑर्गेनिक केमिस्ट्री में हालिया अग्रिम (RAOBC-2019), IISER मोहाली। , मार्च 22-24, 2019। (पोस्टर)

  पॉल एस, ठाकुर एन एस, भौमिक जे। एग्री-बायोमास आधारित लिग्निन नैनोकल के संश्लेषण के लिए बायोएक्टिव एजेंटों के लिए स्टेबलाइजर्स के रूप में, माइक्रोबोन 2019, बायोनेस्ट-पंजाब यूनिवर्सिटी, 6-8 मार्च, 2019। (पोस्टर)
- कौर आर, चंदना एस, ठाकुर एनएस, रेड्डी वाईएन, भौमिक जे। एग्रो-बायोमास आधारित लिग्निन-मेटल ऑक्साइड नैनोकल के रूप में संभावित यूवी-प्रोटेक्टेंट-कम-एंटीमाइक्रोबियल एजेंट, माइक्रोबोन 2019, बायोनेस्ट-पंजाब यूनिवर्सिटी, मार्च 6-8, 2019। (पोस्टर)
- चंदना एस, कौर आर, ठाकुर एनएस, रेड्डी वाईएन और भौमिक जे। लिग्निन वेलोराइजेशन द्वारा लिग्नीन-मेटालिक / बायमेटेलिक नैनोकॉम्प्लिक्स के स्थायी संश्लेषण और नैनो-रोगाणुरोधी एजेंटों के रूप में उनके आवेदन, MICROCON 2019, BioNest-Panjab University, मार्च 6-8, 2019 । (मौखिक प्रस्तुति)
- रेड्डी वाईएन, ठाकुर एनएस, चंदना एस और भौमिक जे। हल्की कटाई के माध्यम से कृषि बायोमास के मूल्यांकन के लिए पायरोल आधारित प्रकाश संश्लेषक नैनोपिगमेंट के विकास की ओर इशारा करते हैं, "6 वें विश्व कांग्रेस ऑन नैनोमेडिकल साइंसेज ISNSCON 2018", विज्ञान भवन, नई दिल्ली, 7-7 जनवरी। 9, 2019 (पोस्टर)
- कौर आर, ठाकुर एन एस, रेड्डी वाई एन और भौमिक जे। एग्रो-बायोमास आधारित लिग्निन-मेटल ऑक्साइड नैनोकल के रूप में संभावित यूवी-प्रोटेक्टेंट-कम-एंटीमाइक्रोबियल एजेंट, बेंगलुरु इंडिया नैनो, 5-7 दिसंबर, 2018 (पोस्टर)
- चंदना एस, कौर आर, ठाकुर एन एस और भौमिक जे। लिगिन वैलिनाइजेशन नोवेलेंटिमिकिरोबियल एजेंटों के विकास के लिए पर्यावरणीय रूप से सौम्य लिग्निन-मेटैलिक / बाइमेटेलिक नैनोमॉप्साइट्स, बेंगलुरु इंडिया नैनो, 5-7 दिसंबर, 2018 (पोस्टर)
- चंदना एस, कौर आर, ठाकुर एन एस, रेड्डी वाई एन और भौमिक जे। लिग्निन वैलिनीकरण द्वारा लिग्निन-मेटैलिक / बायमेटैलिक नैनोकॉम्प्लिक्स के स्थायी संश्लेषण और नैनो-रोगाणुरोधी एजेंटों के रूप में उनके आवेदन। चिंतन 2018, युवा वैज्ञानिकों का संगोष्ठी NABI-CIAB, मोहाली द्वारा आयोजित, 29-30 नवंबर, 2018। (मौखिक)
- कौर आर, चांदना एस, ठाकुर एन एस, रेड्डी वाई एन और भौमिक जे। बायोमास व्युत्पन्न (लिग्निन आधारित) धातु ऑक्साइड नैनोकल के रूप में संभावित यूवी-रक्षक और रोगाणुरोधी एजेंट। चिंतन 2018, युवा वैज्ञानिकों का संगोष्ठी NABI-CIAB, मोहाली द्वारा आयोजित, 29-30 नवंबर, 2018। (पोस्टर)
- रेड्डी वाई एन, ठाकुर एन एस, चंदना एस और भौमिक जे। कृषि-बायोमास वैलेरीकरण के लिए हल्की कटाई वाली संस्थाओं के रूप में पिरामिड आधारित प्रकाश संश्लेषक नैनोकणों के लिए फोटोफिजिकल गुणों का डिजाइन और मूल्यांकन। चिंतन 2018, युवा वैज्ञानिकों का संगोष्ठी NABI-CIAB, मोहाली द्वारा आयोजित, 29-30 नवंबर, 2018। (पोस्टर)
- भौमिक जे, कौर आर, चंदना एस, रेड्डी वाईएन और पॉल एस। लिग्नोसेल्युलोसिक बायोमास का बायोमेडिकल और औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए नैनोलिग्निन जटिल विकास के माध्यम से बायोटेक्नोलॉजी में पाठ्यक्रम रुझान और भविष्य की संभावनाएं (बायोकम्प 2018) विश्वविद्यालय विश्वविद्यालय प्रौद्योगिकी संस्थान (यूआईईटीईटी) द्वारा आयोजित किया गया।), पंजाब यूनिवर्सिटी, चंडीगढ़, 1-2 नवंबर, 2018। (पोस्टर)

- Reddy, Y. N., Thakur, N. S., Chandna, S., Bhaumik, J. Light activatable photosynthetic nanopigments: synthesis, photophysical properties and photocatalytic action of the polypyrrolic nanoformulations, Recent Advances in Organic & Bio-organic Chemistry (RAOBC-2019), IISER Mohali, March 22-24, 2019 (Poster).
- Paul, S., Thakur, N. S., Bhaumik. J. Towards the synthesis of agri-biomass based lignin nanoclusters as stabilizers for bioactive agents, Recent Advances in Organic & Bio-organic Chemistry (RAOBC-2019), IISER Mohali, March 22-24, 2019 (Poster).
- Kaur, R., Chandna, S., Thakur, N. S., Reddy, Y. N., Bhaumik, J. Agro-biomass based lignin-metal oxide nanoclusters as potential UV-protectant-cum-antimicrobial agents, Recent Advances in Organic & Bio-organic Chemistry (RAOBC-2019), IISER Mohali, March 22-24, 2019 (Poster).
- Paul, S., Thakur N. S., Bhaumik, J. Towards the synthesis of agri-biomass based lignin nanoclusters as stabilizers for bioactive agents, MICROCON 2019, BioNest-Panjab University, March 6-8, 2019. (Poster)
- Kaur, R., Chandna, S., Thakur, N. S., Reddy, Y. N., Bhaumik, J. Agro-biomass based lignin-metal oxide nanoclusters as potential UV-protectant-cum-antimicrobial agents, MICROCON 2019, BioNest-Panjab University, March 6-8, 2019 (Poster).
- Chandna S., Kaur R, Thakur N. S., Reddy Y. N. and Bhaumik J. Lignin valorization by sustainable synthesis of lignin-metallic/bimetallic nanocomplexes and their application as nano-antimicrobial agents, MICROCON 2019, BioNest-Panjab University, March 6-8, 2019 (Oral presentation).
- Reddy Y. N., Thakur N. S., Chandna S. and Bhaumik, J. Towards the development of pyrrole based photosynthetic nanopigments for the valorization of agricultural biomass via light harvesting, "6th World Congress on Nanomedical Sciences ISNSCON 2018", Vigyan Bhawan, New Delhi, January 7-9, 2019 (Poster).
- Kaur R, Thakur N. S., Reddy Y. N. and Bhaumik J. Agro-biomass based lignin-metal oxide nanoclusters as potential UV-protectant-cum-antimicrobial agents, Bengaluru India Nano, December 5-7, 2018 (Poster)
- Chandna S., Kaur R, Thakur N. S. and Bhaumik J. Lignin valorization for the development of novel nano-antimicrobial agents in the form of environmentally benign lignin-metallic/bimetallic nanocomposites, Bengaluru India Nano, December 5-7, 2018 (Poster).
- Chandna S., Kaur R, Thakur N. S., Reddy Y. N. and Bhaumik J. Lignin valorization by sustainable synthesis of lignin-metallic/bimetallic nanocomplexes and their application as nano-antimicrobial agents. Chintan 2018, Young Scientists' Symposium organized by NABI-CIAB, Mohali, November 29-30, 2018 (Oral).
- Kaur R, Chandna S., Thakur N. S., Reddy Y. N. and Bhaumik J. Biomass derived (lignin based) metal oxide nanoclusters as potential UV-protectant and antimicrobial agents. Chintan 2018, Young Scientists' Symposium organized by NABI-CIAB, Mohali, November 29-30, 2018 (Poster).
- Reddy Y. N., Thakur N. S., Chandna S. and Bhaumik J. Design and evaluation of photophysical properties for pyrrole based photosynthetic nanopigments as light harvesting entities for agri-biomass valorization. Chintan 2018, Young Scientists' Symposium organized by NABI-CIAB, Mohali, November 29-30, 2018 (Poster).
- Bhaumik, J. Kaur, R., Chandna S., Reddy Y. N. and Paul, S. Valorization of lignocellulosic biomass via nanolignin complex development for biomedical and industrial applications, Currents Trends and Future Prospects in Biotechnology' (BiocAMP 2018] organized by University Institute of Engineering Technology (UIET), Panjab University, Chandigarh, November 1-2, 2018 (Poster).

प्रदर्शनी

- डॉ मीना कृष्णनिया और डॉ विनोद कुमार: 5-8 अक्टूबर 2018 के दौरान इंडिया इंटरनेशनल साइंस फेस्टिवल (IISF-2018) IISF, लखनऊ में CIAB उत्पादों का प्रदर्शन
- डॉ मीना कृष्णिया ने 1-4 दिसंबर 2018 के दौरान 13 वें CII- एग्रोटेक इंडिया, चंडीगढ़ में CIAB उत्पादों का प्रदर्शन किया।

Exhibition

- Dr. Meena Krishania and Dr. Vinod Kumar: exhibited CIAB products at India International Science Festival (IISF-2018) IISF, Lucknow during 5-8 October 2018.
- Dr. Meena Krishania exhibited CIAB products at 13th CII- Agrotech India, Chandigarh during 1-4 December 2018.

संस्थान के महत्वपूर्ण कार्यक्रमों की चित्रदीर्घा

Photo Gallery of the Important Events of the Institute

20 अगस्त 2018 को सीआईएबी में आयोजित औद्योगिक -शैक्षणिक बैठक के दौरान
Industry-Academia Meet at CIAB on August 20, 2018

सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी), और पंजाब स्टेट काउंसिल फॉर साइंस एंड टेक्नोलॉजी (पीसीएससीटी) द्वारा 20 अगस्त 2018 को सीआईएबी, मोहाली में संयुक्त रूप से एक औद्योगिक - शैक्षणिक बैठक का आयोजन किया गया। इस बैठक में 20 से अधिक उद्योगपति / उद्यमियों ने भाग लिया तथा सीआईएबी, नाबीऔर पीसीएससीटी के वैज्ञानिकों के साथ बातचीत की।

An Industry-Academia Meet has been jointly organized by Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI), and Punjab State Council for Science & Technology (PSCST) on 20-08-2018 at CIAB, Mohali. More than 20 industrialist/ entrepreneurs attended this meeting and interacted with scientists of CIAB, NABI, and PSCST.

5 सितम्बर 2018 को सीआईएबी में आरसीबी पीएचडी कार्यक्रमावली के उद्घाटन के दौरान
Inauguration of RCB PhD Program at CIAB on September 5, 2018

रीजनल सेंटर फॉर बायोटेक्नोलॉजी (आरसीबी) के द्वारा सीआईएबी को जैव प्रौद्योगिकी में पीएचडी डिग्री प्रदान करने के लिए शैक्षणिक क्षेत्रीय केंद्र के रूप में मान्यता दी गई। इस कार्यक्रम का औपचारिक उद्घाटन 5 सितंबर 2018 को एनआईपीजीआर के पूर्व निदेशक एवं नासी इलाहाबाद के पूर्व राष्ट्रपति प्रो. अखिलेश के. त्यागी के द्वारा किया गया।

Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) has been recognized by Regional Centre of Biotechnology (RCB), Fridabad as their Academic Regional Centre for providing PhD degrees in Biotechnology. This program is formally inaugurated by Prof. Akhilesh K Tyagi, Former Director NIPGR and Former President, NASI Allahabad on September 5, 2018.

26 मार्च 2018 को सीआईएबी-नाबी कैम्पस में कैफेटेरिया का उद्घाटन

Inauguration of the Cafeteria at CIAB-NABI Campus on March 26, 2018

सीआईएबी-नाबी कैम्पस में कैफेटेरिया का उद्घाटन 26 मार्च, 2018 को सीआईएबी के चीफ कार्यकारी अधिकारी डॉ. टी आर शर्मा द्वारा संकाय, कर्मचारियों और छात्रों की उपस्थिति में किया गया।

Inauguration of the Cafeteria at NABI-CIAB Campus on March 26, 2018 by Dr. T. R. Sharma, Cheif Executive Officer, CIAB in the presence of faculty, staff and students of CIAB and NABI.

1 मई 2018 को सीआईएबी का 6वां स्थापना दिवस समारोह मनाया गया।

Celebration of 6th Foundation Day of CIAB on May 1, 2018

1 मई 2018 को सीआईएबी ने अपना 6वां स्थापना दिवस समारोह मनाया। इस कार्यक्रम के 'गेस्ट ऑफ ऑनर' डॉ. अनिल के. त्रिपाठी (निदेशक, सीएसआईआर-सीमैप, लखनऊ) तथा मुख्य अतिथि डॉ. एच सी शर्मा (वाइस चांसलर, डॉ. यशवंत सिंह परमार बागवानी और वानिकी विश्वविद्यालय, हिमाचल प्रदेश) थे ।

CIAB celebrated its 6th Foundation day on May 1, 2018. The 'Guest of honour' of the event was Dr. Anil K. Tripathi (Director, CSIR-CIMAP, Lucknow) and Chief guest was Dr. H. C. Sharma (Vice Chanceller, Dr. Yashwant Singh Parmar University of Horticulture and Forestry, H.P.)

1-15 मई 2018 से सीआईएबी में स्वच्छता पखवाडा का अनुसरण

Observance of Swachhta Pakhwara at CIAB from May 1-15, 2018

सीआईएबी ने 1 से 15 मई 2018 तक "स्वच्छता पखवाड़ा" मनाया। परिसर में स्वच्छता सुनिश्चित करने के लिए सीआईएबी के संकाय, कर्मचारियों और छात्रों ने सक्रिय रूप से भाग लिया।

CIAB observed "Swachhta Pakhwara" from 1st to 15th May, 2018 . The faculty, staff and students of CIAB actively participated in a series of event to ensure cleanliness in the campus.

21 मई 2018 को आतंकवाद विरोधी दिवस का अनुसरण

Observance of Anti-terrorism Day on May 21, 2018

सीआईएबी मोहाली ने 21 मई, 2018 को आतंकवाद विरोधी दिवस मनाया। सभी छात्रों, कर्मचारियों और संकाय ने इस आयोजन में एक साथ भाग लिया तथा शपथ ली।

CIAB Mohali observed Anti-terrorism Day on May 21st, 2018. All students, staff and faculty participated in the event and taken oath together.

ब्रिटेन के लिंकन विश्वविद्यालय के डॉ. मार्क स्वेंसन द्वारा 15 जून 2018 को सार्वजनिक व्याख्यान

Public Lecture by Dr. Mark Swainson, University of Lincoln, UK on June 15, 2018

15 जून, 2018 को ब्रिटेन के लिंकन विश्वविद्यालय के डॉ मार्क स्वेंसन द्वारा "फसल कटाई के बाद के नुकसान को कम करने के लिए भंडारण और प्रसंस्करण की आवश्यकता" पर एक व्याख्यान आयोजित किया गया।

A lecture was held on "The Need for Storage and Processing to Reduce Post harvest Losses" which was delivered by Dr. Mark Swainson, University of Lincoln, UK on June 15, 2018.

21 जून 2018 को सीआईएबी में चौथा अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस समारोह

Celebration of 4th International Yoga Day at CIAB on June 21, 2018

सीआईएबी ने 21 जून 2018 को चौथा अंतर्राष्ट्रीय योग दिवस मनाया। इस आयोजन में सीआईएबी और नाबी के छात्रों, कर्मचारियों और शिक्षकों ने सक्रिय रूप से भाग लिया।

CIAB celebrated 4th International Yoga Day on June 21st 2018. Students, staff and faculty of CIAB and NABI actively participated in the event.

15 अगस्त 2018 को सीआईएबी में 72 वां स्वतंत्रता दिवस का आयोजन

Celebration of 72nd Independence Day at CIAB on August 15, 2018

सीआईएबी ने 15 अगस्त 2018 को संकाय, कर्मचारियों और छात्रों की सक्रिय भागीदारी के साथ 72 वां स्वतंत्रता दिवस मनाया।

CIAB celebrated 72nd Independence Day on August 15th 2018 with active participation from faculty, staff and students.

1 से 14 सितंबर 2018 तक सीआईएबी में हिंदी पखवाडा समारोह

Celebration of Hindi Pakhwara at CIAB from September 1-14, 2018

हिंदी पखवाडा का आयोजन 1 से 14 सितंबर 2018 तक किया गया। इस दौरान विभिन्न कार्यक्रमों में शिक्षकों, कर्मचारियों और छात्रों ने भाग लिया।

Hindi Pakhwara was celebrated from September 1 - 14, 2018. All faculty, staff and students participated in various events.

14 सितंबर 2018 को सीआईएबी में विज्ञान उन्मुख सामाजिक संगठनों की राष्ट्रीय बैठक

National Meeting of Science Oriented Social Organizations at CIAB on September 14, 2018

14 सितंबर 2018 को विज्ञान उन्मुख सामाजिक संगठनों की एक दिवसीय राष्ट्रीय बैठक का आयोजन सीआईएबी में किया गया ।

One day national meeting of science oriented Social Organizationswas held on September 14th 2018

15 सितंबर से 2 अक्टूबर 2018 तक सीआईएबी में 'स्वच्छता ही सेवा' अभियान

'Swachhta Hi Sewa' Campaign at CIAB from September 15-October 2, 2018

सीआईएबी परिसर को साफ रखने के लिए छात्रों, कर्मचारियों और संकाय द्वारा उत्साहपूर्ण प्रदर्शन के माध्यम से 15 सितंबर से 2 अक्टूबर 2018 तक सीआईएबीमें 'स्वच्छता ही सेवा' अभियान का आयोजन किया गया ।

'Swachhta Hi Sewa' campaign was held at CIAB from September 15-October 2, 2018 via enthusiastic performance by students, staff and faculty to keep the campus clean.

सितंबर 2018 में सीआईएबी द्वारा छात्रों के लिए वाद-विवाद और मॉडल / पोस्टर प्रतियोगिता का संगठन

Organization of Debate and Model/Poster Competition for Students by CIAB on 17 September 2018

सीआईएबी ने ट्राइसिटी से स्कूली बच्चों की सक्रिय भागीदारी के साथ सितंबर 2018 में छात्रों के लिए वाद-विवाद और मॉडल / पोस्टर प्रतियोगिता का आयोजन किया।

CIAB organized debate and model/poster competition for students on 17 September 2018, with active participation of school children from tricity.

17 सितंबर 2018 को सीआईएबी में ओपन डे समारोह

Celebration of Open day at CIAB on September 17, 2018

17 सितंबर 2018 को ओपन डे मनाया गया।

Open day was celebrated on September 17th 2018.

5-8 अक्टूबर 2018 के दौरान राष्ट्रीय प्रदर्शनी कार्यक्रम में सीआईएबी की भागीदारी

Participation of CIAB at a National Exhibition Event during October 5-8, 2018

सीआईएबी द्वारा 5 से 8 अक्टूबर 2018 को लखनऊ में आयोजित आईआईएसएफ -2018 के दौरान एग्री-बायोमास वेलोराइजेशन के माध्यम से बने उत्पादों और प्रक्रियाओं का प्रदर्शन किया गया।

CIAB Participation at IISF-2018, Lucknow during October 5th-8th 2018 through display of products and processes of agri-biomass valorization.

29-30 नवंबर, 2018 के दौरान सीआईएबी द्वारा युवा वैज्ञानिकों की संगोष्ठी (चिंतन) का आयोजन

Young Scientists' Symposium (Chintan) by CIAB during November 29-30, 2018

नाबी और सीआईएबी ने संयुक्त रूप से 29-30 नवंबर 2018 के दौरान युवा वैज्ञानिकों की संगोष्ठी (चिंतन) का आयोजन किया, जिसमें छात्रों ने व्याख्यान देकर और पोस्टर प्रस्तुती के माधयम से अपने शोध के परिणाम दिखाए।

NABI & CIAB jointly organized Chintan during November 29-30, 2018 in which students showcased their research outcome though delivering lectures and presenting posters.

26 जनवरी 2019 को सीआईएबी में 70वें गणतंत्र दिवस समारोह

Celebration of 70th Republic Day at CIAB on January 26, 2019

26 जनवरी 2018 को नाबी-सीआईएबी परिसर में छात्रों, कर्मचारियों और शिक्षकों की भागीदारी के साथ 70वां गणतंत्र दिवस मनाया गया।

70th Republic Day was celebrated at NABI-CIAB Campus on January 26th 2018 with participation of students, staff and faculty.

28 फरवरी 2019 को राष्ट्रीय विज्ञान दिवस समारोह

Celebration of National Science Day on February 28, 2019

सीआईएबी ने 28 फरवरी 2019 को पूरे शहर के साढ़े चार सौ से अधिक कॉलेज छात्रों की भागीदारी के साथ राष्ट्रीय विज्ञान दिवस मनाया।

CIAB celebrated National Science Day on February 28th 2019 with participation of more than 450 college students from across the city.

18 मार्च, 2019 को सार्क देशों के अंतर्राष्ट्रीय प्रतिनिधियों का आगमन

Visit by International Delegates from SAARC Countries on March 18, 2019

सार्क देशों के अंतर्राष्ट्रीय प्रतिनिधियों ने 18 मार्च 2019 को सीमा पार से उद्यमी विचारों का आदान-प्रदान करने के लिए सीआईएबी का दौरा किया।

International delegates from SAARC countries visited CIAB on March 18, 2019 to exchange entrepreneurial ideas across the borders.

जन संचार माध्यामों में सीआईएबी
CIAB in Public Communication Media

CORPORATE BUZZ www.toi.in/psu

International Yoga Day celebrations

National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI) and Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali, jointly organised an event on June 21 to mark the 4th International Yoga Day. The event was celebrated in open environs in the green lawn between the institute buildings of CIAB and NABI. The programme was initiated by Yoga Guru Gurdev Singh, who highlighted the Indian origin of yoga, its benefits etc. The programme was arranged to spread awareness of yoga in all aspects, both for the uninitiated as well as the practitioners.

THE TIMES OF INDIA, CHANDIGARH
FRIDAY, MARCH 8, 2019

National Science Day celebrations

National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI) and Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali celebrated National Science Day by keeping the institute open for school and college students from 9.30 am to 4.30 pm on February 28. More than 450 students from several schools and colleges visited the institute. On the occasion, NABI and CIAB showcased their research and development in the form of scientific posters and products. Through this programme, a message was spread among the youngsters that science should be an essential part of our routine life.

CHANDIGARH TIMES OF INDIA
MONDAY, SEPTEMBER 17, 2018

NABI to hold open day

Mohali: An open day will be organized by the National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI) and Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali, here on Monday under the outreach programme of the Indian International Science Festival (IISF). The welcome address shall be given by Dr T R Sharma, executive, NABI.

The programme schedule includes debate competition, display of models/posters, lab visit by school/college students and prize distribution ceremony. The objective of this programme is to showcase the achievements and research facilities of the institute. TNN

Swachhata Pakhwara organized at CIAB

Swachhta Pakhwada as observed at Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) recently. Various activities were performed in CIAB like pledge taking ceremony, workshop on cleanliness and waste management, special drive of cleanliness, segregation of old records, removal of garbage/malba, and painting competition regarding Swachh Bharat Abhiyan amongst staff & students etc.

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंन्द्र
नॉलेज सिटी, सैक्टर 81, मनौली डाकघर,
मोहाली, पंजाब 140306 भारत

CENTER OF INNOVATIVE AND APPLIED BIOPROCESSING (CIAB)

An Autonomous Institute of the Department of Biotechnology (DBT), Government of India

Sector-81(Knowledge City), Manauli PO, Mohali, Punjab 140306 INDIA

Tel.: 0172-5221-400; Fax: 0172-5221-499

E-mail: ceo@ciab.res.in

website: www.ciab.res.in