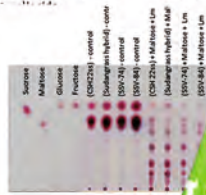
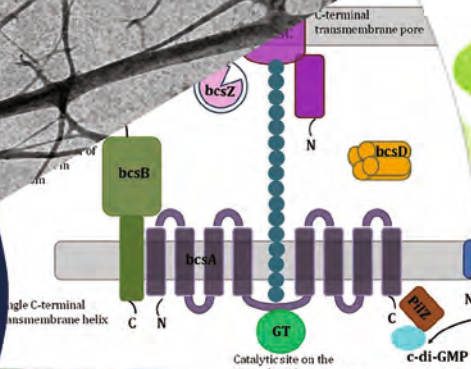


ANNUAL REPORT 2019-20



CIAB | Mohali



नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र **Center of Innovative and Applied Bioprocessing**

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

Sector 81 (Knowledge City), Mohali, Punjab 140306 INDIA

प्रकाशक:

डॉ. अमूल्य के. पांडा
मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी)
सेक्टर – 81, (नॉलेज सिटी),
मनौली डाकघर, मोहाली,
पंजाब 140306 भारत

मुख्य संपादक:

डॉ. सुदेश कुमार यादव

प्रकाशन समिति:

डॉ. शशिकुमार इलुमलाई
डॉ. जयता भौमिक
डॉ. सुधीर पी. सिंह
श्री सुखजिंदर सिंह

आभारार्ति:

वैज्ञानिक एवं प्रशासकीय कर्मचारीगण द्वारा सुझाव और सूचना प्रदान करने के लिए

Published by:

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

Chief Editor:

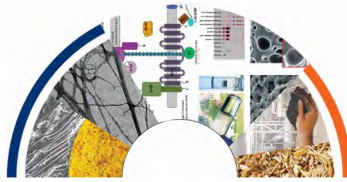
Dr. Sudesh Kumar Yadav

Publication Committee:

Dr. Sasikumar Elumalai
Dr. Jayeeta Bhaumik
Dr. Sudhir P. Singh
Sh. Sukhjinder Singh

Acknowledgements:

Scientists & Administrative staff for providing suggestions and information

**मुख्य पृष्ठ पर चित्र:**

द्वितीयक कृषि बायोमास से मूल्य वर्धित उत्पादों के दृश्य चित्र।

Figure on Cover:

Picture visuals of value added products from secondary agricultural biomass.

© 2020, मुख्य कार्यकारी अधिकारी, सीआईएबी

सर्वाधिकार सुरक्षित। किसी भी अनधिकृत पुनः प्रकाशन या इस सामग्री का उपयोग निषिद्ध है। इस रिपोर्ट का कोई भी हिस्सा मुख्य कार्यकारी अधिकारी से लिखित रूप में पूर्व अनुमति के बिना किसी भी रूप में इलेक्ट्रॉनिक या मैकेनिकल, फोटोकॉपी रिकॉर्डिंग या किसी भी सूचना भंडारण और पुनर्प्राप्ति प्रणाली द्वारा प्रेषित नहीं किया जा सकता है।

© 2020, 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 २०१८-२०
Annual Report 2019 - 20



नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र
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	35
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	43
9.	शोध कार्यक्रम एवं प्रगति Research Programs and Progress	51
10.	सीआईएबी से प्रकाशन और पेटेंट Publications and Patents from CIAB	147
11.	बाह्य अनुदान और फंडिंग Extramural Grants and Fundings	155
12.	वित्तीय जानकारी Financial Information	159
13.	सीआईएबी में गतिविधियाँ, आमंत्रित व्याख्यान एवं अनुदान/सम्मान Events, Invited Lectures and Awards/Honors at CIAB	181
14.	सीआईएबी कर्मचारियों द्वारा व्याख्यान, प्रस्तुतीकरण तथा कार्यक्रम सहभागिता Awards, Lectures, Presentations & Event Participation of CIAB Staff	185
15.	संस्थान की महत्वपूर्ण गतिविधियों की चित्र दीर्घा Photo Gallery of the Important Events of the Institute	195
16.	जन संचार माध्यमों में सीआईएबी CIAB in Public Communication Media	199

सीईओ डेस्क से

From the CEO's Desk



कृषि उपज का मूल्य जोड़ने के लिए, किसानों और उद्योगों के लाभ के लिए

जैव-प्रसंस्करण और नवोन्मेष प्रौद्योगिकियों को लाभकारी उपकरण के रूप में महसूस किया गया है। इस प्रयास में, नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी) जैव-प्रसंस्करण नवाचारों के माध्यम से प्राथमिक और माध्यमिक कृषि उपज के मूल्य संवर्धन के लिए लगातार काम कर रहा है। सीआईएबी का फोकस बायोमास उपयोग, जैव-प्रसंस्करण, खाद्य प्रसंस्करण और सिंथेटिक जीव विज्ञान के अनुसंधान क्षेत्रों में अंतराल की पहचान करने के साथ-साथ नवीन तकनीकों के माध्यम से समाधान प्रदान करना है। संस्थान अपने चार प्रमुख अनुसंधान एवं विकास कार्यक्रमों के माध्यम से काम कर रहा है। (i) खाद्य उत्पादों के लिए प्राथमिक प्रसंस्करण अवशेष/कचरे के लिए मूल्यवर्धन, (ii) विशेष उत्पादों और रसायनों के लिए फसल अपशिष्ट का मूल्यांकन, (iii) पोषण, न्यूट्रास्युटिकल्स, और 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 साझा करने में प्रसन्नता हो रही है कि प्रतिवेदन के तहत वर्ष के दौरान, सीआईएबी ने सात पेटेंट दायर किए हैं, चार पेटेंट दिए गए हैं और उच्च प्रभाव सहकर्मी की समीक्षा की गई पत्रिकाओं में बत्तीस शोध प्रकाशित किए हैं। 2019-20 के दौरान, सीआईएबी ने उद्योगों को एक तकनीक का लाइसेंस दिया है, और उद्योगों के साथ तीन प्रौद्योगिकियों के लिए गैर-

प्रकटीकरण समझौते पर हस्ताक्षर किए हैं। वैज्ञानिक कर्मचारियों की कड़ी मेहनत ने वर्ष के दौरान विभिन्न निधिकरण विभागों से कई प्रतिस्पर्धी अनुसंधान अनुदान प्राप्त किए हैं। मुख्य अनुसंधान परियोजनाओं के अलावा, संस्थान चार अंतरराष्ट्रीय अनुसंधान कार्यक्रमों और अन्य संस्थानों और उद्योगों के साथ सहयोग में कई राष्ट्रीय अनुसंधान परियोजनाओं पर काम कर रहा है। मुझे यह साझा करने में गर्व महसूस हो रहा है कि संस्थान ने सभी पाँच भाग लेने वाले देशों के साथ एक बहुत ही महत्वपूर्ण शोध कार्यक्रम ब्रिक्स प्राप्त किया है।

वर्ष के दौरान कुछ प्रमुख शोध निष्कर्षों में सेब के पोमेस से एसिटिक एसिड उत्पादन के लिए एक इथेनॉल सहिष्णु जीवाणु ए. पेस्टुरियनस एसकेवाईए 25 की पहचान शामिल है। एंथोसायनिन्स स्थिरता, गुणवत्ता प्रतिधारण और गर्म हवा संवहन सुखाने पर रोगाणुरोधी प्रभावकारिता प्राप्त करने के लिए काली गाजर में नमक-मसाले संसेचन में मदद करने के लिए अल्ट्रासोनिकेशन पाया गया है। काले गाजर के पोमेस से पेक्टिन के निष्कर्षण और साथ ही प्रक्रिया अर्थशास्त्र की विशेषता पर आंतराधिक माइक्रोवेव, अल्ट्रासाउंड और पारंपरिक हीटिंग के तुलनात्मक प्रभाव का मूल्यांकन करने के लिए एक वैज्ञानिक अध्ययन किया गया है। इसके अलावा, स्फिरुलिना प्लैटेंसिस से उच्च शुद्धता सी-फाइकोसैनिन का एक प्रसंस्करण-स्वतंत्र बाह्य उत्पादन आयोजित किया गया है। एक थर्मल जलीय निवास मेटाजेनोम से एक नवीन डी-एलुलेस ३-एपिमेरेज जीन प्राप्त किया गया है। और बेसिलस सबटिलिस पूरे सेल कटैलिसीस द्वारा डी-एलुलोज उत्पादन किया गया है।

"जैव-प्रौद्योगिकी तकनीक में नवाचार: बायोमास से कीमती सामान बनाने और व्यापार के अवसर पैदा करने का वरदान"



डॉ. अमूल्य के. पांडा

मुख्य कार्यकारी अधिकारी
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी)

Towards adding value to the agricultural produce, bioprocessing and innovation technologies have been realized as beneficial tools for the benefit of farmers and industries. In this effort, Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB) is continuously working for value addition to primary and secondary agriculture produce through bioprocessing innovations. CIAB's focus is to identify gaps in the research areas of biomass utilization, bioprocessing, food processing and synthetic biology as well as to provide solutions through innovative technologies. 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) Nutritional, 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 seven patents, four patents have been granted and published thirty-two research publications in high impact peer reviewed journals. During 2019-20, CIAB has licensed one

technologies to the industries and signed non-disclosure agreement for three technologies with industries. The hard work of scientific staff has received several competitive research grants from various funding agencies during the year. In addition to the core research projects, Institute is working on four international research programmes and several national research projects in collaborations with other institutions and the industries. I feel pride in sharing that institute has received a very important research programme BRICS with all the five participating countries.

Some of the key research findings during the year include identification of an ethanol tolerant bacterium *A. pasteurianus* SKYAA25 for acetic acid production from apple pomace. Ultrasonication has been found to be assisting salt-spices impregnation in black carrots to attain anthocyanins stability, quality retention and antimicrobial efficacy on hot-air convective drying. A scientific study has been conducted to evaluate the comparative effect of intermittent microwave, ultrasound and conventional heating on extraction of pectin from black carrot pomace as well as characterized the process economics. Also, a processing-Independent extracellular production of high purity C-phycoerythrin from *Spirulina platensis* has

“Innovations in bioprocess technology: a boon to harness valuables from biomass and create opportunities for business ”



Dr. Amulya K. Panda

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

संस्थान ने यूवी प्रोटेक्टेंट—कम—एंटीमाइक्रोबियल एजेंट के रूप में एग्री—बायोमास आधारित लिग्निन व्युत्पन्न जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट विकसित किया है। ५—हाइड्रोक्सीमेथाइलफ्यूरफ्यूरल के चयनात्मक ऑक्सीकरण के लिए २, ५— डिफॉर्मिलफुरन के लिए हेटरोस्ट्रक्टेड मैंगनीज उत्प्रेरक विकसित किए गए हैं। एक नए फ्लेवोनोइड को अलग कर दिया और ऐगल मार्मेलोस के बीज से ६—ओ—एस्कॉर्बेल एस्टर की अपशिष्ट से धन वसूली किया गया है। चावल के भूसे से व्युत्पन्न — सेल्युलोज से सेल्युलोज नैनोसिस्टल के उत्पादन के लिए प्रक्रिया को अनुकूलित किया गया है।

सीआईएबी ने “इनोवेशंस इन बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी—२०१९)” पर एक राष्ट्रीय सम्मेलन आयोजित किया। उद्योग और शिक्षा के साथ—साथ युवा वैज्ञानिकों से ५० से अधिक वैज्ञानिक वार्ता हुई। सम्मेलन में देश भर के २०० से अधिक प्रतिभागियों ने भाग लिया। यह सम्मेलन अत्यधिक सफल रहा क्योंकि इसके परिणामस्वरूप सहयोगी अनुसंधान और प्रौद्योगिकी के लिए एक उद्योग के साथ समझौता ज्ञान पर हस्ताक्षर किए गए। वर्ष के दौरान संस्थान ने “माध्यमिक कृषि और बायोप्रोसेसिंग” पर चार दिवसीय कार्यशाला भी आयोजित की है। कार्यशाला में बायोप्रोसेसिंग, किण्वन प्रौद्योगिकी, खाद्य प्रौद्योगिकी और जैव प्रौद्योगिकी के क्षेत्रों में प्रसिद्ध विशेषज्ञों के व्यावहारिक व्याख्यान शामिल हैं। प्रतिभागियों को संस्थान के निर्दिष्ट क्षेत्रों में प्रशिक्षण के लिए संपूर्ण हाथ प्रदान किए गए हैं।

संस्थान ने राष्ट्रीय महत्व के विभिन्न कार्यक्रमों को बड़े उत्साह के साथ मनाया जैसे राष्ट्रीय विज्ञान दिवस, प्रौद्योगिकी दिवस, राष्ट्रीय दिवस, गणतंत्र दिवस, हिंदी पखवारा, सतर्कता जागरूकता सप्ताह आदि। संस्थान ने राष्ट्रीय विज्ञान कांग्रेस और आईआईएसएफ—२०१९ में भी भाग लिया है। संस्थान ने स्कूल और कॉलेज के छात्रों के लिए, सार्वजनिक व्याख्यान और संगोष्ठी का एक खुला दिन भी आयोजित किया। सीआईएबी ने खाद्य प्रसंस्करण में प्रौद्योगिकियों की प्रदर्शनी में भाग लिया और राष्ट्रीय विज्ञान दिवस मनाया।

मैं डॉ. हर्षवर्धन, स्वास्थ्य और परिवार कल्याण, विज्ञान और प्रौद्योगिकी, और पृथ्वी विज्ञान मंत्री जी को अपनी महत्वपूर्ण और मूल्यवान जानकारी और कर्मचारियों को प्रेरित करने और संस्थान के विभिन्न शोध कार्यक्रमों को बेहतर बनाने के लिए निरंतर समर्थन के लिए अपनी कृतज्ञता व्यक्त करना चाहता हूँ।

मैं डॉ. रेनु स्वरूप, सचिव, जैव प्रौद्योगिकी विभाग (भारत सरकार) और चेयरपर्सन, जीबी और जीबी के सभी सदस्यों को संस्थान के विभिन्न शोध गतिविधियों को सही दिशा और सही दिशा देने के लिए धन्यवाद देता हूँ। मैं वैज्ञानिक सलाहकार समिति (एसएसी) के अध्यक्ष डॉ. वी.

प्रकाश का वैज्ञानिक प्रगति के उनके महत्वपूर्ण मूल्यांकन, वैज्ञानिकों की प्रेरणा, मार्गदर्शन और बौद्धिक आदान—प्रदान के लिए आभारी हूँ, जिन्होंने अनुसंधान योजनाओं और गतिविधियों पर ध्यान देने के साथ—साथ नए कार्यक्रमों को विकसित करने में संस्थान की मदद की है। मैं व्यक्तिगत रूप से श्री बी. आनंद, वित्तीय सलाहकार से प्राप्त समर्थन और सहयोग को स्वीकार करता हूँ, और श्री सी.पी. गोयल, संयुक्त सचिव, डीबीटी को विभिन्न वित्तीय और प्रशासनिक मामलों के लिए। मैं डॉ. मोहम्मद असलम, सलाहकार, डीबीटी और डॉ. ए. वामसी कृष्ण, वैज्ञानिक ई (खाद्य और पोषण), जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार को संस्थानों की सभी गतिविधियों को चलाने और डीबीटी के बीच एक बहुत मजबूत कड़ी प्रदान करने में उनके समर्थन और सहयोग के लिए उनका ईमानदारी से धन्यवाद देना चाहता हूँ। मैं संस्थान के पूर्व मुख्य कार्यकारी अधिकारियों डॉ. टी. आर. शर्मा और डॉ. रमेश वी. सॉटी का प्रतिवेदन वर्ष में उनके योगदान को स्वीकार करता हूँ।

मैं वास्तव में अपने वैज्ञानिकों, कर्मचारियों और छात्रों के प्रयासों और उपलब्धियों की सराहना करता हूँ जो २०१९—२० के लिए इस वार्षिक रिपोर्ट में परिलक्षित होते हैं। वार्षिक प्रतिवेदन के संकलन और संपादन में डॉ. सुदेश कुमार, डॉ. शशिकुमार एलुमलाई, डॉ. जयिता भौमिक, डॉ. सुधीर पी. सिंह और श्री सुखजिंदर सिंह का मदद करने के लिए उनको मेरा विशेष धन्यवाद है।

हस्ता/-

डॉ. अमूल्य के. पांडा

मुख्य कार्यकारी अधिकारी

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी)

मोहाली, पंजाब

bee conducted. A novel D-allulose 3-epimerase gene from the metagenome of a thermal aquatic habitat has been characterized, and D-allulose production by *Bacillus subtilis* whole-cell catalysis has been achieved.

Institute has developed agri-biomass based lignin derived zinc oxide nanocomposites as promising UV protectant-cum-antimicrobial agents. Heterostructured manganese catalysts have been developed for the selective oxidation of 5-hydroxymethylfurfural to 2, 5-diformylfuran. Isolated a new flavonoid and waste to wealth recovery of 6-O-ascorbyl esters from seeds of *Aegle marmelos*. Process has been optimized for the production of cellulose nanocrystals from rice straw derived α -cellulose.

CIAB organized a national conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019)". There were more than 50 scientific talks from industry and academia as well as from young scientists. More than 200 participants from across the country attended the conference. The conference was highly successful as it was resulted in signing of an MoU with an industry for collaborative research and technology outreach. During the year institute has also organized a four-day workshop on "Secondary Agriculture and Bioprocessing". Workshop includes practical lectures from renowned experts in the areas of bioprocessing, fermentation technology, food technology and biotechnology. Participants have been provided exhaustive hands on training in the specified areas of the institute.

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. Institute has also participated in National Science Congress and IISF-2019. Institute also conducted open day for school and college students, public lectures, and seminars. CIAB participated in Exhibition of Technologies in Food Processing and celebrated national science day.

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

I sincerely acknowledge and express my thanks to Dr. Renu Swarup, Secretary, Department of Biotechnology (Govt. of India) and Chairperson, GB and all the members of the GB for their valuable suggestions in giving right direction and shape to various research activities of the institute. I am also grateful to Dr. V. Prakash, Chairman, Scientific Advisory Committee

(SAC) and all the members of the SAC for their critical evaluation of scientific progress, motivation of scientists, guidance and intellectual inputs which has helped in evolving new programmes and initiatives as well as in focus of 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), Department of Biotechnology, Government of India 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 acknowledge the contribution of former CEOs of the institute during the report year Dr. T. R. Sharma and Dr. Ramesh V. Sonti.

I really appreciate the efforts and achievements of my scientists, staff and students that are reflected in this annual report for the year 2019-20. My special thanks are due to Dr. Sudesh Kumar, Dr. Sasikumar Elumalai, Dr. Jayeeta Bhaumik, Dr. Sudhir P. Singh and Mr. Sukhjinder Singh 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.

Sd/-

Dr. Amulya K. Panda

Chief Executive Officer

Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB)

Mohali, Punjab

दूरदृष्टिकोण लक्ष्य एवं उद्देश्य

Vision, Mission and Objectives



लक्ष्य

जैव-प्रसंस्करण एवं जैव-उत्पाद 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 पोषितित्य पटल के रूप में सेवा करने के साथ -साथ जैव प्रसंस्करणीय उत्पादों के लिए पध्दतियों व प्रौद्योगिकियों के विनययोग, नवाचार एवं संवर्धन में अग्रणी भूमिका का निर्वाह करना ताकि प्रगामी कार्यतः राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय संस्थानों तथा उद्यमों के साथ संप्रको/नेटवर्को/सभागिताओं के द्वारा कृषि उद्योग उत्प्रेरित हो सके।

दूरदृष्टिकोण

- गौण कृषि को बढ़ावा देने के लिए कृषि-खाद्य/कृषि-उपज के जैव प्रसंस्करण से सम्बंधित पद्धतियों और प्रौद्योगिकियों का परीक्षण, वैधता प्रदान करना, रूपांतरण, नवाचार, सुधार, संवर्धन और उन्हें सहयोजित करना।
- प्रयोगशाला से बाजार श्रृंखला में उद्योग/हितधारकों इत्यादि को प्रौद्योगिकी प्रदर्शन, प्रशिक्षण, एवं उन्हें संगठित करने के साथ साथ कृषि खाद्य एवं माध्यमिक कृषि क्षेत्रों में उत्पादों के विकास, प्रौद्योगिकी रूपांतरण, उत्पाद गुणवत्ता आवासन इत्यादि के लिए जैव संसाधन 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 प्रासंगिक ज्ञान, पद्धतियों, प्रौद्योगिकियों तथा प्रक्रियाओं में नवाचार, ईष्टमीकरण, संवर्धन एवं विनियोगों को कार्यान्वित करना।
- जैव-प्रसंस्करण संसाधनों, प्रक्रियाओं और उत्पादों इत्यादि से संबंधित प्रशिक्षण, तकनीकी हस्तक्षेप, मूल्य संवर्धन, विचार सृजन एवं मूल्यांकन और मॉडल (नों) आदि के माध्यम से जैव-प्रसंस्करण और कृषि-खाद्य क्षेत्र में सुधार एवं परिवर्तन को उत्प्रेरित करना।
- मूल्य-वर्धित/नए/नवीन उत्पादों के विकास के लिए जैव प्रसंस्करण से संबंधित नवाचार प्रणाली को अग्रिम और समन्वित करना और सामान्य हित समूहों/कंपनियों/उद्यमियों आदि के लिए उदभवन/सेवा मंच के रूप में सेवा करना।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी), राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी) और/या सार्वजनिक उपक्रमों और/या उन केंद्रों द्वारा विकसित प्रौद्योगिकियों और प्रक्रियाओं के परीक्षण, सत्यापन, अनुकूलन, अप-स्केलिंग आदि की सुविधा के लिए भारत में और विदेशों में सार्वजनिक अधिकार क्षेत्र/ओपन सोर्स और/या अन्य स्रोतों से, मालिकाना मुद्दों के मामले में लाइसेंसिंग/समझौते/ पारस्परिक सहमति आदि के माध्यम से उन्हें वैधता 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.

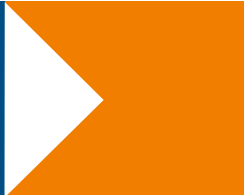
Mission

- 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 वृत्तान्त
Chronicles of Establishment of CIAB



- 20 अगस्त, 2008: भारत के केंद्रीय मंत्रिमंडल ने जैव प्रौद्योगिकी विभाग, विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय, भारत सरकार के तहत एक स्वायत्त संस्थान के रूप में जैव प्रसंस्करण इकाई की नॉलेज सिटी, मोहाली में स्थापित करने को मंजूरी दी।
- 01 मई, 2012: डॉ. राजेंद्र सिंह सांगवान ने बीपीयू के संस्थापक मुख्य कार्यकारी अधिकारी के रूप में पदभार संभाला और नई दिल्ली के डिफेंस कॉलोनी, बीआईआरएसी (डीबीटी) में बीपीयू सचिवालय का संचालन किया।
- 20 अगस्त 2012: बीपीयू ने नॉलेज सिटी, सेक्टर -81, मोहाली में भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान (आईसर) के इंस्टीट्यूट वर्क्स डिपार्टमेंट (आईडब्ल्यूडी) बिल्डिंग में अपना ट्रांजिट कार्यालय खोला।
- 27 सितंबर, 2012: बीपीयू ने पंजाब राज्य के लिए अनुप्रयोज्य सोसाइटी के पंजीकृत अधिनियम 1860 के तहत सोसाइटी के रूप में पंजीकृत करवाया तथा मेमोरेण्डम ऑफ एसोसिएशन एवं इसके अंतर्गत नियम एवं विनियमों को अनुमोदित किया गया।
- 09 नवंबर, 2012: शासी निकाय की पहली बैठक नई दिल्ली के जैव प्रौद्योगिकी विभाग में आयोजित की गई। जीबी ने बीपीयू के मेमोरेण्डम ऑफ एसोसिएशन और नियम एवं विनियम को मंजूरी दी। इसने संस्थान के मुख्य कार्यकारी अधिकारी (डॉ. आर. एस. संगवान) को बीपीयू की वित्तीय और प्रशासनिक शक्तियाँ भी सौंपी और संस्थान की कार्यक्षमता के कुछ शुरुआती प्रक्रिया को भी औपचारिक रूप दिया।
- 18 फरवरी, 2013: बीपीयू अंतरिम सुविधा सी-112 (द्वितीय तल), औद्योगिक क्षेत्र, एसएस नगर, मोहाली 160071 में परिचालित की गई।
- 13 मार्च, 2013: बीपीयू की शासी निकाय की दूसरी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित की गई।
- 15 नवंबर 2013: बीपीयू की शासी निकाय की तीसरी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित की गई।
- 18 नवंबर, 2013: बीपीयू सोसायटी की पहली बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित की गई।
- 28 नवंबर, 2013: केंद्रीय मंत्रिमंडल (भारत सरकार) ने संस्थान के नाम को जैव प्रसंस्करण इकाई से नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र में बदलने के प्रस्ताव को अनुमति दी।
- 08 अगस्त, 2014: शासी निकाय की चौथी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 13 नवंबर 2014: सीआईएबी सोसायटी की दूसरी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 10 फरवरी, 2015: मोहाली के नॉलेज सिटी (सेक्टर 81) में सीआईएबी प्रयोगशाला भवन का शिलान्यास किया गया।
- 08 अक्टूबर, 2015: शासी निकाय की पांचवीं बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 28 नवंबर, 2015: सीआईएबी सोसायटी की तीसरी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 02 अगस्त, 2016: वैज्ञानिक सलाहकार समिति (सैक) की चौथी बैठक सीआईएबी, मोहाली में हुई।
- 07 सितंबर 2016: वित्त समिति (एफसी) की पांचवीं बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 07 सितंबर, 2016: शासी निकाय (जीबी) की छठी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 07 सितंबर, 2016: सीआईएबी सोसायटी की चौथी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- मार्च, 2017: सीआईएबी के स्थायी परिसर का निर्माण कार्य संपन्न हुआ एवं कार्यालय और प्रयोगशाला को अंतरिम सुविधा से सेक्टर -81 (नॉलेज सिटी), मोहाली, पंजाब में स्थानांतरित कर दिया गया।
- 17 जुलाई, 2017: वैज्ञानिक सलाहकार समिति (सैक) की पांचवीं बैठक सीआईएबी, मोहाली में हुई।
- 06 अगस्त, 2017: सीआईएबी मुख्य परिसर का उद्घाटन माननीय डॉ. हर्षवर्धन, विज्ञान और प्रौद्योगिकी एवं पृथ्वी विज्ञान के मंत्री द्वारा किया गया।

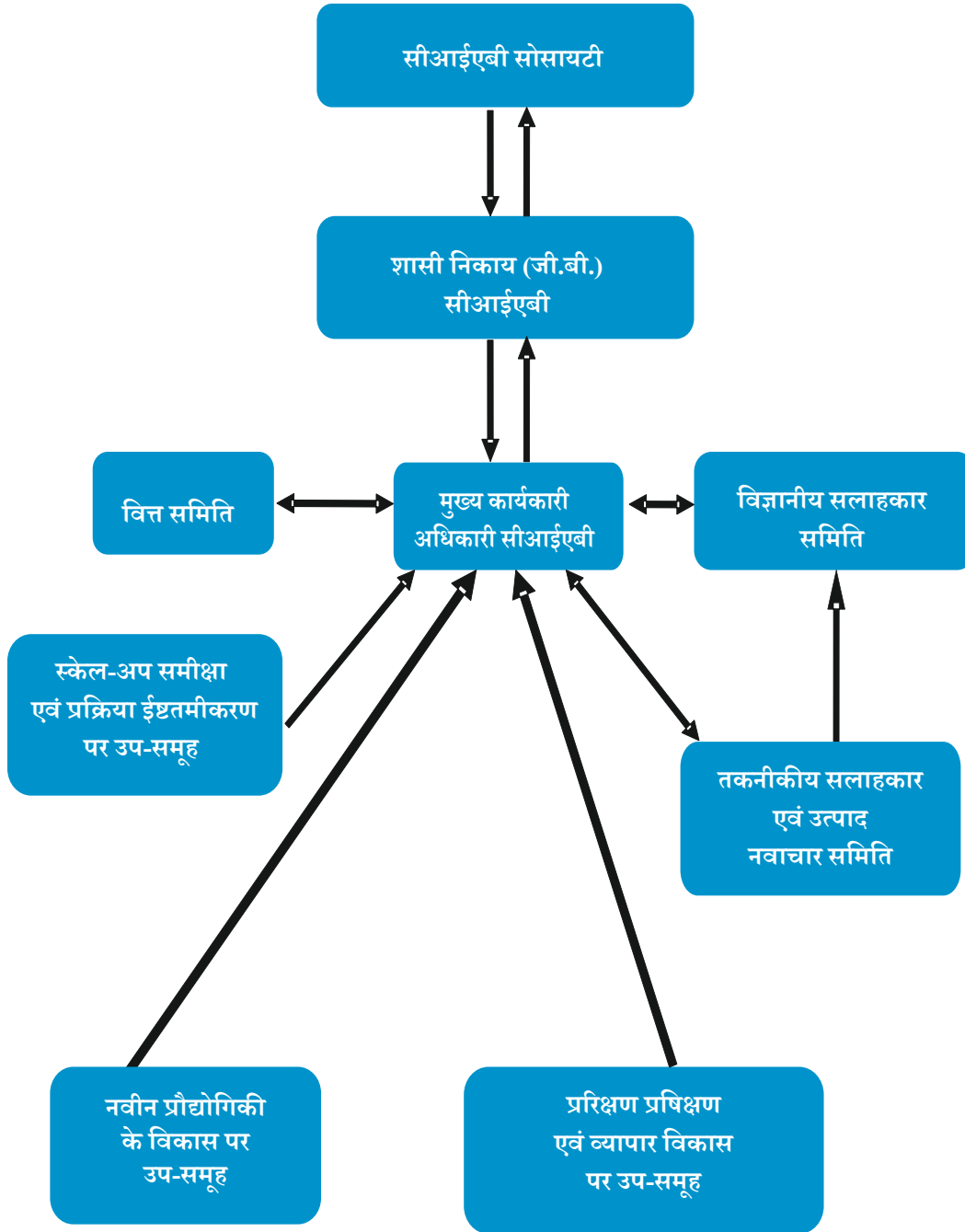
- August 20, 2008: The Union Cabinet of India approved the establishment of Bioprocessing Unit as an Autonomous Institute in Knowledge City, Mohali, Punjab under the Department of Biotechnology, Ministry of Science and Technology, Government of India.
- May 01, 2012: Dr. Rajender Singh Sangwan assumed 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.
- 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, Minister of Science & Technology and Earth Sciences.

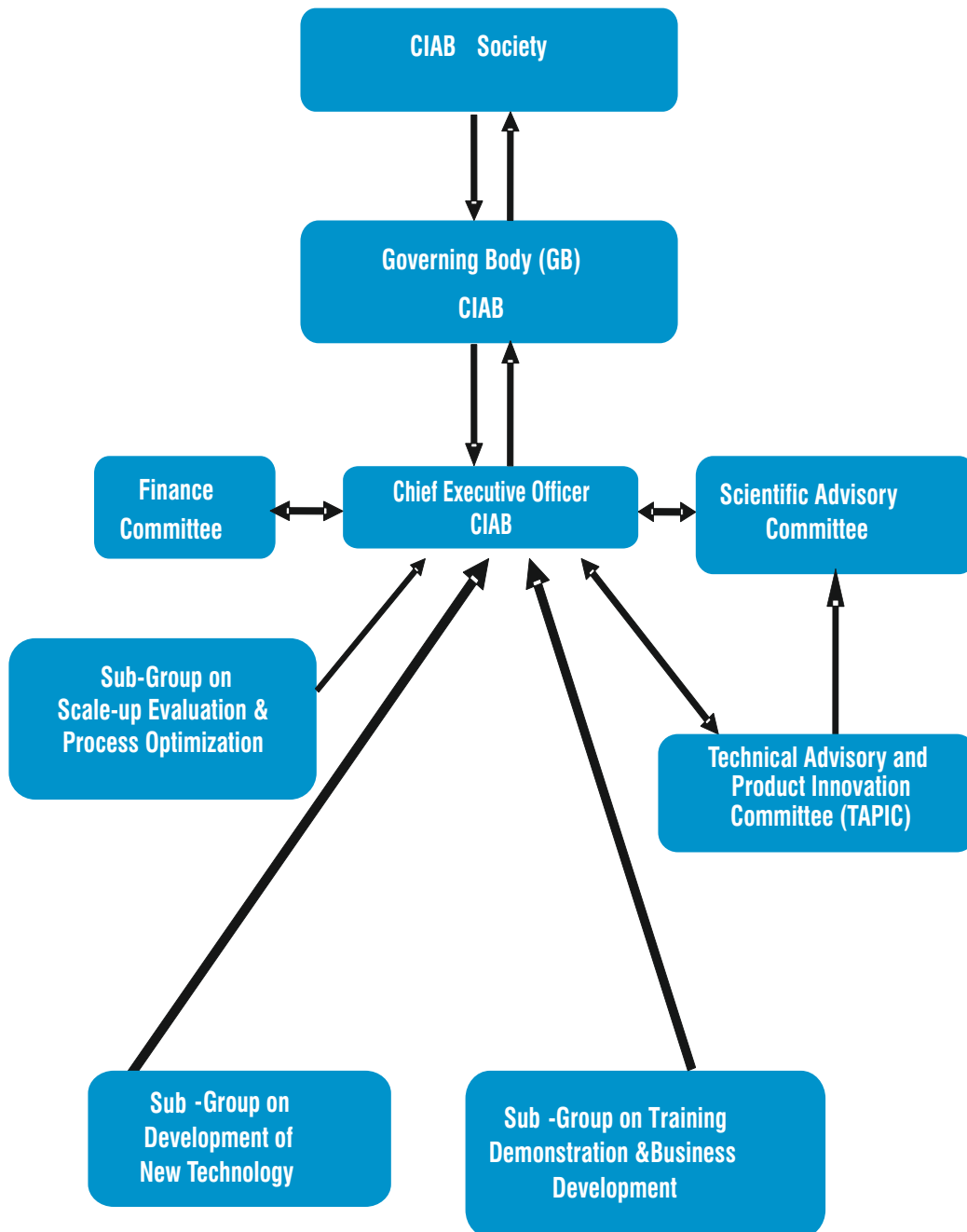
- 16 अगस्त, 2017: डॉ. आर. एस. संगवान को सीईओ, सीआईएबी के पद से मुक्त कर दिया गया।
- 17 अगस्त, 2017: डॉ. टी. आर. शर्मा, ईडी, नाबी ने सीईओ, सीआईएबी के रूप में अतिरिक्त कार्यभार संभाला।
- 06 अक्टूबर, 2017: वित्त समिति (एफसी) की छठी बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 01 नवंबर, 2017: शासी निकाय (जीबी) की सातवीं बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 14 दिसंबर, 2017: सीआईएबी सोसायटी की पांचवीं बैठक जैव प्रौद्योगिकी विभाग, सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली में हुई।
- 18 मई, 2018: वैज्ञानिक सलाहकार समिति (सैक) की छठी बैठक सीआईएबी, मोहाली में हुई।
- 30 जून, 2018: वित्त समिति (एफसी) की सातवीं बैठक नाबी, मोहाली में हुई।
- 30 जून, 2018: सीआईएबी की शासी निकाय (जीबी) की आठवीं बैठक नाबी, मोहाली में हुई।
- 16 नवंबर, 2018: सीआईएबी समाज की छठी बैठक सीएसआईआर साइंस सेंटर, नई दिल्ली में हुई।
- 28 फरवरी, 2019: वित्त समिति (एफसी) की आठवीं बैठक नई दिल्ली में हुई।
- 11 मार्च, 2019: सीआईएबी की शासी निकाय (जीबी) की नौवीं नाबी, मोहाली में हुई।
- 07 जून, 2019: वैज्ञानिक सलाहकार समिति (एसएसी) की सातवीं बैठक सीआईएबी, मोहाली में हुई।
- 21 अगस्त, 2019: वित्त समिति (एफसी) की नौवीं बैठक डीबीटी, नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 16 सितंबर, 2019: शासी निकाय (जीबी) की दसवीं बैठक डीबीटी, नई दिल्ली में हुई।
- 01 नवंबर, 2019: सीआईएबी सोसायटी की सातवीं वार्षिक आम बैठक सीएसआईआर साइंस सेंटर नई दिल्ली में आयोजित हुई।
- 11 मार्च, 2020: वित्त समिति (एफसी) की दसवीं बैठक डीबीटी, नई दिल्ली में आयोजित हुई।

- 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.
- June 07, 2019: Seventh Meeting of the Scientific Advisory Committee (SAC) held at CIAB, Mohali.
- August 21, 2019: Ninth Meeting of the Finance Committee (FC) held at DBT, New Delhi.
- September 16, 2019: Tenth Meeting of the Governing Body (GB) held at DBT, New Delhi.
- November 01, 2019: Seventh Annual General Meeting of the CIAB Society held at CSIR Science Centre, New Delhi.
- March 11, 2020: Tenth Meeting of the Finance Committee (FC) held at DBT, New Delhi.

सीआईएबी की शासन प्रणाली
Governance Mechanism of CIAB







सीआईएबी की प्रबंधन समिति के सदस्य
Members of CIAB Management Society



सी आई ए बी सोसायटी के सदस्य

डॉ. हर्षवर्धन

अध्यक्ष (पदेन)

केंद्रीय विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी और पृथ्वी विज्ञान मंत्री
नई दिल्ली

डॉ. रेणु स्वरूप

सदस्य (पदेन)

जैव प्रौद्योगिकी विभाग के सचिव,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

श्री बी. आनंद

सदस्य (पदेन)

अपर सचिव और वित्तीय सलाहकार,
जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

प्रो. जे. गौरीशंकर

सदस्य (पदेन)

निदेशक,
भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, नॉलेज सिटी, सेक्टर -81,
मोहाली

डॉ. दिनाकर एम. सलुंके

सदस्य (पदेन)

निदेशक,
अंतर्राष्ट्रीय जेनेटिक इंजीनियरिंग और जैव प्रौद्योगिकी केंद्र, अरुणा आसफ
अली मार्ग, नई दिल्ली

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य (पदेन)

निदेशक,
राष्ट्रीय पादप जीनोम अनुसंधान संस्थान, अरुणा आसफ अली मार्ग, नई
दिल्ली

डॉ. आर. हेमलता

सदस्य (पदेन)

निदेशक,
राष्ट्रीय पोषण संस्थान,
भारतीय चिकित्सा अनुसंधान परिषद, हैदराबाद

डॉ. मो. असलम

सदस्य (पदेन)

वैज्ञानिक-जी और सलाहकार
जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,
सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. टी. आर. शर्मा

सदस्य-सचिव (पदेन) (27-01-2020 तक)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी), नॉलेज सिटी,
सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य-सचिव (पदेन) (28-01-2020 से)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी), नॉलेज सिटी,
सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

Members of CIAB Society

Dr. Harsh Vardhan

President (Ex-officio)
Hon'ble Union Minister of Science & Technology and
Earth Sciences
New Delhi

Dr. Renu Swarup

Member (Ex-officio)
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. J. Gowrishankar

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

Dr. Dinakar M. Salunke

Member (Ex-officio)
Director,
International Centre for Genetic Engineering
& Biotechnology, Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi

Dr. Ramesh V. Sonti

Member (Ex-officio)
Director,
National Institute of Plant Genome Research, Aruna
Asaf Ali Marg, New Delhi

Dr. R. Hemalatha

Member (Ex-officio)
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) (up to 27-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Ramesh V. Sonti

Member-Secretary (Ex-officio) (from 28-01-2020)
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

डॉ. रेणु स्वरूप

अध्यक्ष (पदेन)

सचिव,

जैव प्रौद्योगिकी विभाग,

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,

सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

श्री बी. आनंद, आईएएस

सदस्य (पदेन)

अपर सचिव और वित्तीय सलाहकार,

जैव प्रौद्योगिकी विभाग,

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,

सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

श्री चंद्र प्रकाश गोयल, आईएफएस

सदस्य (पदेन)

संयुक्त सचिव, जैव प्रौद्योगिकी विभाग,

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,

सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. मो. असलम

सदस्य (पदेन)

वैज्ञानिक-जी और सलाहकार

जैव प्रौद्योगिकी विभाग,

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,

सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. टी. आर. शर्मा

सदस्य (पदेन) (27-01-2020 तक)

कार्यकारी निदेशक

राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी), नॉलेज सिटी, सेक्टर 81,

मोहाली, पंजाब

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य (पदेन) (28-01-2020 से)

कार्यकारी निदेशक

राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी), नॉलेज सिटी, सेक्टर 81,

मोहाली, पंजाब

प्रो. जे. गौरीशंकर

सदस्य (पदेन)

निदेशक, भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, नॉलेज सिटी, सेक्टर -

81, मोहाली

डॉ. एस. एस. हांडा

सदस्य

पूर्व डायरेक्टर,

सीएसआईआर-आईआईएम, जम्मू

डॉ. संजय नेने

सदस्य

पूर्व मुख्य वैज्ञानिक,

सीएसआईआर-एनसीएल, पुणे

डॉ. वी. प्रकाश

सदस्य

पूर्व डायरेक्टर,

सीएसआईआर-सीएफटीआरआई, मैसूर

डॉ. सी. के. कटियार

सदस्य

सीईओ हेल्थकेयर,

इमामी लिमिटेड, कोलकाता

डॉ. सुदेश कुमार

सदस्य

वैज्ञानिक-एफ,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली,

पंजाब

डॉ. एस. सर्वानामुरुगन

सदस्य

वैज्ञानिक-ई,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली,

पंजाब

डॉ. टी. आर. शर्मा

सदस्य-सचिव (पदेन) (27-01-2020 तक)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली,

पंजाब

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य-सचिव (पदेन) (28-01-2020 से)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली,

पंजाब

Members of Governing Body of CIAB

Dr. Renu Swarup

Chairperson (Ex-officio)
Secretary,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

Sh. B. Anand, IAS

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

Sh. Chandra Prakash Goyal, IFS

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) (up to 27-01-2020)
Executive Director
National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI),
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Ramesh V. Sonti

Member (Ex-officio) (from 28-01-2020)
Executive Director
National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI),
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Prof. J. Gowrishankar

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

Dr. S. S. Handa

Member
Former Director,
CSIR-IIIM, Jammu

Dr. Sanjay Nene

Member
Former Chief Scientist,
CSIR-NCL, Pune

Dr. V. Prakash

Member
Former Director,
CSIR-CFTRI, Mysore

Dr. C. K. Katiyar

Member
CEO Healthcare,
Emami Limited, Kolkata

Dr. Sudesh Kumar

Member (on rotational basis)
Scientist-F,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. S. Saravanamurugan

Member (on rotational basis)
Scientist-E,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. T. R. Sharma

Member-Secretary (Ex-officio) (up to 27-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Ramesh V. Sonti

Member-Secretary (Ex-officio) (from 28-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

संस्थान की वित्त समिति के सदस्य

श्री बी. आनंद, आईएएस

अध्यक्ष (पदेन)

अपर. सचिव और वित्तीय सलाहकार,

जैव प्रौद्योगिकी विभाग,

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,

सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. वी. के. अहांकी

सदस्य (पदेन)

नोडल अधिकारी और वैज्ञानिक-ई,

जैव प्रौद्योगिकी विभाग,

विज्ञान और प्रौद्योगिकी मंत्रालय,

सीजीओ कॉम्प्लेक्स, लोधी रोड, नई दिल्ली

डॉ. टी. आर. शर्मा

सदस्य (पदेन) (27-01-2020 तक)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81,

मोहाली, पंजाब

श्री सुनीत वर्मा

गैर-सदस्य सचिव (पदेन)

प्रबंधक (वित्त),

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र,

नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य (पदेन) (28-01-2020 से)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81,

मोहाली, पंजाब

Members of Finance Committee of the Institute

Sh. B. Anand, IAS

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) (up to 27-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Ramesh V. Sonti

Member (Ex-officio) (from 28-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. V. K. Addanki

Member (Ex-officio)
Nodal Officer & Scientist-E,
Department of Biotechnology,
Ministry of Science & Technology,
CGO Complex, Lodhi Road, New Delhi

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. वी. प्रकाश

अध्यक्ष
पूर्व निदेशक, केंद्रीय खाद्य प्रौद्योगिकी अनुसंधान संस्थान,
नंबर -58, 5 ए मेन वॉटिकोपल
मैसूर-570,002

डॉ. ए. के. पांडा

सह-अध्यक्ष
निदेशक, राष्ट्रीय प्रतिरक्षण संस्थान,
अरुणा आसफ़ अली मार्ग, नई दिल्ली - 110067, भारत

डॉ. मो. असलम

सदस्य
सलाहकार, जैव प्रौद्योगिकी विभाग,
ब्लॉक -2, 6 वीं -8 वीं मंजिल, सीजीओ कॉम्प्लेक्स,
लोदी रोड, नई दिल्ली -110 003

डॉ. डी. के. साहू

सदस्य
मुख्य वैज्ञानिक, सूक्ष्मजीव प्रौद्योगिकी संस्थान (ईमटेक),
ई -11, आईएमटेक हाउसिंग, सेक्टर- 39 ए,
चंडीगढ़ 160036

डॉ. संजय कुमार

सदस्य
निदेशक, हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान, पालमपुर,
पोस्ट बॉक्स नंबर 6 पालमपुर (एच.पी.) 176061

डॉ. आशुतोष उपाध्याय

सदस्य
प्रोफेसर और प्रमुख, खाद्य विज्ञान और प्रौद्योगिकी विभाग, निफ्टेम,
प्लॉट नंबर 97, सेक्टर 56, एचएसआईआईडीसी, इंडस्ट्रियल एस्टेट, कुडली,
सोनीपत, हरियाणा 131028

डॉ. आर. वी. गद्रे

सदस्य
पूर्व मुख्य वैज्ञानिक, राष्ट्रीय रासायनिक प्रयोगशाला, फ्लैट नंबर -4 अनुश्री
43/129, आईडीईएल कॉलोनी, कोथरुड, पुणे -411038

डॉ. सैयद शम्स यज़दानी

सदस्य
ग्रुप लीडर- माइक्रोबियल इंजीनियरिंग, इंटरनेशनल सेंटर फॉर जेनेटिक
इंजीनियरिंग एंड बायोटेक्नोलॉजी, अरुणा आसफ़ अली मार्ग, जवाहरलाल
नेहरू विश्वविद्यालय, नई दिल्ली, दिल्ली 110067

डॉ. अरुण गोयल

सदस्य
पूर्व प्रमुख, बायोसाइसेज और बायोइंजीनियरिंग विभाग, भारतीय प्रौद्योगिकी
संस्थान गुवाहाटी, 781039, असम

डॉ. टी. आर. शर्मा

सदस्य (पदेन) (27-01-2020 तक)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी,
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य (पदेन) (28-01-2020 से)
मुख्य कार्यकारी अधिकारी,
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81,
मोहाली, पंजाब

डॉ. सुदेश कुमार यादव

सदस्य-सचिव (संस्थान के वरिष्ठ वैज्ञानिक)
वैज्ञानिक एफ,
नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र,
नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

Scientific Advisory Committee (SAC)

Dr. V. Prakash

Chairman
Former Director, Central Food Technological
Research Institute,
No-58, 5A Main Vontikoppal
Mysore-570002

Dr. A. K. Panda

Co-chairman
Director, National Institute of Immunology,
Aruna Asaf Ali Marg, New Delhi - 110067, India

Dr. Mohd. Aslam

Member
Advisor, Department of Biotechnology,
Block -2, 6th-8th Floor, CGO Complex,
Lodi Road, New Delhi-110 003

Dr. D. K. Sahoo

Member
Chief Scientist, Institute of Microbial Technology
(IMTECH),
E-11, IMTECH Housing, Sector- 39 A,
Chandigarh 160036

Dr. Sanjay Kumar

Member
Director, Institute of Himalayan Bioresource
Technology, Palampur,
Post Box No. 6 Palampur (H.P.) 176061

Dr. Ashutosh Upadhyay

Member
Professor and Head, Dept. of Food Science and
Technology, NIFTEM,
Plot No. 97, Sector 56, HSIIDC, Industrial Estate,
Kundli, Sonipat, Haryana 131028

Dr. R. V. Gadre

Member
Former Chief Scientist, National Chemical
Laboratory, Flat No-4 Anushree 43/129, IDEAL
Colony, Kothrud, Pune-411038

Dr. Syed Shams Yazdani

Member
Group Leader- Microbial Engineering,
International Centre For Genetic Engineering And
Biotechnology, Aruna Asaf Ali Marg, Jawaharlal
Nehru University, New Delhi, Delhi 110067

Dr. Arun Goyal

Member
Former Head, Department of Biosciences and
Bioengineering, Indian Institute of Technology
Guwahati, 781039, Assam

Dr. T. R. Sharma

Member (Ex-officio) (up to 27-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Ramesh V. Sonti

Member (Ex-officio) (from 28-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Sudesh Kumar Yadav

Member-Secretary (Senior Scientist of the
Institute)
Scientist F,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

संस्थान के परिसर विकास हेतु भवन समिति

प्रो. अखिलेश कुमार त्यागी

अध्यक्ष,

प्रो. दिल्ली विश्वविद्यालय

पूर्व निदेशक, एनआईपीजीआर, नई दिल्ली

डॉ. टी. आर. शर्मा

सदस्य (पदेन) (27-01-2020 तक)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य (पदेन) (28-01-2020 से)

मुख्य कार्यकारी अधिकारी,

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र, नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

डॉ. टी. आर. शर्मा

सदस्य (पदेन) (27-01-2020 तक)

कार्यकारी निदेशक

राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी), नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

डॉ. रमेश वी. सोंटी

सदस्य (पदेन) (28-01-2020 से)

कार्यकारी निदेशक

राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी), नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब

श्री एस. एल. कौशल

सदस्य

पूर्व मुख्य वास्तुकार, पंजाब

श्री हरेन्द्र सिंह

सदस्य

अधिशासी अभियंता, एनआईआई, नई दिल्ली

श्री के. के. कौल

सदस्य

पूर्व मुख्य नगर नियोजक,

जीएमएडीए, चंडीगढ़

श्री आर. एल. शर्मा

सदस्य

पूर्व सीनियर डिप्टी एफ एंड ए, सीएसआईआर

श्री दिनेश रंगरा

सदस्य

उप निदेशक, एनआईआईएफटी

श्री एस. कृष्णन

सदस्य

प्रबंधक प्रशासन,

नाबी, मोहाली

श्री सुनीत वर्मा

सदस्य

प्रबंधक वित्त,

नाबी, मोहाली

डॉ. जॉय के. रॉय

सदस्य

वैज्ञानिक-एफ,

नाबी, मोहाली

श्री जसप्रीत सिंह

गैर-सदस्य संयोजक

सह. इंजीनियर (सिविल), नाबी, मोहाली

Building Committee for Campus Development of the Institute

Prof. Akhilesh Kumar Tyagi

Chairman
Professor, Delhi University
Former Director, NIPGR, New Delhi

Dr. T. R. Sharma

Member (Ex-officio) (up to 27-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Ramesh V. Sonti

Member (Ex-officio) (from 28-01-2020)
Chief Executive Officer,
Center of Innovative and Applied Bioprocessing,
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. T. R. Sharma

Member (Ex-officio) (up to 27-01-2020)
Executive Director
National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI),
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Dr. Ramesh V. Sonti

Member (Ex-officio) (from 28-01-2020)
Executive Director
National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI),
Knowledge City, Sector 81, Mohali, Punjab

Shri. S. L. Kaushal

Member
Former Chief Architect, Punjab

Sh. Harender Singh

Member
Executive Engineer, NII, New Delhi

Sh. K. K. Kaul

Member
Former Chief Town Planner,
GMADA, Chandigarh

Sh. R. L. Sharma

Member
Former Sr. Deputy F&A, CSIR

Sh. Dinesh Rangra

Member
Deputy Director, NIIFT

Sh. S. Krishnan

Member
Manager Administration,
NABI, Mohali

Sh. Suneet Verma

Member
Manager Finance,
NABI, Mohali

Dr. Joy K. Roy

Member
Scientist-F,
NABI Mohali

Sh. Jaspreet Singh

Non-member Convener
Asst. Engineer (Civil), NABI, Mohali

संस्थान की भर्ती एवं कर्मचारियों की स्थिति
Recruitment and Staff Status of the Institute



स्टाफ की स्थिति (31 मार्च 2020)

अनुसंधान संकाय-सदस्य:

क्र- सं.	नाम	पदनाम	कार्यभार ग्रहण की तिथि
1.	डॉ. टी. आर. शर्मा	मुख्य कार्यकारी अधिकारी	27-01-2020 तक
2.	डॉ. रमेश वी. सोंटी	मुख्य कार्यकारी अधिकारी	28-01-2020 से
3.	डॉ. सुदेश कुमार	वैज्ञानिक एफ	12-04-2016
4.	डॉ. सास्वत गोस्वामी	अनुसंधान और नवाचार-संयंत्र सह प्रबंधक	11-03-2015
5.	डॉ. एस. सर्वनामुर्गन	वैज्ञानिक- ई	14-07-2016
6.	डॉ. ससीकुमार एलुमलाई	अनुसंधान और नवाचार-संयंत्र प्रसंस्करण इंजीनियर	24-03-2014
7.	डॉ. जयिता भौमिक	वैज्ञानिक- डी	12-08-2016
8.	डॉ. भुवन भूषण मिश्रा	वैज्ञानिक-सी	07-12-2014
9.	डॉ. सुधीर प्रताप सिंह	वैज्ञानिक-सी	24-06-2015
10.	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
2.	श्री मनजीत सिंह	सहायक अभियंता (सिविल)	07-07-2017
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 (सूक्ष्मजीवीय तकनीकी)	09-02-2016
6.	डॉ. मैनपाल सिंह	वरिष्ठ तकनीकी सहायक (फार्म) (अतिरक्त प्रभार)	01-03-2014

Staff Status (as on 31st March 2020)**SCIENTIFIC STAFF**

Sr. No.	Name	Designation	Date of Joining
1.	Dr. T. R. Sharma	Chief Executive Officer (Additional Charge)	up to 27-01-2020
2.	Dr. Ramesh V. Sonti	Chief Executive Officer (Additional Charge)	from 28-01-2020
3.	Dr. Sudesh Kumar	Scientist-F	12-04-2016
4.	Dr. Saswata Goswami	Research & Innovation- Associate Plant Manager	11-03-2015
5.	Dr. S. Saravanamurugan	Scientist-E	14-07-2016
6.	Dr. Sasikumar Elumalai	Research & Innovation- Processing Plant Engineer	24-03-2014
7.	Dr. Jayeeta Bhaumik	Scientist-D	12-08-2016
8.	Dr. Bhuwan Bhushan Mishra	Scientist-C	07-12-2014
9.	Dr. Sudhir Pratap Singh	Scientist-C	24-06-2015
10.	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.	Sh. Umesh Singh	Senior Technical Assistant (Chemistry)	04-12-2013
4.	Dr. Nidhi Budhalakoti	Senior Technical Assistant (Food & Nutrition)	21-01-2016
5.	Dr. Vinod Kumar	Technical Officer (Microbial Technology)	09-02-2016
6.	Dr. Mainpal Singh	Senior Technical Assistant (Farm) (Additional charge)	01-03-2014

स्टाफ की स्थिति (31 मार्च 2020)

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 अमन सेठी	प्रबंध सहायक	07-03-2014
4.	श्री संत लाल पासी	प्रबंध सहायक	04-09-2015
5.	श्री सुखजिन्द्र सिंह	प्रबंध सहायक	19-10-2016
6.	सुश्री हेमा फर्शवान	प्रबंध सहायक (अतिरक्त प्रभार)	01-12-2012

Staff Status (as on 31st March 2020)**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. Aman Sethi	Management Assistant	07-03-2014
4.	Sh. Sant Lal Passi	Management Assistant	04-09-2015
5.	Sh. Sukhjinder Singh	Management Assistant	19-10-2016
6.	Ms. Hema Pharshwan	Management Assistant (Additional charge)	01-12-2012

अनुसंधान अध्येता की स्थिति (31 मार्च 2020)
Research Scholar Status (as on 31st March 2020)

परियोजना वैज्ञानिक, अनुसंधान सहयोगी/अध्येता

PROJECT SCIENTIST, RESEARCH ASSOCIATES/SCHOLARS

Sr. No	Name	Desig.	Date of Joining
1	Ms. Girija Kaushal	SRF	30-05-2016
2	Sh. Sandeep Kumar	SRF	23-06-2016
3	Ms. Anjali Purohit	SRF	08-07-2016
4	Sh. Sushil Kumar Rai	SRF	02-08-2016
5	Ms. Sanjam Chandna	SRF	24-10-2016
6	Sh. Hadi Ali	SRF	03-04-2017
7	Sh. Nishant Pandey	JRF	23-04-2017
8	Ms. Ravneet Kaur	SRF	08-05-2017
9	Dr. Jitesh Kumar	RA	01-06-2017
10	Ms. Priyanka Pal	JRF	09-06-2017
11	Sh. Varun Kumar	JRF	18-07-2017
12	Ms. Simran Bahtia	JRF	31-07-2017
13	Ms. Neera Aggarwal	JRF	09-08-2017
14	Sh. Yedulla N. Reddy	JRF	16-08-2017
15	Ms. Monika	JRF	12-03-2018
16	Ms. Sunanda	JRF	20-04-2018
17	Ms. Navodita Kapoor	JRF	23-04-2018
18	Ms. Namrata Joshi	JRF	23-04-2018
19	Ms. Shatabdi Paul	JRF	27-04-2018
20	Dr. Neeraj Singh Thakur	RA	01-05-2018
21	Ms. Manisha Sharma	SRF	07-05-2018
22	Ms. Mehak Kamboj	PF	07-05-2018
23	Ms. Amita Sharma	SRF	23-07-2018
24	Sh. Satya Narayan Patel	SRF	01-09-2018
25	Dr. Munna Bhattacharya	RA	29-10-2018
26	Ms. Neha Sharma	JRF	06-02-2019
27	Sh. Nitish Sharma	SRF	16-04-2019
28	Dr. Shelja Sharma	RA	29-04-2019
29	Sh. Deepak	SRF	08-05-2019
30	Dr. Sanjeev Kumar Bhardwaj	RA	22-05-2019

अनुसंधान अध्येता की स्थिति (31 मार्च 2020)
Research Scholar Status (as on 31st March 2020)

परियोजना वैज्ञानिक, अनुसंधान सहयोगी/अध्येता

PROJECT SCIENTIST, RESEARCH ASSOCIATES/SCHOLARS

Sr. No	Name	Desig.	Date of Joining
31	Ms. Sundeep Kaur	JRF	03-06-2019
32	Ms. Dalveer Kaur	PF	07-06-2019
33	Dr. Mayanglambam Manolata Devi	RA	11-06-2019
34	Ms. Pooja Negi	JRF	11-06-2019
35	Ms. Puja Kumari	JRF	11-06-2019
36	Ms. Saumya Singh	JRF	20-06-2019
37	Ms. Sangeeta Mahala	JRF	20-06-2019
38	Sh. Vibhu Mishra	JRF	24-06-2019
39	Dr. Sucheta	RA	22-07-2019
40	Ms. Harshdeep Rana	JRF	15-10-2019
41	Ms. Jyoti	JRF	17-10-2019
42	Dr. A Senthil Murugan	RA	22-01-2020
43	Ms. Bhawana Devi	JRF	03-02-2020
44	Ms. Nidhi Aggarwal	PF	29-02-2020
45	Ms. Aishwarya Singh	JRF	02-03-2020
46	Dr. Arushdeep Sidana	RA	09-03-2020
47	Ms. Geetika Jain	JRF	12-03-2020
48	Sh. Mangat Singh	SRF	15-03-2020
49	Sh. Sahil Kumar	SRF	15-03-2020

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



शैक्षणिक और आर एंड डी लिंकेज

नया

- सीआईएबी ने सी.एस.आई.आर.-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान (आईएचबीटी), पालमपुर, हिमाचल प्रदेश और राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी) के साथ समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं, जो जैव प्रौद्योगिकी, कृषि विज्ञान, जैव प्रसंस्करण, खाद्य और पोषण विज्ञान के क्षेत्रों में अकादमिक और अनुसंधान सहयोग सहित छात्रों के आदान-प्रदान एवं सहयोगी अनुसंधान एवं विकास परियोजनाओं के लिए है।
- सीआईएबी ने म/स इनोवेशन बायोलॉजिकलस प्राइवेट लिमिटेड, पुणे, महाराष्ट्र के साथ अनुसंधान सहयोग के लिए समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं।
- सीआईएबी ने म/स बैजनाथ फार्मास्युटिकल प्राइवेट लिमिटेड के साथ सामान्य हित के सहयोगी अनुसंधान कार्यक्रमों के लिए समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं।

पूर्व

- सीआईएबी ने नाबी के साथ मिलकर कार्यालय, प्रधान वैज्ञानिक सलाहकार (पीएसए) भारत सरकार और बायोएंडेव एबी, स्वीडन के साथ एक सहयोगी परियोजना पर समझौता हस्ताक्षर किए हैं, जिसका शीर्षक "चावल के भूसे और अन्य कृषि बायोमास से उच्च ऊर्जा घनत्व वाले बायोकोल् के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी का विकास और सत्यापन करना है" इसकी कुल राशि 11,16,71,545 रुपया दो वर्ष के लिए निर्धारित हुआ है।
- सीआईएबी ने एक अनुसंधान परामर्श परियोजना के लिए म/स हल्दर टॉपसोई, डेनमार्क के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं, जिसका शीर्षक है "बायोमास-व्युत्पन्न ग्लाइकोलाइडिहाइड का कीमो-कटैलिसिस द्वारा चयनात्मक परिवर्तन करना है" इसकी कुल राशि 10,95,651 रुपया एक वर्ष के लिए निर्धारित हुआ है।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी) ने संयुक्त शैक्षिक अनुसंधान और सहयोग के लिए 26 फरवरी, 2018 को भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान रोपड़ (आईआईटी रोपड़) के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी) ने 22 फरवरी, 2018 को क्षेत्रीय जैवप्रौद्योगिकी केन्द्र (आरसीबी), फरीदाबाद के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए हैं। जिसमें, सीआईएबी पीएचडी (जैव प्रौद्योगिकी) कार्यक्रम के संचालन के लिए आरसीबी का एक मान्यता प्राप्त केंद्र है। कार्यक्रम सीआईएबी में आयोजित किया जाएगा और डिग्री आरसीबी द्वारा प्रदान की जाएगी।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी) इंटर-डिसिप्लिनरी अनुसंधान और शिक्षाविद के लिए चंडीगढ़ रीजन इनोवेशन नॉलेज क्लस्टर (सीआरआईसीके) नामक अंतर-संस्थागत नेटवर्किंग प्लेटफॉर्म में 11 मई 2013 को एक हस्ताक्षरकर्ता बन गया।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी), ने दो अनुसंधानों के सहयोग से गुणवत्ता अनुसंधान और उच्च अंत अनुसंधान कार्यक्रम को बढ़ावा देने के लिए 10 जनवरी, 2014 को पंजाब, बठिंडा (सीयुपीबी) के सेंट्रल यूनीवर्सिस्टी के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए। समझौता ज्ञापन में जैविक से रासायनिक विषयों तक अनुसंधान के व्यापक क्षेत्रों को शामिल किया गया है। समझौता ज्ञापन के अनुसार सीआईएबी के योग्य छात्र पीएचडी का पंजीकरण सीयुपीबी में करा सकते हैं एवं सीआईएबी के वैज्ञानिकों को सीयुपीबी के सहायक प्रोफेसर के रूप में मान्यता को शामिल करता है।
- सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), ने 10 फरवरी, 2014 गुरु जम्भेश्वर विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, हिसार, हरियाणा के साथ एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए, जिसमें पीएचडी डिग्री के लिए सीआईएबी के छात्रों के पंजीकरण और गुणवत्ता अनुसंधान और उच्च अंत अनुसंधान कार्यक्रम को दो संस्थानों के बीच आपसी हित के क्षेत्रों को बढ़ावा देना है।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी) और बाबा फरीद स्वास्थ्य विज्ञान विश्वविद्यालय, फरीदकोट ने संभावित फैकल्टी और प्रयोगशाला संसाधनों का परस्पर उपयोग करने के लिए 10 मई 2014 को एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए। समझौता ज्ञापन का उद्देश्य बीएफयूएचएस और सीआईएबी में शोध कार्य करने और दोनों संगठनों के संकायों के बीच समय-समय पर अन्य अनुसंधान सहयोगों के लिए विभिन्न धाराओं के पीजी छात्रों/ पीएचडी विद्वानों का मार्गदर्शन करना है।
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी), मोहाली को पीएचडी पर्यवेक्षण के लिए पंजाब विश्वविद्यालय, चंडीगढ़ के एक अनुसंधान केंद्र के रूप में मान्यता दी गई है, एवं सीआईएबी के संकाय को पीएचडी छात्रों के लिए अनुसंधान पर्यवेक्षक नियुक्त किया जा सकता है। (अनुबंध-I)
- भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान (आईसर) मोहाली ने पीएचडी पंजीकरण में सीआईएबी छात्रों के पंजीकरण के प्रावधान और उनके निर्दिष्ट संदर्भ के अनुसार पीएचडी पर्यवेक्षकों के रूप में सीआईएबी संकाय की मान्यता की सुविधा प्रदान की है। (अनुबंध-II)

Academic and R&D Linkages

New

- CIAB has signed MoU with CSIR-Institute of Himalayan Bioresource Technology (IHBT), Palampur, Himachal Pradesh and National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI), Mohali for academic and research collaboration including exchange of students, collaborative R&D projects in the areas of Biotechnology, Agricultural Sciences, Bioprocessing, Food and Nutrition Sciences.
- CIAB has signed MoU with M/s Innovation Biologicals Pvt. Ltd., Pune, Maharashtra for research collaboration.
- CIAB has signed MoU with M/s Baijnath Pharmaceutical Pvt. Ltd., for collaborative research programmes of common interest.

Previous

- 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/-
- 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 Bioprocessing (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 Bioprocessing (CIAB), signed an MoU with Central University of Punjab, Bathinda (CUPB) on January 10th, 2014 for the promotion of quality research and high end research programme by collaboration between two institutions. 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).

- इंडियन इंस्टीट्यूट ऑफ साइंस एजुकेशन एंड रिसर्च (आईआईएसईआर) मोहाली ने पीएचडी पंजीकरण में सीआईएबी छात्रों के पंजीकरण के प्रावधान और उनके निर्दिष्ट संदर्भ के अनुसार पीएचडी पर्यवेक्षकों के रूप में सीआईएबी संकाय की मान्यता की सुविधा प्रदान की है (अनुबंध- II)
- राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी), नॉलेज सिटी, सेक्टर 81, मोहाली, पंजाब
- नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी) ने 16-07-2016 को सेंट्रल यूनिवर्सिटी ऑफ हरियाणा (सीयूएच), महेंद्रगढ़ के साथ जैविक विज्ञान, जैव प्रौद्योगिकी और रासायनिक विज्ञान के व्यापक क्षेत्रों में दो संस्थानों के बीच शैक्षिक और अनुसंधान कार्यक्रमों को शुरू करने के लिए एक समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किया। समझौता ज्ञापन सीआईएबी के योग्य छात्रों को सीयूएच में पीएचडी में पंजीकरण और सीयूएच के सहायक संकाय के रूप में सीआईएबी वैज्ञानिकों की मान्यता को शामिल करता है।

अन्य राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय संस्थानों के साथ अकादमिक और आरएंडडी बातचीत, संबंध और सहभागिता

संस्थान ने राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय स्तर पर कई अन्य संस्थानों के साथ अकादमिक बातचीत, संबंध और सहभागिता स्थापित किया है। कुछ पहले से ही कार्रवाई या परियोजनाएं आदि के साथ हैं। जबकि, कुछ के साथ यह चर्चा या आगे की योजना बनाने के चरण पर है।

राष्ट्रीय

- सी.एस.आई.आर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान, पालमपुर
- नैनो विज्ञान और प्रौद्योगिकी संस्थान (आईएनएसटी), मोहाली
- जैव प्रौद्योगिकी केंद्र, हिसार, हरियाणा
- ऊर्जा और संसाधन संस्थान (टीआईआरआई)
- भारतीय प्रौद्योगिकी संस्थान, रुड़की
- राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव प्रौद्योगिकी संस्थान, (नाबी)
- पंजाब कृषि विश्वविद्यालय (पीएयू), लुधियाना
- रक्षा खाद्य अनुसंधान प्रयोगशाला (डीफआरएल), मैसूर
- अवंता औद्योगिक अनुसंधान और विकास केंद्र, एसीआईआरडी, यमुनानगर
- संघा इनोवेशन प्राइवेट लिमिटेड
- गुरु जम्भेश्वर विज्ञान और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, हिसार
- पंजाब विश्वविद्यालय, चंडीगढ़
- संत लौंगोवाल अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान (सएलआईइट), संगरूर
- राष्ट्रीय प्रौद्योगिकी संस्थान, दुर्गापुर
- भारतीय विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान (आईसर), मोहाली
- पंजाब केन्द्रीय विश्वविद्यालय, भटिंडा
- केन्द्रीय 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

- CSIR-Institute of Himalayan Bioresource Technology (IHBT), Palampur
- 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, यूके
- शेफ़ील्ड हॉलम विश्वविद्यालय, शेफ़ील्ड, यूके
- डरबन प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, डरबन, दक्षिण अफ्रीका,
- टियांजिन विश्वविद्यालय विज्ञान और प्रौद्योगिकी, तिआनजिन, चीन
- संघीय विश्वविद्यालय पराना, कूर्टिबा, ब्राजील
- एएन बाच इंस्टीट्यूट ऑफ बायोटेकेमिस्ट्री (जैव रसायन का संघीय अनुसंधान केंद्र एमएसयू-एमवी, लोमोनोसोव), मास्को, रूस
- मोंटपेलियर सुप अर्गो, मोंटपेलियर, फ्रांस,
- क्लेरमोंट फेरैंड पॉलिटेक्निक, फ्रांस
- यूरोपियन जैवप्रौद्योगिकी और जैवअर्थव्यवस्था केंद्र (सीईबीबी), पोमेकल, रिम्स (फ्रांस)
- वेजनिंगन विश्वविद्यालय और अनुसंधान (डब्ल्यूआर), नीदरलैंड

उद्योगों के साथ संबंध

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 हितधारकों के रूप में लक्षित किया जाता है। ये उद्योग जिनके साथ सीआईएबी का संबंध, संपर्क और बातचीत हो रही है नीचे सूचीबद्ध हैं:

- रिलायंस इंडस्ट्रीज लिमिटेड
- आमज टू फॉमज टेक्नोसॉल्यूशन प्राइवेट लिमिटेड, मोहाली
- डॉ. सिलवीउ फार्माकेम प्राइवेट लिमिटेड कोलकाता
- हल्दोर टोपसोई, स्वीडन
- दी अनती को-ऑपरेटिव मार्केटिंग कम प्रोसेसिंग सोसाइटी लिमिटेड
- नागार्जुन फर्टिलाइजर्स एंड केमिकल लिमिटेड, हैदराबाद
- पेटिवा प्राइवेट लिमिटेड
- कुबेर रोल्स मिल्स प्राइवेट लिमिटेड
- डिओविता फूड्स प्राइवेट लिमिटेड
- हाइड्रोलिना बायोटेक प्राइवेट लिमिटेड, चेन्नई
- इनोवेशन बायोलॉजिकल प्राइवेट लिमिटेड,

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 Biotechnemistry (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:

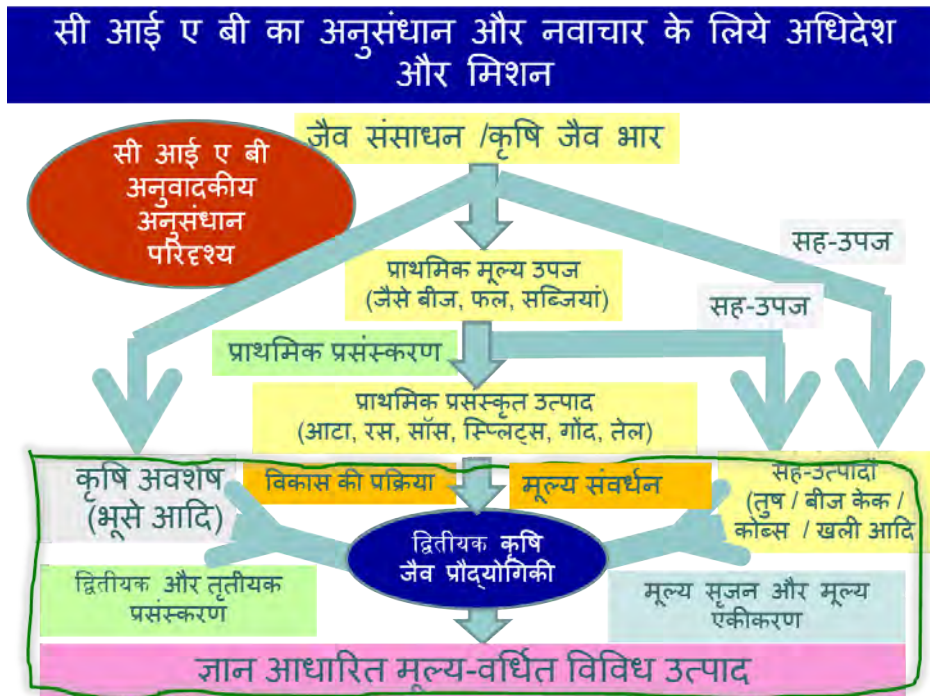
- Reliance Industries Limited
- AamzToFaamz Technosolutions Pvt. Ltd, Mohali
- Dr. Silviu Pharmachem Pvt. Ltd. Kolkata
- Haldor Topsoe, Sweden
- The Unati Co-Operative Marketing-Cum-Processing Society Limited
- Nagarjuna Fertilizers and Chemical Ltd, Hyderabad
- Petiva Pvt. Ltd.
- Kuber Roller Mills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

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:

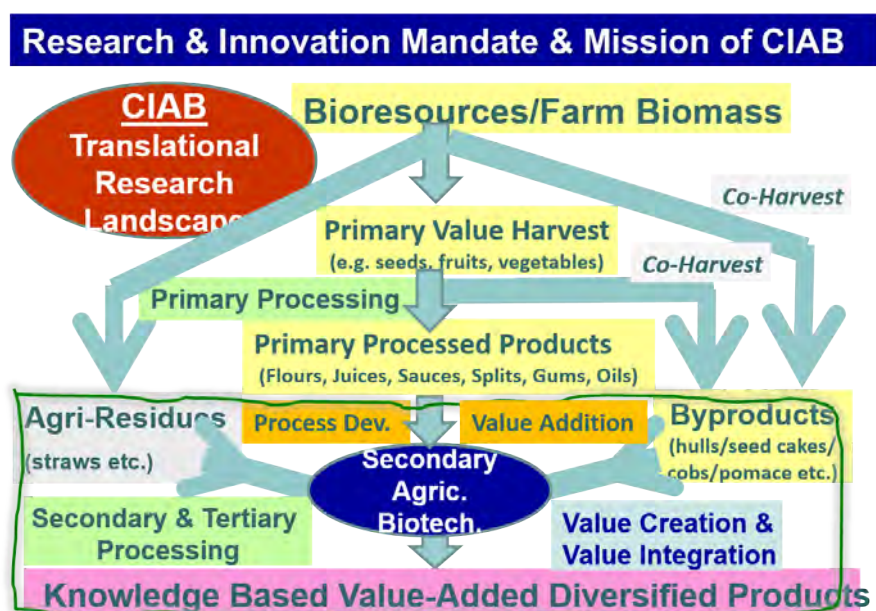
- क्षेत्र-अ: प्राथमिक प्रसंस्करण के अवशेषों या अपशिष्ट पदार्थों का खाद्य उत्पादों के लिए मूल्य संवर्धन
- क्षेत्र-ब: विशेषता उत्पाद और रसायन के लिए फसल के अपशिष्टों में मूल्य-सृजनता लाना
- क्षेत्र-स: पोषण संबंधी, न्यूट्रास्यूटिकल्स और प्राथमिक प्रसंस्करण जैव उत्पादों में मूल्य या उपयोग उन्नयन
- क्षेत्र-द: कम परिमाण-उच्च मूल्य के उत्पादों और औद्योगिक एंजाइमों के लिए जैव कृत्रिम प्रौद्योगिकी/सिंथेटिक बायोलहजी



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 चित्रवत् 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 Residues 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



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.

क्षेत्र: 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 या पोषण संबंधी लाभों के मूल्य वर्धित उत्पादों, पोषक तत्वों की क्षमता, मौजूदा खाद्य योजकों के लिए बेहतर विकल्प, नए उत्पादों और सिट्रोनेला आवश्यक तेल, लहसुन का तेल, कुर्कुमिन्स आदि के घ्राण मूल्य को बढ़ाने के लिए केंद्रित गतिविधियों पर जोर देता है। मकई भोजन से प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट, चावल के अवशेषों से किन्नु उपोत्पाद और जयलिटोल ऐसे उत्पादों के कुछ प्रतिनिधि उदाहरण हैं।

ए 01: सिट्रोनेला (सिम्बोपोगोन विंटेरिअनुस) आवश्यक तेल और शुद्ध गुलाब ऑक्साइड के उत्पादन के लिए गुलाब ऑक्साइड का मूल्यवर्धन।

कई पौधों से प्राप्त वाष्पशील तेलों का स्वाद ठीक न होने के कारण खराब व्यावसायिक मूल्य होता है। इनमें सिट्रोनेला (सिम्बोपोगोन विंटेरिअनुस), पालमारोसा (सिम्बोपोगोन मार्टिनी), और लेमनग्रास (सिम्बोपोगोन फ्लेक्सुयस) शामिल हैं। ऐसे वाष्पशील तेलों के वाणिज्यिक मूल्य को उन्नत करने के लिए, उच्च घ्राण नोट / महत्व के कुछ दुर्लभ वाष्पशील पदार्थों के प्रेरण के माध्यम से उनकी घ्राण छाप को बदलकर कुछ बढ़िया स्वाद प्रदान किया जा सकता है। रोज ऑक्साइड प्रमुख घ्राण महत्व के ऐसे वाष्पशील क्षेत्रों में शीर्ष रैंक रखता है। लिवोरोटेटी सीस-गुलाब ऑक्साइड या (-)-(2 एस,4आर)-4-मिथाइल-2-(2-मिथाइलप्रॉप-1-एनील) टेट्राहाइड्रोपायरन, अपने सिस-(+) या दोनों ट्रांस इनेंसिओमर की तुलना में "पुष्प: हरित" सुगंध और निम्न सुगंध क्रम सीमा प्रदर्शित करने वाली एक प्रमुख प्राकृतिक खुशबू है जो कुछ फूलों (उदा। डैमस्क गुलाब, ड्रेकोसेफेलम हेट्रोफिलम), पर्ण (जैसे, गेरानियम, यूकेलिप्टस सिट्रियोडोरा), फल (जैसे, लाइकोपीन), या फल उत्पाद (जैसे, ग्यूवेस्ट्रीमिनर वाइन) में उपस्थित होती है। यह प्राकृतिक (-) - सीस-गुलाब ऑक्साइड बहुत महंगा है। इसलिए, सिंथेटिक गुलाब ऑक्साइड बड़े पैमाने पर चार स्टीरियोइसोमर्स (-) - सिस-, (+) -सिस-, (-

)-ट्रांस-, और (+)-ट्रांस के मिश्रण के रूप में निर्मित होता है, जिनका सुगंध प्रोफाइल समान है लेकिन प्राकृतिक और सबसे सुगंधित (-) के समान नहीं है।

अनुसंधान प्रगति

कम मूल्य के सिट्रोनेला आवश्यक तेल से गुलाब ऑक्साइड (40 ग्राम) के उत्पादन के लिए एकीकृत प्रक्रिया हमने पहले इन सीटू गुलाब ऑक्साइड संवर्धन द्वारा कम मूल्य वाले सिट्रोनेला आवश्यक तेल के संवर्धन के लिए कुछ ग्राम पैमाने पर प्रक्रियाओं की रिपोर्ट की है (इंडस क्रॉप्स प्रोडक्ट, 2017, 97, 567; जे क्लीनर प्रोडक्ट, 2018, 172, 1765); जिसमें सिट्रोनेला आवश्यक तेल से सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण (> 30% सिट्रोनेलोल) का संश्लेषण महत्वपूर्ण कदम था। इस चरण में, साइट्रोनेला तेल में होने वाले साइट्रोनेलोल को कमरे के तापमान पर प्रतिक्रिया विलायक के रूप में सूखी टीएचएफ की उपस्थिति में सोडियम बोरोहाइड्राइड की गतिविधि द्वारा साइट्रोनेलॉल अपचयित कर दिया गया था। एक लागत प्रभावी और कार्बनिक विलायक मुक्त दृष्टिकोण विकसित करने के लिए, हमने कमरे के तापमान पर विलायक के रूप में पानी में सोडियम बोरोहाइड्राइड और सोडियम हीड्रोक्साइड (उत्प्रेरक राशि) मिलाकर एक प्रतिक्रिया प्रणाली को सफलतापूर्वक विकसित किया। तदनुसार, सिट्रोनेला आवश्यक तेल के अत्यधिक प्रभावकारी रासायनिक प्रसंस्करण से साइट्रोनेलॉल (~30% गुणात्मक रूप से) के सन्दर्भ में सिट्रोनेला आवश्यक तेल प्रकार प्राप्त किया और इस प्रक्रिया को सबस्ट्रेट के 300 ग्राम तक बढ़ाया जा सका, परिणाम तालिका 1 में सारांशित है।

परिणामस्वरूप प्राप्त सिट्रोनेला आवश्यक ऑयल वीरिएंट जिसमें साइट्रोनेलॉल था, को डार्क 'सिंगलेट ऑक्सीजनेशन' के लिए जांचा गया था, जो सह-उत्प्रेरक के रूप में जलीय NaOH की उपस्थिति में कमरे के तापमान की स्थिति में $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ की उत्प्रेरक गतिविधि के माध्यम से H_2O_2 के विघटन के माध्यम से होता है। यह देखा गया कि प्रतिक्रिया मिश्रण (सिट्रोनेला आवश्यक तेल संस्करण, $\text{Na}_2\text{MoO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, जलीय NaOH और आइसोप्रोपेनॉल) में 30% H_2O_2 डालते समय प्रतिक्रिया गुलाबी हो गई और जल्द ही गहरे भूरे रंग में बदल गई। कमरे के तापमान पर हलचल के तहत 4 घंटे के बाद,

तालिका 1. $\text{NaBH}_4/\text{aq. NaOH}$ द्वारा साइट्रोनेल के सीटू में कमी के लिए प्रक्रिया

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%)

Research 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, garlic oil, curcumins, etc. Protein hydrolysate from corn meal, kinnow byproducts and xylitol from rice residues are some of the representative examples of such products.

A 01: Rose oxide value addition to citronella (*Cymbopogon winterianus*) essential oil and production of pure rose oxide therefrom

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. The levorotatory cis-rose oxide or (-)-(2S, 4R)-4-methyl-2-(2-methylprop-1-enyl)tetrahydropyran exhibiting "floral:green" aroma and lower order threshold than the (+)-cis or either of the trans-enantiomers, is a major natural fragrance present in few flowers (e.g. Damask rose, *Dracocephalum heterophyllum*), foliage (e.g., geranium, *Eucalyptus citriodora*), fruits (e.g., lychee), or fruit products (e.g., Gewurztraminer wine). This natural (-)-cis-rose oxide is

very expensive. Therefore, synthetic rose oxide is produced on a much larger scale as a mixture of the four (-)-cis-, (+)-cis-, (-)-trans-, and (+)-trans stereoisomers, having an aroma profile similar but not identical to the natural and most fragrant (-)-cis-rose oxide stereoisomer.

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 >30% 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 successfully developed a reaction system consisting of NaBH₄ and 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 300g of substrate, results summarized in Table 1.

The resulting citronella essential oil variant containing citronellol was further investigated for 'dark' singlet oxygenation via disproportionation of H₂O₂ through the catalytic activity of Na₂MoO₄·2H₂O at room temperature condition in presence of aqueous NaOH as a co-catalyst. It was observed that while adding 30% H₂O₂ to the reaction mixture (citronella essential oil variant, Na₂MoO₄·2H₂O, aq. NaOH and isopropanol), the reaction became pink and soon changed to dark brown in colour.

Table 1. Process scale up for in situ reduction of citronellal by NaBH₄/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%)

तालिका 2. गुलाब-ऑक्साइड के लिए सिट्रोनेलोले के इन सीटू रूपांतरण की प्रक्रिया

SN	Citronella oil (g)	Citronellol (g)	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O (mmol)	NaOH g (mmol)	30% H ₂ O ₂ (mL)	IPA-H ₂ O (mL, v/v)	Qty. of VACO g (%yield)
1.	260.0 g	78.0 g	7.0 (28.93)	8.0 (200)	500	500:10	185.0 (~70%)

प्रतिक्रिया मिश्रण रंगहीन हो गया, जिसे पूर्ण पेरोक्सीडेशन के लिए संकेत के रूप में लिया गया। तदनुसार, साइट्रोनेलॉल समृद्ध सिट्रोनेला तेल (260 ग्राम) को रासायनिक पेरोक्सीडेशन के लिए Na₂MoO₄.2H₂O/NaOH की उत्प्रेरक के रूप में उपस्थिति में रासायनिक रूप से 4 घंटे के लिए संसाधित किया गया, जो तालिका 2 में सारांशित किया गया है। समय बीतने के बाद, प्रतिक्रिया मिश्रण को बुझाया गया और डायथाइल ईथर के साथ निकाला गया। जैविक चरण की कमरे के तापमान पर 1 घंटे के लिए 25% H₂SO₄ के विलयन में हलचल की गई। सामान्य रूप से नमकीन घोल के साथ काम करने और ठंडे पानी से धोने के बाद, सिस-/ट्रांस-रोज़ ऑक्साइड के मिश्रण से समृद्ध चुनिंदा रूप से परिवर्तित सिट्रोनेला तेल (185 ग्राम, ~70 उपज) प्राप्त करने के लिए कार्बनिक चरण को संकेंद्रित किया। परिणामी गुलाब ऑक्साइड मूल्य संवर्धित सिट्रोनेला तेल को शुद्ध सिस/ट्रांस-रोज़ ऑक्साइड की प्राप्ति हेतु हाइड्रो-डिस्टिलेशन के लिए संसाधित किया गया। तदनुसार, क्लेवंजर तंत्र से युक्त एक आरबी फ्लास्क (3 लीटर) को गुलाब ऑक्साइड मूल्य वर्धित सिट्रोनेला तेल (185 ग्राम) और पानी (1.5 लीटर) के साथ भरा गया। आरबी फ्लास्क 3 घंटे के लिए 70-80 डिग्री सेल्सियस पर गरम किया गया और उत्पाद को पानी के ऊपर तेल के रूप में प्राप्त किया गया। उत्पाद एकत्र किया गया, निर्जल सोडियम सल्फेट के साथ सुखाया और शीतलन स्थिति के तहत एक अभिकर्मक बोतल में संग्रहीत किया गया (चित्र 1)।

गुलाब ऑक्साइड मूल्य संवर्धित सिट्रोनेला तेल की देशी सिट्रोनेला तेल, सिट्रोनेला तेल वेरिएंट, और गुलाब सुगंधित जीरियम आवश्यक तेल के साथ तुलनात्मक तुलना।

गुलाब ऑक्साइड मूल्य संवर्धित सिट्रोनेला तेल की देशी सिट्रोनेला तेल, सिट्रोनेला तेल वेरिएंट, और गुलाब सुगंधित जीरियम आवश्यक तेल के साथ जीसी-एमएस विधि (तालिका 3) के उपयोग द्वारा तुलनात्मक तुलना ने सिस-रोज़ ऑक्साइड (28.23%), ट्रांस-रोज़ ऑक्साइड (7.67%), सिट्रोनेलील-1,6-डायोल

(41.7%) की उपस्थिति को प्रमुख घटक के रूप में प्रदर्शित किया, जबकि लिनालूल, पी-मेन्थोन, सिट्रोनेलोले और जिरनिओल को मामूली वाष्पशील के रूप में प्रदर्शित किया।

मूल्य संवर्धित सिट्रोनेला तेल, सिट्रोनेला तेल संस्करण, देशी सिट्रोनेला तेल, और गुलाब-सुगंधित जीरियम आवश्यक तेल का विश्लेषण एक स्तंभ एचपी-5-एमएस (0.25x30 मी०), फिल्म की मोटाई 1.0 माइक्रोमी० पर किया गया; 1.0 मिली / मिनट के प्रवाह पर हीलियम एक वाहक गैस के रूप में इस्तेमाल किया गया। ओवन तापमान ग्रेडिएंट 60 डिग्री सेल्सियस से 210 डिग्री सेल्सियस से 3 डिग्री सेल्सियस/मिनट रैंप दर पर और 1 मिनट होल्ड समय 210 डिग्री सेल्सियस पर किया; फिर 210 डिग्री सेल्सियस से 280 डिग्री सेल्सियस पर 20 डिग्री सेल्सियस/मिनट रैंप दर पर 5 मिनट होल्ड समय के साथ न्यूनतम रैंप दर। नमूने 1 माइक्रोली० और विभाजित अनुपात 1:20 इनलेट तापमान के साथ 250 डिग्री सेल्सियस पर इंजेक्ट किए गए, मास स्पेक्ट्रा 50 amu से 400 amu तक इलेक्ट्रॉन प्रभाव आयनीकरण ऊर्जा के साथ 70 eV और 280 डिग्री सेल्सियस के स्रोत तापमान और 280 डिग्री सेल्सियस अंतरण तापमान की शर्त के तहत प्राप्त हुए।

मुख्य उपलब्धियाँ

- कम मूल्य के सिट्रोनेला तेल से उच्च शुद्धता के गुलाब ऑक्साइड का उत्पादन।
- वाणिज्यिक उत्पादों का विकास जैसे हैंड वाश, बॉडी वॉश, रूम फ्रेशनर, लिक्विड और जेल सैनिटाइज़र आदि।

ए 02: ACE 2 प्रोटीन के संभावित अवरोधक और SARS-CoV2 के मुख्य प्रोटीज PDB6LU7 के रूप में प्राकृतिक लहसुन आवश्यक तेल की क्षमता पर अध्ययन।

लहसुन (एलियम सटाईवम लि.), भारतीय पारिवारिक भोजन के लिए एक आम



चित्र 1. मूल्य वर्धित सिट्रोनेला तेल से सिस / ट्रांस-रोज़ ऑक्साइड की रिकवरी

Table 2. Process for in situ conversion of citronellol to rose-oxide

SN	Citronella oil (g)	Citronellol (g)	Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O (mmol)	NaOH g (mmol)	30% H ₂ O ₂ (mL)	IPA-H ₂ O (mL, v/v)	Qty. of VACO g (%yield)
1.	260.0 g	78.0 g	7.0 (28.93)	8.0 (200)	500	500:10	185.0 (~70%)

After 4h under stirring at room temperature, the reaction mixture turned to colourless which was taken as indication for complete peroxidation. Accordingly, citronellol enriched citronella oil (260 g) was chemically processed for chemical peroxidation for 4h at room temperature in presence of Na₂MoO₄.2H₂O/NaOH as catalyst, process scale up summarized in Table 2. After time elapsed, the reaction mixture was quenched and extracted with diethyl ether. The organic phase was stirred with 25% solution of H₂SO₄ for 1h at room temperature. After usual workup with brine solution and washing with cold water, organic phase was concentrated to afford a selectively transformed citronella oil (185 g, ~70 yield) enriched with a mixture of cis/trans-rose oxide.

The resulting rose oxide value added citronella oil was further processed to hydro-distillation for recovery of pure cis/trans-rose oxide. Accordingly, a RB flask (3 Litre) equipped with Cleverger apparatus was loaded with rose oxide value added citronella oil (185 g) and water (1.5 Litre). The RB flask was heated at 70-80 °C for 3h and the product recovered as oil over water. The product was collected, dried with anhydrous sodium sulphate and stored in a reagent bottle under cooling condition (Fig. 1).

Compositional comparison of rose oxide value added citronella oil with native citronella oil, citronella oil variant, and rose scented geranium essential oil

The compositional comparison of the rose oxide value added citronella oil with native citronella oil, citronella oil variant, and rose scented geranium essential oil using GC-MS method (Table 3) demonstrated the presence of

cis-rose oxide (28.23%), trans-rose oxide (7.67%), citronellyl 1,6-diol (41.7%) as major constituents while linalool, p-menthone, citronellol and geraniol as minor volatiles.

The value added citronella oil, citronella oil variant, native citronella oil, and rose-scented geranium essential oil were analysed on a column HP-5MS (0.25x30m), film thickness 1.0µm; helium at flow of 1.0 ml/min was used as a carrier gas. Oven temperature gradient is performed from 60 °C to 210 °C at 3 °C/min ramp rate and 1 min hold time at 210 °C; then 210 °C to 280 °C at 20 °C/min ramp rate with 5 min hold time at 280 °C. Samples were injected with 1µL and split ratio 1:20 inlet temperature at 250 °C with mass spectra obtained under condition of mass range from 50 amu to 400 amu with electron impact ionization energy at 70 eV and source temperature of 280 °C and mass transfer line temperature of 280 °C.

Salient Achievements

- Production of rose oxide in high purity from low value citronella oil.
- Development of commercial products e.g. hand wash, body wash, room freshener, liquid & gel sanitizers etc.

A 02: Studies on potential of natural garlic essential oil as a potential inhibitor of ACE 2 protein and the main protease PDB6LU7 of SARS-CoV2

Garlic (*Allium sativum* L.), a common spice for Indian family meals has been considered significant in folk-



Figure 1. Recovery of cis/trans-rose oxide from value added citronella oil

तालिका 3. देशी सिट्रोनेला तेल, सिट्रोनेला तेल प्रकार, मूल्य संवर्धित सिट्रोनेला तेल और गुलाब-सुगंधित जीरियम तेल में मौजूद वाष्पशील

Constituents	Rose-scented Geranium essential oil (%)	Native Citronella essential oil (%)	Citronella oil variant	Value added Citronella essential oil (%)
Limonene	2.83	2.56	1.44	-
Limonene oxide	-	-	-	-
Linalool	9.41	1.56	2.5	0.12
cis-Rose oxide	1.62	-	-	49.34
trans-Rose oxide	0.62	-	-	6.91
Citronellal	0.37	35.6	0.56	-
p-Menthone	1.29	-	-	1.1
Citronellol	22.68	12.46	40.0	-
Geraniol	14.34	22.36	20.0	1.87
Citronellyl formate	6.06	2.81	1.8	-
Geranyl acetate	-	2.81	2.1	-
Citronellyl diol	-	-	-	41.7

मसाला है जिसे आम सर्दी, इन्फ्लूएंजा और अन्य प्रकार के संक्रमणों के खिलाफ लोक-चिकित्सा के नुस्खों में महत्वपूर्ण माना जाता है। लहसुन के आवश्यक तेल में कई ओर्गनोसल्फर यौगिक पाए जाते हैं जो मजबूत एंटीऑक्सिडेंट, जीवाणुरो, एंटीफंगल, एंटीकैंसर और रोगाणुरोधी गुणों को प्रदर्शित करते हैं। तेल हाइपोग्लाइसीमिया, हाइपोटेंशन, एंटीथ्रॉम्बोटिक, इम्यूनोमोड्युलेटरी और प्रीबायोटिक थैरेपी के लिए भी अनुकूल साबित होता है। इसके अलावा, एलिसिन एक विशिष्ट प्रतिक्रियाशील सल्फर प्रजाति है जो लहसुन के आवश्यक तेल में पाया जाता है।

चीन के वुहान में सार्स-कोविड-2 संक्रमण के कारण कोरोनावायरस रोग (कोविड-19) का हालिया प्रकोप वैश्विक सार्वजनिक स्वास्थ्य के लिए एक गंभीर खतरा बना हुआ है। विश्व स्वास्थ्य संगठन ने नावेल कोविड-19 की चल रही महामारी को अंतर्राष्ट्रीय चिंता का एक सार्वजनिक स्वास्थ्य आपातकाल नामित किया है। इसलिए, कोरोनावायरस को रोकने के लिए प्राकृतिक और सुरक्षित दवाओं का विकास दुनिया भर के सभी वैज्ञानिकों के लिए बढ़ती रुचि है। भारत में प्रचुर मात्रा में औषधीय संसाधनों और लहसुन के विशिष्ट औषधीय गुणों के साथ, हमने लहसुन आवश्यक तेल उत्पादन और सार्स-कोविड-2 के विरुद्ध इसके इन विट्रो गतिविधि का काम किया।

वास्तव में, कोरोना वायरस का एक बड़ा परिवार है जो आमतौर पर हल्के से मध्यम ऊपरी श्वसन तंत्र की बीमारियों का कारण होता है, जैसे कि सामान्य सर्दी। हालांकि, तीन नए वायरस: मध्य पूर्व श्वसन सिंड्रोम (मर्स), गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम (सार्स), और हाल ही में सार्स-कोविड-2 कोरोना वायरस परिवार के कारण होने वाले अधिक गंभीर लक्षण हैं। सार्स-कोविड-2 एक नया स्ट्रेन है जो अभूतपूर्व रूप से मनुष्यों में पाया गया है। एंजियोटेंसिन-परिवर्तित एंजाइम 2 (ऐसीई-2) एक अभिन्न झिल्ली ग्लाइकोप्रोटीन है जो कि अधिकांश ऊतकों जैसे किडनी, एंडोथेलियम, फेफड़े और हृदय में उच्चतम अभिव्यक्ति के लिए जाना जाता है। ऐसीई-2 प्रोटीन सार्स-कोविड-2 और सार्स द्वारा साझा एक ही कार्यात्मक मेजबान-कोशिका रिसेप्टर है। इसलिए, सार्स-कोविड-2 को बाधित करने के अलावा, ऐसीई-2 प्रोटीन का निषेध सार्स-कोविड-2 के मेजबान रिसेप्टर की संचालन क्षमता को कम करने के लिए नितांत आवश्यक है। इसलिए, कोरोना वायरस को ऐसीई-2 प्रोटीन को

बाधित करके या इलाज करके फैलने से रोका जा सकता है। एक हालिया डॉकिंग अध्ययन से यह भी पता चला है कि लहसुन आवश्यक तेल में उच्च ओर्गनोसल्फर यौगिक ऐसीई-2 प्रोटीन को रोकते हैं, वायरस को मेजबान रिसेप्टर को खोने के लिए मजबूर करते हैं और उसी समय सार्स-कोविड-2 के मुख्य प्रोटीजेज पीडीबी 6एल्यू 7 प्रोटीन पर हमला करते हैं। यह वायरस के प्रोटीन परिपक्वता और संक्रमण के प्रसार को रोकता है।

अनुसंधान प्रगति

लहसुन की लौंग से लहसुन आवश्यक तेल निकालना।

छीले लहसुन लौंग (1.0 किलोग्राम) का कीमा बनाकर आरओ पानी (2 मि ली) से भरे आरबी फ्लास्क (5 मि ली) में डाला। क्लेंगर तंत्र से लैस आरबी फ्लास्क को 1.5 घंटे के लिए 90-100 डिग्री सेल्सियस तक गरम किया गया। लहसुन आवश्यक तेल (1.3 ग्राम) एक निष्फल शीशी में एकत्र किया गया। आवश्यक तेल निर्जल सोडियम सल्फेट पर सुखाया गया और आगे के उपयोग के लिए 4 डिग्री सेल्सियस पर संग्रहीत किया गया। आवश्यक तेल की निकासी हेतु प्रक्रिया को तीन बार दोहरा करके प्रक्रिया पुनरावृत्ति की जांच की गयी। अपवर्तक सूचकांक, आवश्यक तेलों का चिपचिपापन और ऑप्टिकल रोटेशन निर्धारित किया गया।

लहसुन के आवश्यक तेल में वाष्पशील का पता लगाना

लहसुन आवश्यक तेल की वाष्पशील सामग्री को जीसी-एमएस विश्लेषण (चित्र 2) का उपयोग करके सत्यापित किया गया, जिसने डायएलिल डायसल्फाइड और एलिल ट्राईसल्फाइड को मुख्य घटक तथा डायएलिल सल्फाइड, 1,3-डाईथिएन, हाइड्रोपॉरोक्सिड-1,4-डिऑक्सान-2-यल, और बूटाइलेटेड हाइड्रोक्सी टोल्यून को मामूली घटकों के रूप में प्रदर्शित किया (तालिका 4)।

Table 3. Volatiles present in native citronella oil, citronella oil variant, value added citronella oil and rose- scented geranium oil

Constituents	Rose-scented Geranium essential oil (%)	Native Citronella essential oil (%)	Citronella oil variant	Value added Citronella essential oil (%)
Limonene	2.83	2.56	1.44	-
Limonene oxide	-	-	-	-
Linalool	9.41	1.56	2.5	0.12
<i>cis</i> -Rose oxide	1.62	-	-	49.34
<i>trans</i> -Rose oxide	0.62	-	-	6.91
Citronellal	0.37	35.6	0.56	-
<i>p</i> -Menthone	1.29	-	-	1.1
Citronellol	22.68	12.46	40.0	-
Geraniol	14.34	22.36	20.0	1.87
Citronellyl formate	6.06	2.81	1.8	-
Geranyl acetate	-	2.81	2.1	-
Citronellyl diol	-	-	-	41.7

medicine prescriptions against common colds, influenza, and other kinds of infections. The essential oil of garlic is known to possess numerous organosulfur compounds exhibiting strong antioxidant, antibacterial, antifungal, anticancer, and antimicrobial properties. The oil is also proven to be conducive to hypoglycemia, hypotension, antithrombotic, immunomodulatory, and prebiotic therapy. Besides, allicin is a typical reactive sulfur species found in the garlic essential oil.

The recent outbreak of coronavirus disease (COVID-19) caused by SARS-CoV-2 infection in Wuhan, China has posed a serious threat to global public health. The World Health Organization (WHO) has designated the ongoing pandemic of novel COVID-19 a Public Health Emergency of International Concern. Therefore, development of natural and safe medicines to prevent coronavirus is of surging interest for all scientists around the world. With abundant medicinal resources in India and the specific medicinal properties of garlic, we under took the work of garlic essential oil production and its in vitro activity against SARS-CoV-2.

In fact, the coronaviruses are a large family of viruses that usually cause mild to moderate upper-respiratory tract illnesses, like the common cold. However, the three new coronaviruses: Middle East respiratory syndrome (MERS), severe acute respiratory syndrome (SARS), and lately SARS-CoV-2 are the more severe symptoms caused by the coronavirus family. SARS-CoV-2 is a new strain that has been unprecedentedly found in humans. Angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) is an integral membrane glycoprotein that is known for the highest expression in most tissues such as kidneys, endothelium, lungs, and heart. The ACE2 protein is the same functional host-cell receptor shared by SARS-CoV-2 and SARS. Therefore, besides inhibiting SARS-CoV-2, the inhibition

of the ACE2 protein is absolutely necessary to reduce the operability of the host receptor of SARS-CoV-2. Hence, coronavirus may be prevented from spread or treated by inhibiting ACE2 protein. A recent docking study has also shown that the high organosulfur compounds in garlic essential oil inhibit the ACE2 protein, force the virus to lose the host receptor and attacking the PDB6LU7 protein the main protease of SARS-CoV-2 at the same time. This prevents protein maturation of the virus and the spread of infection.

Research Progress

Extraction of garlic essential oil from garlic cloves

Peeled garlic cloves (1.0 Kg) were minced and loaded to a RB flask (5 L) containing RO water (2 L). The RB flask was equipped with Clevenger apparatus and heated to 90-100 °C for 1.5 h. The garlic essential oil (1.3 g) was collected in a sterilized vial. The essential oil was dried over anhydrous Na₂SO₄ and stored at 4 °C for further use. The process for extraction of essential oil was repeated three times to check the repeatability of the procedure. The refractive index, viscosity and optical rotation of essential oils was determined.

Detection of volatiles in garlic essential oil

The volatile content of the garlic essential oil was validated using GC-MS analysis (Fig. 2) which demonstrated the presence of diallyl disulphide and allyl trisulphide as the major constituent while diallyl sulphide, 1,3-dithiane, hydroperoxide-1,4-dioxane-2-yl, butylated hydroxy toluene as minor constituents (Table 4).

तालिका 4. लहसुन आवश्यक तेल के वाष्पशील घटक

Volatile constituents	Garlic essential oil (%)
Diallyl sulphide	2.79
1,3-Dithiane	2.43
Diallyl disulphide	44.39
Hydroperoxide-1,4-dioxane-2-yl	5.93
Allyl trisulphide	42.31
Butylated hydroxy toluene	2.14

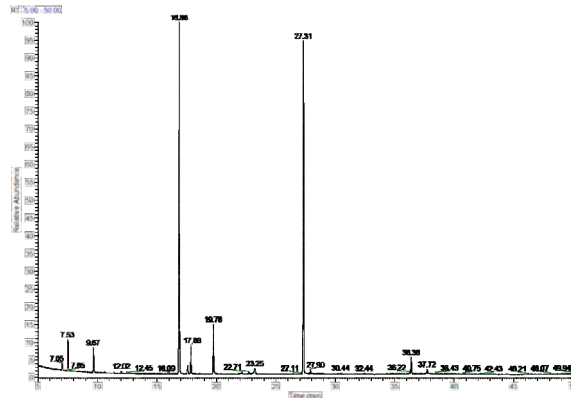
जीसी-एमएस विधि के रूप में कहा: एक स्तंभ एचपी-5-यमयस (0.25x30 मी०), फिल्म की मोटाई, 1.0 माइक्रोन; 1.0 मिली / मिनट की प्रवाह दर पर हीलियम का उपयोग वाहक गैस के रूप में किया। ओवन तापमान ग्रेडिएंट 60 डिग्री सेल्सियस से 210 डिग्री सेल्सियस, 3 डिग्री सेल्सियस/मिनट रैंप दर पर और 1 मिनट होल्ड समय 210 डिग्री सेल्सियस पर किया; फिर 210 डिग्री सेल्सियस से 280 डिग्री सेल्सियस पर 20 डिग्री सेल्सियस/मिनट रैंप दर पर 5 मिनट होल्ड समय के साथ न्यूनतम रैंप दर। नमूने 1 माइक्रोली० और विभाजित अनुपात 1:20 इनलेट तापमान के साथ 250 डिग्री सेल्सियस पर इंजेक्ट किए गए, मास स्पेक्ट्रा 50 एमयू से 400 एमयू तक इलेक्ट्रॉन प्रभाव आयनीकरण ऊर्जा के साथ 70 eV और 280 डिग्री सेल्सियस के स्रोत तापमान और 280 डिग्री सेल्सियस अंतरण तापमान की शर्त के तहत प्राप्त हुए।

मुख्य उपलब्धियां

- लहसुन-आवश्यक तेल को लहसुन-लौंग से हाइड्रो-डिस्टिलेशन विधि के माध्यम से निकाला गया।
- लहसुन आवश्यक तेल की अस्थिर संरचना जीसी-एमएस द्वारा स्थापित की गई थी

ए 03 : पानी में घुलनशील करक्यूमिन/करक्यूमिनोइड्स के उत्पादन और वहां से करक्यूमिन प्रचुर मट्टा प्रोटीन पाउडर के उत्पादन के लिए प्रक्रिया।

पीले रंग के वर्णक जिन्हें करक्यूमिनोइड्स (करक्यूमिन, डेमेथोक्सीकरक्यूमिन, और बिसडेमेथोक्सीकरक्यूमिन) के रूप में जाना जाता है, प्राकृतिक रूप से हल्दी



चित्र 2. लहसुन आवश्यक तेल के जीसी-एमएस क्रोमैटोग्राम

(करकुमा लौंगा) में पाए जाते हैं। सबसे सक्रिय लिपोफिलिक पॉलीफेनोल पदार्थ जिसे 'करक्यूमिन' कहा जाता है, को विभिन्न प्रकार की जैविक गतिविधियों उदाहरण के लिए, एंटीऑक्सिडेंट, एंटी-इंफ्लामेटरी और एंटी-कैंसर प्रभाव के लिए जाना जाता है। हालांकि, अत्यंत खराब पानी की घुलनशीलता (~0.4 से 0.6 मिग्रा/ मिली पानी में, ~0.0005% जलीय घुलनशीलता) और करक्यूमिन की अस्थिरता जलीय घोल में इसके खराब विघटन की ओर ले जाती है और इसलिए, खराब जैवउपलब्धता प्रदर्शित करता है जो कि करक्यूमिन आधारित पोषण और कार्यात्मक खाद्य उत्पादों के विकास में इसके व्यापक अनुप्रयोगों को प्रतिबंधित करता है। इसलिए, तरल मट्टा में करक्यूमिन के कुशल विघटन को सक्षम करने के लिए जलीय माध्यम में इसकी पानी में घुलनशीलता 10% -15% भार/आयतन बढ़ाने के लिए एक विधि विकसित करके, हमने करक्यूमिन के स्वास्थ्य लाभों का उपयोग करने की व्यवहार्यता की खोज की कल्पना की, जहां से, करक्यूमिन युक्त मट्टा प्रोटीन पाउडर न्यूट्रिएंटिकल और कार्यात्मक खाद्य पदार्थों में उपयोग के लिए उत्पाद के रूप में बरामद किया गया।

अनुसंधान प्रगति

पानी में घुलनशील करक्यूमिन / करक्यूमिनोइड्स का उत्पादन।

पूरी तरह से सूखे इथेनॉल (99.9%, 50 एमएल) की उपस्थिति में एस्कॉर्बिल पामिटेट के सोडियम नमक (0.25 ग्राम) और पॉलीविनाइलप्राइरोलाइडोन

Table 4. Volatile constituents of garlic essential oil

Volatile constituents	Garlic essential oil (%)
Diallyl sulphide	2.79
1,3-Dithiane	2.43
Diallyl disulphide	44.39
Hydroperoxide-1,4-dioxane-2-yl	5.93
Allyl trisulphide	42.31
Butylated hydroxy toluene	2.14

GC-MS method is stated as: A column HP-5MS (0.25x30m), film thickness, 1.0 µm; helium at flow rate of 1.0 ml/min was used as a carrier gas. Oven temperature gradient was performed from 60 °C to 210 °C at 3 °C/min ramp rate and 1 min hold time at 210 °C; then 210 °C 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 and source temperature of 280 °C and mass transfer line temperature of 280 °C.

Salient Achievements

- Garlic essential oil was extracted from garlic cloves through hydro-distillation method.
- Volatile composition of garlic essential oil was established by GC-MS.

A 03: Process for production of water soluble curcumin/curcuminoids and production of curcumin rich whey protein powder therefrom

The yellow coloured pigments known as curcuminoids (curcumin, demethoxycurcumin, and

bisdemethoxycurcumin) occur naturally in Turmeric (*Curcuma longa*). The most active lipophilic polyphenol substance called 'curcumin,' is known to have a diverse range of biological activities, for example, antioxidant, anti-inflammatory, and anticancer effects. However, the extremely poor water solubility (~ 0.4 to 0.6 µg/mL in water, ~ 0.0005% aqueous solubility) and wettability of curcumin leads to its poor dissolution in aqueous solutions and hence, displays poor bioavailability which restricts its pervasive applications in the development of curcumin based nutraceutical and functional food products.

Therefore, we envisioned exploring the feasibility of utilizing the health benefits of curcumin by developing a method to increase its water solubility 10%-15% w/v in aqueous medium to enable its efficient dissolution in liquid whey, wherefrom, curcumin fortified whey protein powder is recovered as product for use in nutraceutical and functional foods.

Research Progress

Production of water soluble curcumin / curcuminoids

Charge a completely dried beaker or pot with sodium salt of ascorbyl palmitate (0.25 g) and polyvinylpyrrolidone

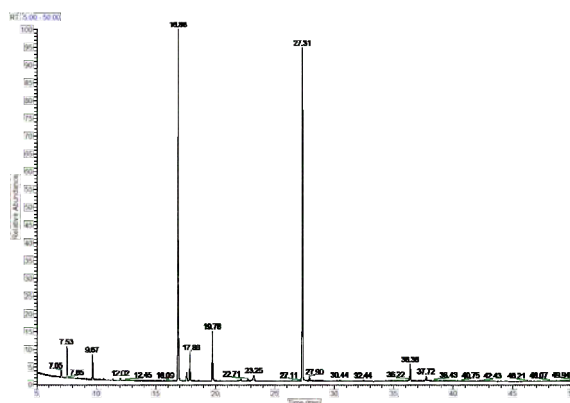
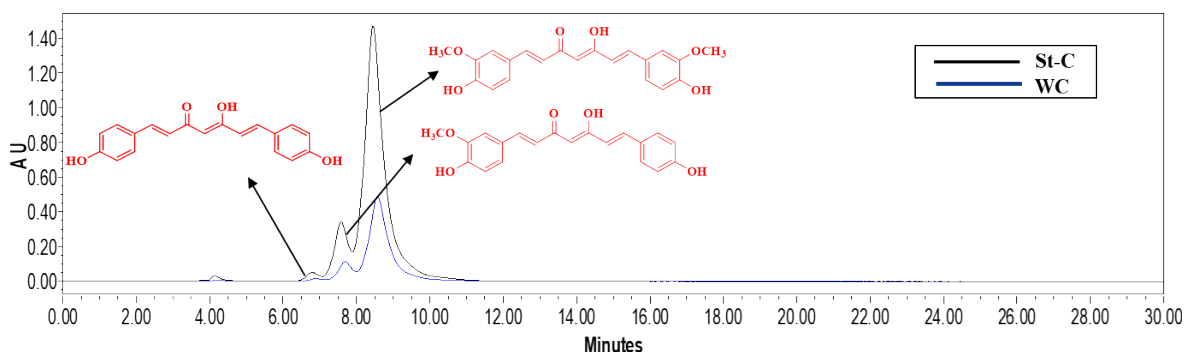


Figure 2. GC-MS chromatogram of garlic essential oil



चित्र 3. मानक करक्यूमिनोइड्स (यसटी-सी) और पानी में घुलनशील करक्यूमिनोइड्स (डब्लूसी) के यूपीएलसी क्रोमैटोग्राम

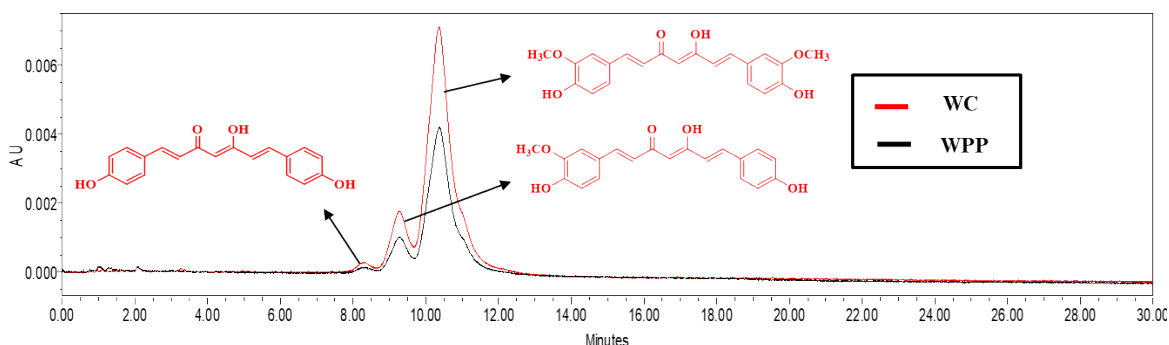
(6.0 ग्राम) के साथ पूरी तरह से सूखे बीकर या पॉट को चार्ज किया। प्रतिक्रिया मिश्रण 1h के लिए कमरे के तापमान पर सरगर्मी पर सेट किया गया। समय बीतने के बाद, करक्यूमिन (1.0 ग्राम) को प्रतिक्रिया मिश्रण में जोड़ा जाता है, जिसके बाद परिवेश के तापमान पर 12 घंटों तक लगातार सरगर्मी की गयी। प्रतिक्रिया मिश्रण फ़िल्टर किया जाता है और कम दबाव के तहत सुखाने पर एक चिपचिपा अवशेष (9.0 ग्राम) प्राप्त होता है जिसे विआयनीकृत पानी (500 मिलीलीटर) में घोल कर स्प्रे ड्राई के अधीन सुखाने पर एक पानी में घुलनशील करक्यूमिन पाउडर (2.0 ग्राम) प्राप्त होता है।

उत्पाद में करक्यूमिनोइड्स (चित्र 3) जैसे कि करक्यूमिन, डेमथोक्सीकरक्यूमिन, और बिसडेमेथोक्सीकरक्यूमिन को उनके संबंधित विश्लेषणात्मक मानकों जो कि सिम्मा एल्डरिच (मर्क) से खरीदे गए, का उपयोग कर यूपीएलसी (वाटर्स) द्वारा निर्धारित किया जाता है, जिसकी क्रोमैटोग्राफिक स्थितियों कही गयी हैं: सी18 (4.6x100) मिमी कण आकार 5 माइक्रोमी के साथ मोबाइल चरण 40% एसिटोनाइट्राइल और 60% विआयनीकृत पानी जिसमें 0.1% एसिटिक एसिड है, प्रति मिनट 0.7 एमएल का प्रवाह दर, स्तंभ तापमान 30 डिग्री सेल्सियस, तरंग दैर्ध्य 425 एनएम पर पीडीए का उपयोग कर पता लगाया, रन समय 30 मि।

करक्यूमिन / करक्यूमिनोइड्स से भरपूर मट्टा प्रोटीन पाउडर का उत्पादन

पानी में घुलनशील करक्यूमिन / करक्यूमिनोइड्स पाउडर (2.0 ग्राम) को तरल मट्टा (1.0 L) में स्टिररिंग अवस्था में घोल दिया जाता है जिससे पीले रंग का घोल प्राप्त होता है निस्पंदन एक स्पष्ट पारदर्शी समाधान देता है जो 140-160 डिग्री सेल्सियस पर 1.0 प्रवाह दर के अधीन स्प्रे द्वारा सूखाने पर पीले रंग का पाउडर (18 ग्राम) देता है। यूपीएलसी विश्लेषण में परिणामस्वरूप प्राप्त मट्टा प्रोटीन पाउडर में करक्यूमिनोइड्स (96 mg, 0.5% करक्यूमिन; 16.5 mg, 0.08% डेमथोक्सीकरक्यूमिन; 2 mg, 0.009% बिसडेमेथोक्सीकरक्यूमिन) के साथ लैक्टोज (4.8 g, ~26%) की उपस्थिति की स्थापना की (चित्र 4)।

उत्पाद में करक्यूमिनोइड्स जैसे कि करक्यूमिन, डेमथोक्सीकरक्यूमिन, और बिसडेमेथोक्सीकरक्यूमिन को उनके संबंधित विश्लेषणात्मक मानकों जो कि सिम्मा एल्डरिच (मर्क) से खरीदे गए, का उपयोग कर यूपीएलसी (वाटर्स) द्वारा निर्धारित किया जाता है, जिसकी क्रोमैटोग्राफिक स्थितियों कही गयी हैं: सी18 (4.6x100) मिमी कण आकार 5 माइक्रोमी के साथ मोबाइल चरण 40% एसिटोनाइट्राइल और 60% विआयनीकृत पानी जिसमें 0.1% एसिटिक एसिड है, प्रति मिनट 0.7 एमएल का प्रवाह दर, स्तंभ तापमान 30 डिग्री सेल्सियस, तरंग दैर्ध्य 425 एनएम पर पीडीए का उपयोग कर पता लगाया, रन समय 30 मिनट।



चित्र 4. पानी में घुलनशील करक्यूमिनोइड्स (डब्लूसी) और करक्यूमिनोइड्स सुदृढ़ मट्टा प्रोटीन पाउडर (डब्लूपीपी)के यूपीएलसी क्रोमैटोग्राम

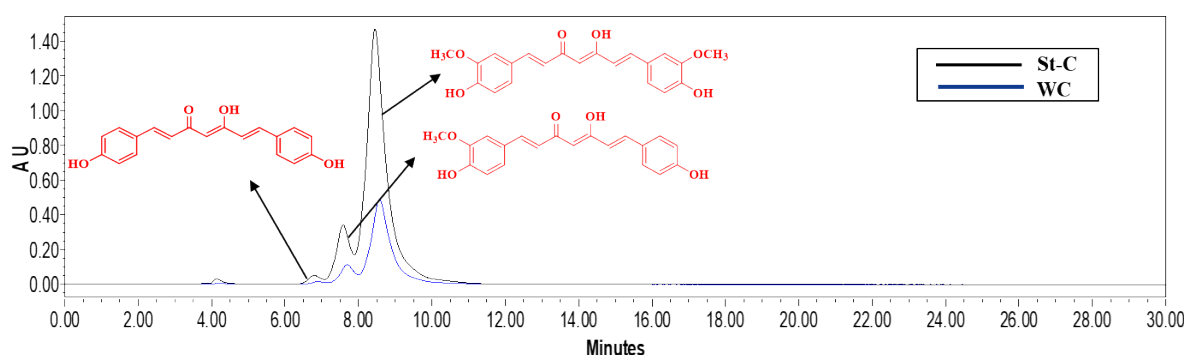


Figure 3. UPLC chromatogram of standard curcuminoids (St-C) and water soluble curcuminoids (WC)

(6.0 g) in presence of absolute ethanol (99.9 %, 50 mL). The reaction mixture is set on stirring at room temperature for 1h. After time elapse, curcumin (1.0 g) is added to reaction mixture followed by a continuous stirring for 12h at ambient temperature. The reaction mixture is filtered and concentrated under reduced pressure to afford a gummy residue (9.0 g) which is further dissolve in deionized water (500 ml) and subjected to spray drying to afford a water soluble curcumin powder (2.0 g).

Curcuminoids (Fig. 3) such as curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxy curcumin in the product is quantified by UPLC (Waters) using their corresponding analytical standards procured from Sigma Aldrich (MERCK) under chromatographic conditions stated as: C18 (4.6x100) mm with particle size 5 μ m, mobile phase 40% acetonitrile and 60% deionized water containing 0.1% CH₃COOH, flow rate of 0.7 mL per min, column temperature 30°C, detection using PDA at wavelength 425 nm, run time of 30 min.

Production of curcumin/curcuminoids rich whey protein powder

Water soluble curcumin/curcuminoids powder (2.0 g) is dissolved in liquid whey (1.0 L) in a beaker under stirring condition to afford a yellow colored solution. Filtration gives a clear transparent solution which is subjected spray drying at 140-160° C and 1.0 flow rate to obtain yellowish powder (18 g). UPLC analysis established the presence of a mixture of curcuminoids (96 mg, 0.5% curcumin; 16.5 mg, 0.08% demethoxycurcumin; 2 mg, 0.009% bisdemethoxycurcumin) along with lactose (4.8 g, ~26%) in the resulting whey protein powder (Fig. 4).

Curcuminoids such as curcumin, demethoxycurcumin and bisdemethoxy curcumin in the product is quantified by UPLC (Waters) using their corresponding analytical standards procured from Sigma Aldrich (MERCK) under chromatographic conditions stated as: C18 (4.6x100) mm with particle size 5 μ m, mobile phase 40% acetonitrile and 60% deionized water containing 0.1% CH₃COOH, flow rate of 0.7 mL per min, column temperature 30 °C, detection using PDA at wavelength 425 nm, run time of 30 min.

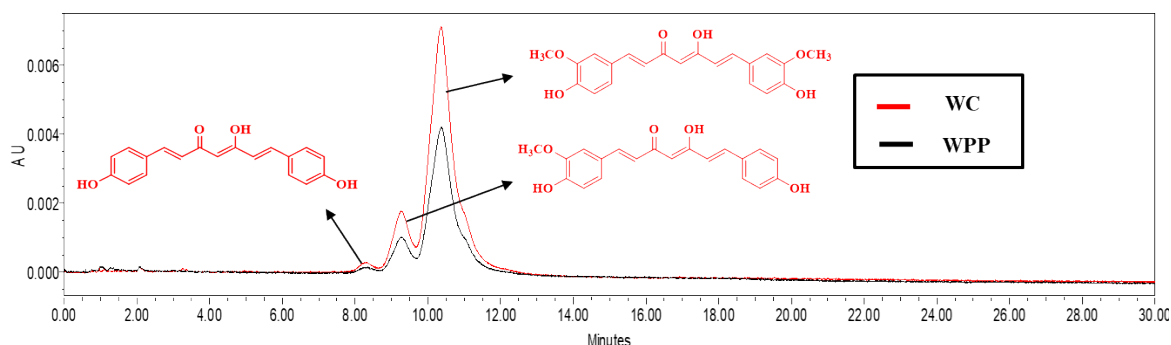


Figure 4. UPLC chromatogram of water soluble curcuminoids (WC) and curcuminoids rich whey protein powder (WPP)

मुख्य उपलब्धियां

- पानी में घुलनशील करक्यूमिन / करक्यूमिनोइड्स के उत्पादन के लिए एक प्रक्रिया।
- करक्यूमिन / करक्यूमिनोइड्स से भरपूर मट्टा प्रोटीन पाउडर के उत्पादन के लिए एक प्रक्रिया।

ए 04: प्राथमिक प्रसंस्करण अपशिष्टों का मूल्यवर्धन करके उच्च महत्वपूर्ण खाद्य उत्पादों का निर्माण

अल्प खुराक से होने वाला कुपोषण संसार में बीमारियों का प्रमुख कारण है। कुपोषण को घटाने की एक रणनीति यह है कि खाद्य प्रसंस्करण के उपउत्पादों से मूल्यवर्धित उत्पादों का निर्माण ताकि कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, लिपिड्स और खनिज युक्त अनुपूरक आहार वैकल्पिक स्रोतों से प्राप्त हो सके।

कृषि और खाद्य उद्योग के अवशेषों/ उपउत्पादों से जैसे कॉर्न ग्लूटेन मील, मट्टा और फाइबर के स्रोत जैसे किन्नौ के छिलके के अवशेष, सेब का पोमेस, मकई का रेशा आदि से प्रोटीन और खनिज ले कर उच्च रेशे, उच्च प्रोटीन और खनिज वाले खाद्य पदार्थ विकसित किये जा सकते हैं। इन उपउत्पादों के पुनः उपयोग से कुपोषण और चयापचय से सम्बन्धी बीमारियों पर काबू पाने में काफी मदद मिलेगी।

पोषक तत्वों से भरपूर खाद्य प्रसंस्करण उपोत्पाद का १.३ बिलियन टन समस्त संसार में बर्बाद हो जाता है। जबकि खाद्य प्रसंस्करण उद्योग इन उपउत्पादों के उपचार और निष्काशन की भी समस्या से झुझता है। अतः यंहा पोषक तत्वों से भरपूर खाद्य प्रसंस्करण उपोत्पादों के अपव्यय की समस्या के साथ साथ उसके उपचार की सुविधा और अपशिष्ट प्रबंधन प्रणाली पर भी काफी दबाव होता है।

अन्य कई मूल्यवान खाद्य ग्रेड रसायन जैसे जाईलिटोल कृषि अपशिष्टों से उत्पादित किया जा सकता है। जाईलिटोल एक प्राकृतिक स्वीटनर है और कम ग्लाइसेमिक इंडेक्स होने के कारण यह मधुमेह के रोगियों के लिए भी सुरक्षित है। जाईलिटोल के सिद्ध स्वास्थ्य लाभ हैं जैसे इसके प्रीबायोटिक्स गुण, जिसके कारण यह आंत के स्वास्थ्य को बढ़ावा देता है और दांतों को भी सड़ने से बचाता है। कृषि और खाद्य उद्योग के अवशेषों का खाद्य योग्य उत्पादों से मूल्यवर्धन न सिर्फ कृषि और खाद्य उद्योग के अवशेषों का उचित उपयोग करता है बल्कि पोषण से भरपूर ख्याद्या पदार्थों के उत्पादन से संसार में पोषण की कमी से होने वाली बीमारियों को भी दूर करता है।

कॉर्न ग्लूटेन मील से प्रोटीन पूरक और नैनो-न्यूट्रास्युटिकल्स का विकास

न्यूट्रास्युटिकल्स वो खाद्य पदार्थ हैं जो भोजन के साथ साथ अतिरिक्त स्वास्थ्य लाभ भी देते हैं। आजकल स्वास्थ्य के स्तर को बढ़ाने के लिए और बीमारियों से बचाव के लिए स्वास्थ्य पूरक खाद्य पदार्थों की आवश्यकता है। कॉर्न ग्लूटेन मील

आमतौर पर पशुओं के चारे के रूप में प्रयोग होता है परन्तु दुर्गंध, बेस्वाद और काम लायसिन और उच्च मिथिओनीन के कारण यह मानव उपयोग के लिए किंचित योग्य नहीं माना जाता है। कॉर्न ग्लूटेन मील से मूल्य वर्धित उत्पाद विकसित किये जा सकते हैं जैसे कॉर्न प्रोटीन हायड्रोलायसेट को प्रोटीन पूरक के रूप में प्रयोग किया जा सकता है। मानव उपयोग में कॉर्न ग्लूटेन मील एक सुरक्षित खाद्य पदार्थ के रूप में प्रयोग हो सकता है। जैन्थोफिल और ज़ीन के निष्कर्षण पर पहले बहुत सारे अध्ययन किये जा चुके हैं। कॉर्न ग्लूटेन मील का मानव हेतु पूर्ण उपयोग इसकी गंध और पानी में कम घुलनशीलता के कारण नहीं किया गया है। ऐन्जाइमेटिक हायड्रोलायसीस का प्रयोग प्रोटीन के कार्यात्मक गुणों को अनुकूल रूप से संसोधित करने के लिए किया गया है ताकि हाइड्रोलाइसेट को उनके स्वाद, कार्यात्मक गुणों और पोषक तत्वों के लिए खाद्य पदार्थों में शामिल किया जा सके। ऐन्जाइमेटिक उपचार के अलावा नैनो-तकनीक से प्रोटीन नैनोवाहक बना कर भी कॉर्न ग्लूटेन मील का मूल्य वर्धन किया जा सकता है। प्रोटीन नैनोवाहकों के कई लाभ हैं - जैसे गैर विषैले, आसानी से पाच्य और जैव-अनुकूलता आसानी से सतह पर संसोधित होना, विशिष्ट लक्ष्यीकरण और किफायती उत्पादन प्रोटीन नैनोवाहकों को शरीर में न्यूट्रास्युटिकल्स वितरण का बेहतरीन विकल्प बनता है। कॉर्न ग्लूटेन मील की प्रोटीन संरचना इसे नैनोवाहक के निर्माण के लिए उपयुक्त बनाती है। इसमें मुख्य रूप से ज़ीन (६८%) और ग्लूटेनलिन (२८%) नामक प्रोटीन हैं। इसमें बहुतायत में नॉन-पोलर एमिनो एसिड - ल्यूसिन प्रोलाइन, एलेनिन, फिनाइलएलानिन, होते हैं परन्तु लाइसिन और ट्रिप्टोफान की कमी होती है। हाइड्रोफोबिक प्रोटीन्स एनकेप्सुलेटेड यौगिकों की भौतिक रासायनिक स्थिरता को बनाये रखता है। अतः कॉर्न ग्लूटेन मील का उपयोग न्यूट्रास्युटिकल्स की स्थिरता बढ़ाने के लिए एक किफायती नैनोवाहक के रूप में हो सकता है। इस से संसारभर में प्रोटीन की कमी से होने वाली समस्याओं से निदान हो सकता है ताकि जनसंख्या में वृद्धि और अर्थव्यवस्था में सुधार हो सके।

अनुसंधान में प्रगति

ऐन्जाइमेटिक हायड्रोलायसीस द्वारा कॉर्न ग्लूटेन मील से कॉर्न प्रोटीन हायड्रोलायसेट का निर्माण

इस अध्ययन का केंद्र कॉर्न ग्लूटेन मील से प्रोटीन हायड्रोलायसेट के निर्माण पर है। रासायनिक घटकों द्वारा हाइड्रोलाइसिस से अमीनो अम्लों का उत्पादन बाद में पर्यावरण को नुकसान पहुँचाता है। इसलिए यह अध्ययन ऐन्जाइमेटिक हायड्रोलायसीस द्वारा कॉर्न ग्लूटेन मील से प्रोटीन हायड्रोलायसेट बनाने पर जोर देती है क्योंकि मृदु स्थितिया, आसान नियंत्रण, उच्च विशेषता और न्यूनतम उपोत्पाद के कारण यह एक बेहतर विकल्प है।

Salient Achievements

- A process for production of water soluble curcumin/curcuminoids.
- A process for production of curcumin/curcuminoids rich whey protein powder.

A 04: Valorisation of primary processing wastes for high value edible products

Poor diets driven malnutrition constitute the number-one driver of the global burden of disease. One strategy to decrease malnutrition by the upgrading of supplementary foods from alternative sources like food processing by-products, which consists of carbohydrates, proteins, lipids, and minerals, which can be converted to different value-added products.

Development of high fiber, high protein, rich in minerals by incorporating protein and minerals sources from agri-food industry waste/by products like corn gluten meal, whey and fiber source from food industry by-products like kinnow pulp residue, apple pomace, corn fiber ect. Revitalizing can hold a significance for the control of malnutrition among children and metabolic disorders among adults. Also it would be acceptable to most marketers and consumers as it would be cost effective and high on nutritional value.

Nutrient rich food processing by-products is around 1.3 billion tons is being wasted world widely. Whereas, food processing industry also faces issues of treatment and dumping of these by-products. So there is a problem of wastage of nutrient rich food products as well as heavy load on effluent treatment facility and waste management system in the food processing industry.

Other valuable food grade chemical can have produced from agricultural residues like xylitol, Xylitol is a natural sweetener, and safe for diabetics to consume due to its low glycemic index. Xylitol has proven health benefits such as its prebiotic property, thus has the ability to promote gut health, and also prevent tooth decay. Valorisation of agri-food residues for valuable edible products not only an effective utilization of agro-industrial wastes, but also a way to produce a nutritionally rich and valuable edible product to overcome the deficiency of nutrition and the diseases occurrence due to them.

Development of protein supplement and nano-nutraceuticals from corn gluten meal

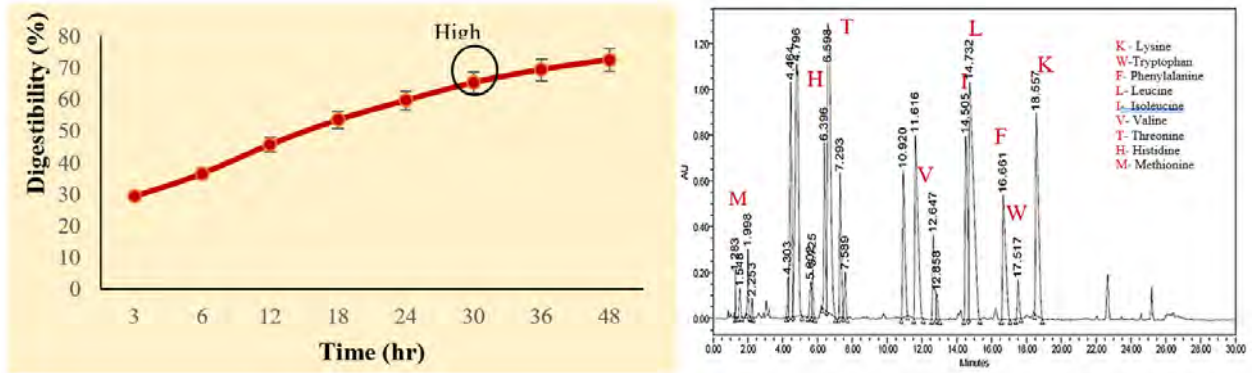
Nutraceuticals are food substances with extra medical or health benefits. Nowadays, there is a growing need to incorporate healthy functional foods /dietary supplements to improve health stature and prevent diseases. The corn gluten meal is generally used as an animal feed and its scope in human food use is limited

because of its unpleasant aroma, taste and lower lysine and high methionine content. Valorization of maize gluten meal by transforming it into value-added products or corn protein hydrolysate that can used as supplement of protein source in food product for numerous food applications. Corn gluten meal comprises the isolation of the different valuable constituents or fortification in pet food, no product in the market is available till date as protein supplement source as maize gluten hydrolysate for human consumption. However, it is safe to use in a food product. There were significant studies has been done on the extraction of xanthophylls and zein. The complete utilization of corn gluten meal was not reported due to its off odour and low solubility in water. Enzymatic hydrolysis has been used to favourably modify the functional properties of proteins, such that the hydrolysates could be incorporated into foods for their flavour, functional and nutritional value. Other than enzymatic treatment, the nanotechnology was also applied for enhancing the value of corn gluten meal by preparation of protein nanocarriers, as they possess several benefits like non-toxic, easily metabolizable and good biocompatibility. The ease for surface modification, specific targeting and economical cost of production makes them an excellent choice for nutraceutical delivery. The protein composition of CGM makes it the right applicant for protein nanocarrier synthesis. It contains mainly zein (68%) and glutelins (28 %). It is rich in non-polar amino acids - leucine, proline, alanine, phenylalanine and deficient in lysine and tryptophan. The abundance of hydrophobic proteins protects encapsulated compounds, improving their physiochemical stability. Thus, Corn gluten meal can be used as an economical source for generation of nanocarriers for improving nutraceutical stability. This could also resolve the problem of protein shortage worldwide caused by increasing population growth and improving economies.

Research progress

Corn protein hydrolysate by enzymatic hydrolyses from corn gluten meal

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 harms the environment in the long term. So, this study emphasis was on the enzymatic hydrolysis method of making protein hydrolysate from corn gluten 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.



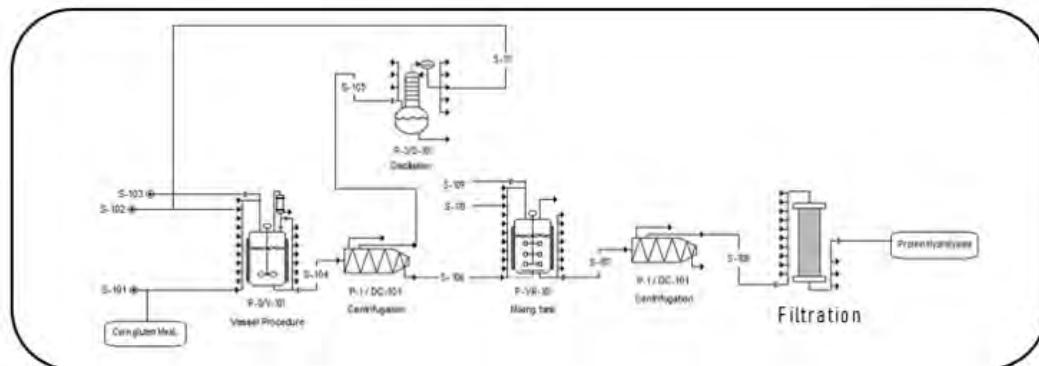
चित्र 5: अनुकूलित परिस्थितियों पर प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट्स की डायजेस्टिबिलिटी और एमिनो अम्ल प्रोफाइलिंग (तापमान: 45°C, pH- 1.0, समय- 30 घंटे, एंजाइम मात्रा - 300 U/g)

कॉर्न ग्लूटेन मील में लाइसिन की कमी होती है और इस कमी को पूरा करने के लिए अन्य खाद्य प्रसंस्करण के उपत्पादों को शामिल किया जाता है। पहले प्रोटीन हाइड्रोलायसेट बनाने के लिए कई प्रोटीओलिटिक एंजाइम्स का प्रयोग किया जा चुका है लेकिन कॉर्न ग्लूटेन मील में एमिनो अम्ल की असंतुलित संयोजन की वजह से अभी तक इसे एक खाद्य योज्य के रूप में नहीं स्वीकारा गया है। अतः कई सारे प्रोटीओलिटिक एंजाइम्स को जांचा गया है। उनमें से एस्पेरजिलस औराइजे के प्रोटीएज एंजाइम ने 60% कॉर्न ग्लूटेन मील को पेप्टाइड्स में रूपांतरित किया जैसा की तालिका 5 में दर्शाया गया है।

कॉर्न ग्लूटेन मील में एक और मुख्य बाधा उसकी दुर्गन्ध है जिसे हरे विलायक द्वारा उपचार किया गया है। नमूने और विलायक (25%) को 1:10 के अनुपात में लिया गया और उसे 3 घंटों तक 1000 घूर्णन प्रति मिनट ऊपर से घुमाया गया है। मिश्रण को अपकेंद्रित किया गया और तलछट को पानी से 3 बार धोकर सारा विलायक हटाया गया। प्राप्त अवशेषों को फिर 45°C पर रात भर सुखाया गया। हरे विलायक को सतह पर तैरनेवाले द्रव्य भाग से रोटावैपर द्वारा पुनर्प्राप्त कर पुनः

उपयोग किया गया। प्राप्त दुर्गन्धरहित अवशेष को प्रोटीएज एंजाइम द्वारा तोड़ा गया और इस पूरी प्रक्रिया को मानकीकृत किया गया ताकि एमिनो अम्लों की उचित मात्रा बनायी रखी जा सके और उनके अवशोषण व लाइसिन की मात्रा को बढ़ाया जा सके। यह देखा गया कि प्रोटीन के हाइड्रोलायसीस के 30 घंटे बाद लाइसिन 3.9% तक बढ़ गया और संतुलित अमीनो अम्लों की मात्रा भी बनी रही (चित्र 5 में दिखाया गया)। अतः, आगे इसे प्रोटीन के स्रोत के रूप में विभिन्न खाद्य उत्पादों में शामिल किया जा सकता है।

57.5 ग्राम प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट की शुद्धि अल्ट्राफिल्ट्रेशन (100 किलो डेल्टन) द्वारा की गई थी। तर में पेप्टाइड्स का आकार 35 से 50 किलो डेल्टन के भीतर देखी गई थी। पेप्टाइड्स के आकार की अधिक पुष्टि के लिए परमीएट(तर) और रीटेंटेड को अनुक्रमित करने की आवश्यकता होती है। पूर्ण प्रक्रिया का प्रवाह आरेख चित्र 6 में दिखाया गया है। जबकि, प्रवेश और निकास द्रव्यमान को ध्यान में रखते हुए तालिका 1 में पूरी प्रक्रिया का सामूहिक संतुलन दर्शाया गया है।



चित्र 6. कॉर्न ग्लूटेन मील के प्रोटीन हाइड्रोलाइज़ेट बनाने की प्रक्रिया का प्रवाह आरेख

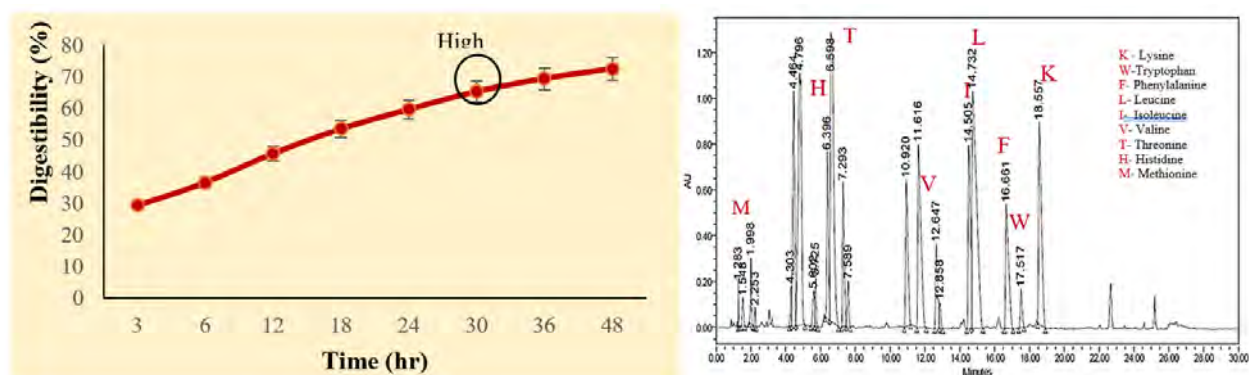


Figure 5. Digestibility and Amino acid profiling of protein hydrolysate of corn gluten meal at optimum conditions (Temp: 55 °C, pH-10, Time: 30 h, enzyme loading: 300U/g)

Corn gluten meal is deficient in lysine and to balance it other sources of food processing by-products were incorporated. Many proteolytic enzymes have been used for making protein hydrolysate, but an imbalanced amino acid composition of corn gluten meal makes it challenging, due to that it is not much explored as a food additive. Different proteolytic enzymes were screened for corn protein hydrolysis to balance the amino acid composition. The 60% of corn gluten meal was digested by protease enzyme from *Aspergillus oryzae* as shown in Table 5.

Another major constraint was off-odour in corn gluten meal, which was done by treated with a green solvent and the suitable ratio for deodorising was 1:10 of sample: solvent (25%) with 3 h overhead stirring at 1000 rpm. Further, 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. The obtained deodorised residue of CGM was additionally hydrolysed by protease enzyme and standardized to maintain the proper amino acid profiling in protein hydrolysate along with enhancement in its absorption and lysine content. It was observed that the lysine content was enhanced to 3.9 % at 30 h of digestion, along with balanced amino acid as shown in Fig. 5. Further this can be incorporated into various food products as a source of protein.

A membrane filtration was used for purification of corn protein hydrolysate containing 57.5 g of protein in mixture by ultra-filtration (100 kda). The peptides size range was observed within 35 to 50 kda range in permeate after passing through the 100 kda. So, for more confirmation of the peptide size the permeate and retentate need to be sequenced. The flow diagram of complete process is shown in Fig. 6. Whereas, mass balance of whole process as is represented in table 1 in consideration of inlet and outlet mass.

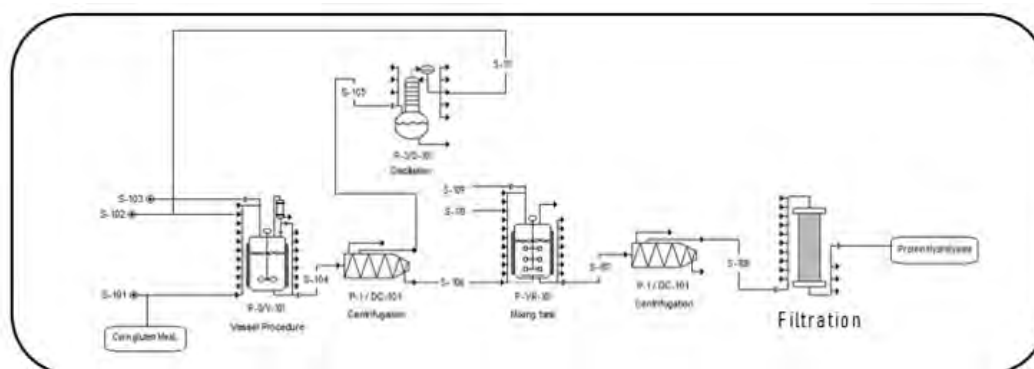


Figure 6. Flow diagram of process of preparation of corn gluten meal hydrolysate

तालिका 5. कॉर्न ग्लूटेन मील के प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट बनाने की प्रक्रिया का द्रव्यमान संतुलन

Process	Initial Feed	Odour removal	Enzymatic hydrolysis		Membrane (10Kda)	Filtration	Lyophilized
Mass	100g	91g	Insoluble Residue: 32.4g	Soluble Residue: 57.5 g	Retentate: 48.2g	Permeate: 8.54g	40.65g

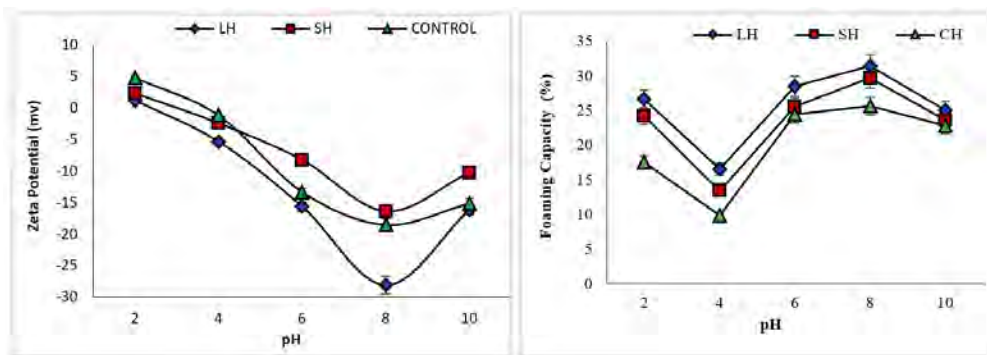
शुद्धि के बाद कॉर्न प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट को दो तरीकों से सुखाया गया एक- लायोफिलाइजेशन और दूसरा- स्प्रे ड्रायर। भौतिक-रासायनिक और कार्यात्मक गुणों में परिवर्तन का विश्लेषण करने के लिए लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट, स्प्रे ड्रायड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट और व्यावसायिक मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट को सामान्य तापमान के तहत विभिन्न पीएच २, ४, ६, ८ और १० पर रखा गया। प्रोटीन के कार्यात्मक गुण उपभोक्ता स्वीकृति को प्रभावित करते हैं। वर्तमान अध्ययन में फोमिंग गुणों, पायसीकारी गुणों, जीटा पोर्टेशियल, एंटीऑक्सिडेंट गुणों और रियोलॉजिकल गुणों का मूल्यांकन किया गया है।

सतह आवेश प्रोटीन का एक महत्वपूर्ण गुण है, जो उसके कार्यात्मक गुणों को निर्धारित करता है। हायड्रोलायसेट के सतह के आवेश का मूल्यांकन विभिन्न पीएच पर जीटा पोर्टेशियल विश्लेषण द्वारा किया गया, जैसा कि चित्र 7a में दिखाया गया है। पीएच 2 से 10 पर हाइड्रोलाइजेट की जीटा पोर्टेशियल देखी गई थी। लायोफिलाइज्ड किए गए प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट के लिए यह १.२५ मिलीवाल्ड से -२८.१ मिलीवाल्ड और स्प्रे ड्रायर प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट के लिए २.४ मिलीवाल्ड से -१६.४ मिलीवाल्ड है। प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट के जीटा पोर्टेशियल मानों के अनुसार, सभी हाइड्रोलाइजेट्स नेगेटिव चार्ज थे, ताकि कण एक दूसरे से दूर रहे और एकत्रित ना हो। जैसे जैसे पीएच 8 से 2 तक कम होता है, कॉर्न प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट अधिक नेगेटिव चार्ज दिखाते हैं। हाइड्रोलाइजेट को उच्च गति से घुमाने के बाद प्रारंभिक आयतन में % आयतन वृद्धि को झाग बनने की क्षमता माना गया है। बने हुए झाग को २० मिनट तक कमरे के तापमान पर छोड़ने के बाद झाग बनने की क्षमता को निम्नानुसार मापा गया:

$$\text{Percentage of foaming Capacity (FC)} = \frac{A-B}{B} \times 100$$

जहां ए (मि. ली.), हाइड्रोलाइजेट को हिलाने के बाद का परिमाण है और बी (मि. ली.) हाइड्रोलाइजेट हिलाने से पहले का परिमाण है। कॉर्न प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट की झाग बनाने की क्षमता 9.8% से 31.4% है, जैसा कि चित्र 7b में दिखाया गया है। जबकि, पीएच 8 पर किए गए लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट ने पीएच 8 पर उच्चतम झाग (३१.४%) बनाया। सभी नमूनों की उच्चतम और निम्नतम क्षमताएँ थीं। क्रमशः पीएच 8 और पीएच 4.० पर उच्चतम और न्यूनतम झाग बने। यह दर्शाता है कि झाग बनाने के गुण पीएच से काफी प्रभावित थे। यह भी देखा गया कि कुल चार्ज वायु-जल अंतराफलक में प्रोटीन के सोखने की क्षमता को प्रभावित करता है। जब कुल चार्ज बढ़ाया गया, तो झाग बनाने की क्षमता भी बढ़ गई। इस प्रकार, प्रोटीन की झाग बनाने की क्षमता भोजन के संवेदी गुणों जैसे रूप और रचना में सुधार करती है, उच्च झाग बनाने की क्षमताओं वाले प्रोटीन, खाद्य उत्पादों के निर्माण में झाग बनाने के लिए उपयोग किए जाते हैं और बेकरी खाद्य उत्पाद की रचना और आयतन को प्रभावित करते हैं।

विभिन्न पीएच में लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (LH), स्प्रे ड्राइड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (SH) और व्यावसायिक मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (CH)



चित्र 7. पीएच 2-10 पर लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (LH), सूखे प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (SH) और मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (Control/CH) की जीटा पोर्टेशियल। चित्र ४: विभिन्न पीएच पर लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (LH), सूखे प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (SH) और वाणिज्यिक मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (CH) की झाग बनाने की क्षमता।

Table 5. Mass balancing of process for preparation of corn gluten meal hydrolysate

Process	Initial Feed	Odour removal	Enzymatic hydrolysis		Membrane (10Kda)	Filtration	Lyophilized
Mass	100g	91g	Insoluble Residue: 32.4g	Soluble Residue: 57.5 g	Retentate: 48.2g	Permeate: 8.54g	40.65g

The corn gluten meal hydrolysate after purification was dried by two methods one is the lyophilisation and second is spray drier. Further the lyophilized protein hydrolysate (LH), spray dried protein hydrolysate (SH) and commercial whey protein hydrolysate (CH) were compared at different pH 2.0, 4.0, 6.0, 8.0 and 10.0 under room temperature to analyse the changes in its physiochemical and functional characteristics for quality improvement of corn protein hydrolysates, so widen up its potential in food industries. As the functional properties of proteins affect consumer acceptance. The present study evaluated the foaming properties, emulsifying properties, zeta potential, antioxidant properties and rheological properties.

Surface charge is an important characteristic of proteins, determining their functional properties. The surface net charge of hydrolysates at various pH values was evaluated by zeta potential analysis, as shown in Fig. 7a. The zeta potential of hydrolysates at pH 2 to 10 was observed in the range of 1.25 mV to -28.1 mV for lyophilised protein hydrolysate and 2.4 mV to -16.4 mV for spray dried protein hydrolysates. According to the zeta-potential values, all the hydrolysates were negatively charged, allowing the particles to stay apart for avoiding the formation of aggregates. The corn protein hydrolysates show more negative charges as the pH decreases from 8 to 2. This is consistent with the fact that, the electrostatic repulsion pattern may be gradually changed from negatively charged to positively charged

proteins as a result of gradual protonation of carboxyl groups and amino groups of the proteins.

The foaming capacity was calculated as the % volume increase after stirring over the initial volume. The stability of the formed foam was obtained by standing (20 min) of the dispersion at room temperature at 25 °C and calculated as follows:

$$\text{Percentage of foaming Capacity (FC)} = \frac{A-B}{B} \times 100$$

where A is the volume after shaking (mL) and B is the volume before shaking (mL). The foaming capacity of corn protein hydrolysates was observed in range 9.8 % to 31.4 %, as shown in Fig. 7b. Whereas, the highest foaming was observed in lyophilised protein hydrolysate 31.4 % at pH 8. The highest and lowest forming capacities of all samples were observed at pH 8 and pH 4.0, respectively, indicating that the foaming properties were significantly influenced by pH. It was also observed that the net charge influence the adsorption of protein at the air–water interface. When the net charge was increased, the foaming property was also increased. Thus, the foaming capacity of protein improves the sensory properties of food, including the appearance and texture. Proteins with high foaming capabilities are used as foaming agents in the manufacture of food products and affect the texture and volume of bakery food product.

The emulsion behaviour of lyophilised protein hydrolysate (LH), spray dried protein hydrolysate (SH)

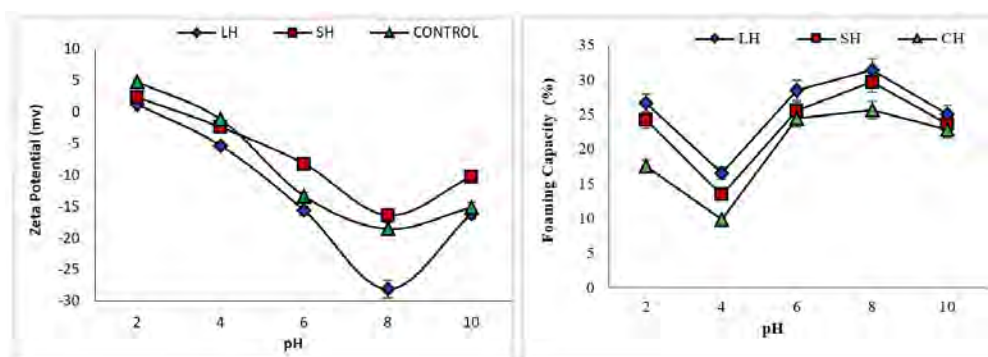
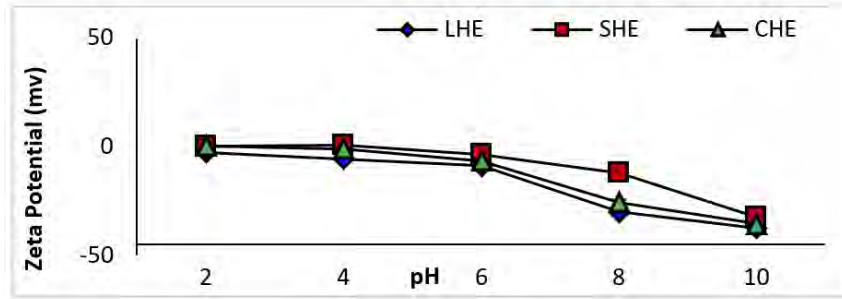


Figure 7. (a) Zeta potential of lyophilized protein hydrolysate (LH), spray dried protein hydrolysate (SH) and whey protein hydrolysate (CH) at pH 2-10. (b) Foaming capacity of lyophilised protein hydrolysate (LH), spray dried protein hydrolysate (SH) and commercial whey protein hydrolysate (CH) at different pH.



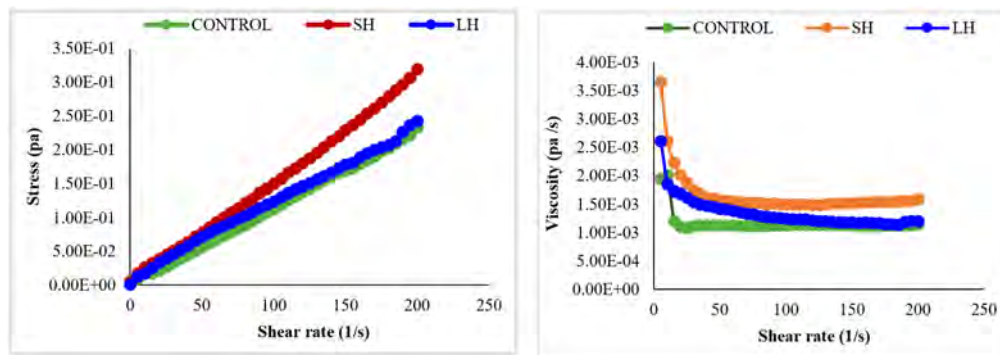
चित्र 8. पीएच 2-10 पर लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन (LHE), सूखे प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन (SHE) और मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन (CHE)की जीटा पोटेंशियल ।

के पयस्य व्यवहार का विश्लेषण किया गया और उनके जीटा पोटेंशियल में बदलाव की जांच की गई। यह देखा गया की पीएच 10 में मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (-32.5) की तुलना में लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन का जीटा पोटेंशियल ज्यादा नकारात्मक उत्तेजना (-37.54) है, जैसा कि चित्र 8 में दिखाया गया है। पायसन की स्थिरता बूंदों के बीच परस्पर क्रिया की ताकत पर निर्भर करती है, जो उनके सतह आवेश द्वारा निर्धारित की जाती है। जब यह चार्ज -30 मिलीवाल्ड से अधिक होता है, तो तेल की बूंदों के बीच इलेक्ट्रोस्टैटिक प्रतिकर्षण के कारण ये एकत्र नहीं हो पाते हैं। यह दर्शाता है कि पेप्टाइड्स इमल्शन बनने के दौरान पूरे तेल की छोटी सतह पर सोख लिए जाते हैं। जीटा पोटेंशियल के पूर्ण मूल्यों में वृद्धि और परिणामस्वरूप पायस स्थिरता में सुधार हाइड्रोफोबिक भाग के अनावरण के कारण हो सकता है जो प्रोटीन हाइड्रोलाइसिस से पहले मूल प्रोटीन अणुओं के आंतरिक भाग में दफन होता है।

रियोलॉजिकल गतिविधि और पायसन की प्रत्यक्ष श्यानता को इसलिए निर्धारित किया गया है क्योंकि ये तेल के बूंदों के आकार के औसत और वितरण तथा उनकी गतिज स्थिरता को प्रभावित करते हैं। रियोलॉजिकल गुणों का निर्धारण एक शंकु (40 मिमी व्यास, 4 ° कोण) और प्लेटे जियॉमेट्री, 25 एलएम

गैप, और 0.1-200 प्रति सेकंड के शियर दर के साथ कार्बोनेक्स प्रो रियोमीटर का उपयोग करके किया गया था। सभी पायसन शियर-थिनिंग व्यवहार का प्रदर्शन करते हैं जैसा की चित्र 9a में दिखाया गया है। यह संभवतः निरंतर चरण के गैर-न्यूटोनियन (स्यूडोप्लास्टिक) व्यवहार के कारण हो सकता है। लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन की श्यानता मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन की तुलना में काफी अधिक थी जैसा की चित्र 9b में दर्शाया गया है। लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन की उच्च श्यानता उसके स्थायित्व के लिए स्टैरिक और इलेक्ट्रॉनिक प्रतिकर्षण की तुलना में अधिक प्रभावी हो सकती है।

कॉर्न प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट की डीपीपीएच रैडिकल स्केवेंजिंग गतिविधि का अध्ययन किया गया। हाइड्रोलाइजेट्स की प्रतिऑक्सीकारक गतिविधियां उनके एमिनो एसिड अनुक्रम से प्रभावित होती हैं, जो प्रोटीएस की विशिष्टता पर निर्भर करती है। परिणामों ने स्पष्ट रूप से संकेत दिया कि क्षारीय पप्रोटीएज के साथ उपचार द्वारा प्राप्त हाइड्रोलाइजेट्स ने सबसे अधिक डीपीपीएच रैडिकल स्कावेंजिंग गतिविधि (62.4 ± 0.6%) का प्रदर्शन किया। इस प्रकार, प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट का उपयोग खाद्य उद्योग में फ्री रैडिकल से बचने के पूरक के रूप में किया जा सकता है और इससे ऑक्सीडेटिव तनाव से कम किया जा सकता है।



चित्र 9. लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन (LH), सूखे प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन (SH) और मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट पायसन (CH) का पायसन के रीहोलॉजिकल गुणों पर प्रभाव श्यानता शियर दर के हिसाब से: श्यानता पर लायोफिलाइज्ड प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (LH), सूखे प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (SH) और मट्टा प्रोटीन हाइड्रोलाइजेट (CH)का प्रभाव

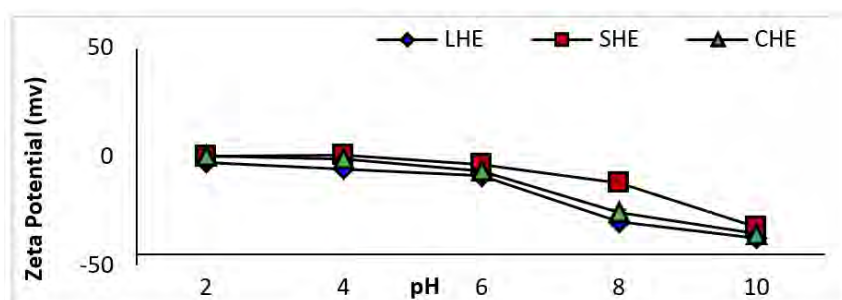


Figure 8. Zeta potential of lyophilized protein hydrolysate emulsion (LHE), spray dried protein hydrolysate emulsion (SHE) and whey protein hydrolysate emulsion (CHE) at pH 2-10.

and commercial whey protein hydrolysate (CH) at different pH was analysed and change in the Zeta potential of emulsions at various pH was examined. It was detected that the zeta potential of lyophilised protein hydrolysate emulsion was observed to be more negatively charged (-37.54) than whey protein hydrolysate (-32.5) at pH 10 as shown in Fig. 8. Emulsion stability depends on the strength of interaction between the droplets, which is determined by their surface charge. When this charge is higher than -30 mV, the oil droplets are prevented from aggregating due to electrostatic repulsion between them thus, indicating that the peptides were able to adsorb onto the entire oil droplet surface during emulsion formation. The increase in the absolute values of the zeta potential and consequently the improvement in emulsion stability may be due to the exposure of hydrophobic segments buried in the interior of the native protein molecules after protein hydrolysis.

The rheological behaviour and apparent viscosity of emulsions were determined because they can affect the mean and distribution of oil droplet size, and kinetic stability of an emulsion. The rheological properties were

determined using a Kinexus Pro Rheometer with a cone (40 mm diameter, 4° angle) and plate geometry, 25 μ m gap, and over a shear rate of 0.1–200 s^{-1} . All emulsions exhibited shear-thinning behaviour with the flow behaviour index thus can be as shown in Fig. 9a. This might be probably because of the non-Newtonian (pseudoplastic) behavior of the continuous phase. The viscosity of lyophilised protein hydrolysate emulsion was significantly higher than whey protein hydrolysate emulsion as shown in Fig. 9b. The high viscosity of lyophilised protein hydrolysate emulsion could be more effective for stability than steric and electronic repulsions.

DPPH radical scavenging activity of corn gluten meal hydrolysate was studied. The antioxidant activities of hydrolysates are influenced by their amino acid sequence, which depends on the protease specificity. The results clearly indicated that the hydrolysates obtained by treatment with alkaline protease exhibited the highest DPPH radical-scavenging activity ($82.5 \pm 0.67\%$). Thus, protein hydrolysate can be used in food industry as supplement to fight against free radicals and, therefore, avoid or reduce oxidative stress.

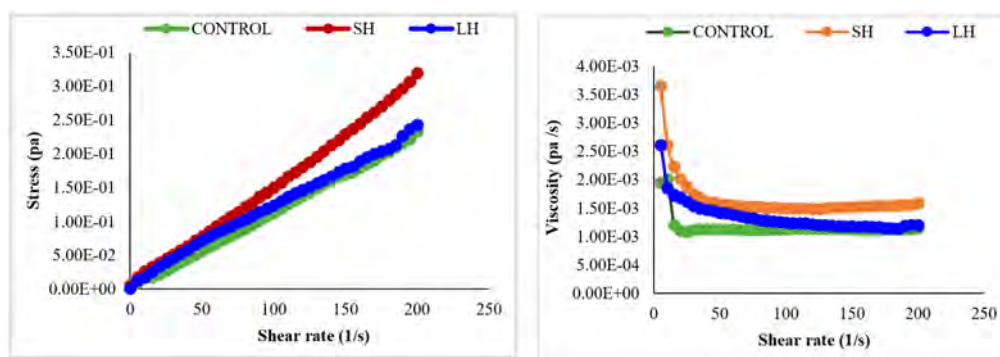
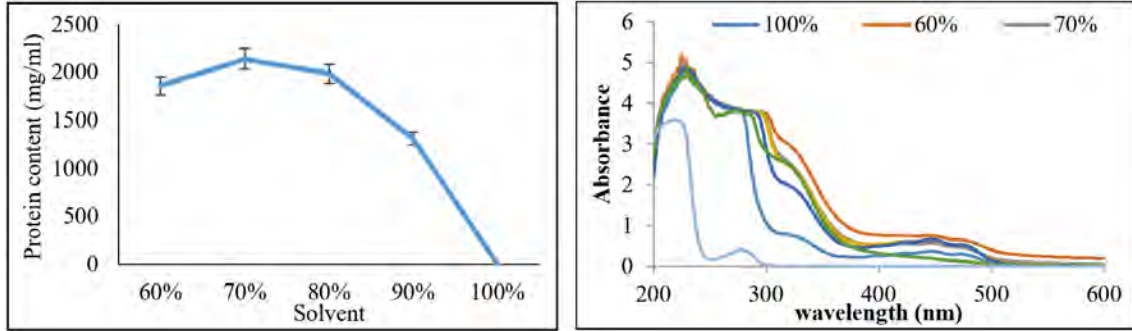


Figure 9. (a) Rheological properties of emulsions stabilised by lyophilized protein hydrolysate (LH), spray dried protein hydrolysate (SH) and whey protein hydrolysate. (b) Viscosity as a function of shear rate for the emulsions stabilised by lyophilized protein hydrolysate (LH), spray dried protein hydrolysate (SH) and whey protein hydrolysate.



चित्र 10. प्रोटीन की घुलनशीलता विलायक की विभिन्न सांद्रता पर चित्र 9. विलायक की विभिन्न सांद्रता पर प्रोटीन अवशोषण विभिन्न तरंगदैर्घ्य पर

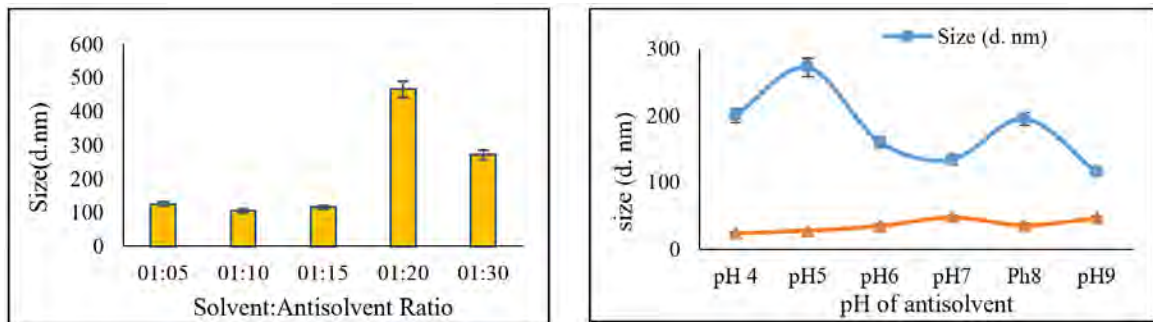
मकई लस भोजन से नैनो न्यूट्रास्यूटिकल्स के लिए नैनोकैरियर्स का विकास

यहाँ उद्देश्य मकई लस भोजन से प्रोटीन युक्त घुलनशील अंश का सर्वाधिक उत्पाद और नैनो-कणों के निर्माण को नियंत्रित करना है। संक्षारक रसायनों के प्रयोग से प्रोटीन की क्षति होती है और प्रोटीन की मात्रा काम हो जाती है। लम्बे और बहु-चरण प्रक्रियाएँ उत्पाद के मूल्य को बढ़ाती हैं। इसलिए प्रोटीन युक्त घुलनशील अंश को अलग करने के लिए खाद्य योग्य विलायक और रेड्यूसिंग रसायन का प्रयोग करके एकल चरण प्रक्रिया का विकास किया गया है। इस अंश का प्रत्यक्ष प्रयोग नैनो-कणों के निर्माण के लिए किया गया जिससे प्रोटीन शोधन की लागत बच गयी।

अधिकतम प्रोटीन अंश की प्राप्ति के लिए विभिन्न विलायकों और रेड्यूसिंग एजेंट्स के संयोजनों का विश्लेषण किया गया। नुमानन, १९८४ की संशोधित विधि का प्रयोग मकई के प्रोटीन को अलग करने के लिए किया गया है। मकई लस भोजन को इथेनॉल (१:२०) और रेड्यूसिंग (१०:१) एजेंट के प्रयोग से १५०० प्रति मिनट धूर्णन पर ३ घंटे तक घुमाया गया। यह पाया गया कि ६०% से ज्यादा विलायक सबसे अधिक प्रोटीन का अंश देता है। आगे फिर बचे हुए प्रोटीन की प्राप्ति के लिए दोहरा अनुक्रमिक निष्कर्षण किया गया और यह पाया गया कि ७०% विलायक से अधिकतम प्रोटीन (४९%) का निष्कर्षण होता है। ऐसा चित्र 10a&b और ९ में दर्शाया गया है। निष्कर्षण के पश्चात मकई प्रोटीन युक्त विलायक का प्रत्यक्ष प्रयोग एंटीसॉल्वेंट विधि द्वारा नैनो-कणों के निर्माण के लिए किया

गया। आसान प्रक्रिया, कम लागत पर्यावरण के अनुकूल होने के कारण विरोधी विलायक प्रेसिपिटेशन विधि का प्रयोग किया गया। प्रोटीन युक्त विलायक को इंजेक्टर की सहायता से ५०० प्रति मिनट धूर्णन पर सामान्य तापमान पर घूम रहे विरोधी विलायक विलयन में डाला गया। नैनो-कणों के आकार और सतह के आवेश उसकी आंतरिक गुणों को निर्धारित करता है। छोटा आकार बड़ा संपर्क क्षेत्र सुनिश्चित करता है और ज्यादा आवेश स्थिरता देता है ताकि कण एक साथ एकत्रित ना हो जाए। इसलिए हर बार कणों के आकार और जीटा पोटेंशियल (सतह आवेश) को मापा गया है।

विरोधी विलायक और विलायक के डालने का क्रम और अनुपात कणों के आकार और बहुपद सूचकांक को प्रभावित करते हैं। एंटीसॉल्वेंट का पीएच कणों के आकार और उनके एकत्रीकरण को प्रभावित करता है। बहुत ही ज्यादा और बहुत ही कम पीएच कणों का एकत्रीकरण करता है। इसके अलावा पीएच प्रोटीन्स के पक्ष समूह ग्रुप्स को भी दर्शाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसलिए, नैनो-कणों के निर्माण पर साल्वेंट: एंटीसॉल्वेंट के अनुपात और पीएच के प्रभाव का अध्ययन किया। यह देखा गया कि साल्वेंट: एंटीसॉल्वेंट के अनुपात १:१० और पीएच ७ पर छोटे आकार के और उच्च जीटा पोटेंशियल के नैनो-कणों का निर्माण होता है जैसे कि चित्र 11a&b में दर्शाया गया है। अतः एंटीसॉल्वेंट प्रेसिपिटेशन प्रक्रिया से १३० नैनोमीटर आकार और -५० मिलीवोल्ट के नैनो-कणों का निर्माण किया गया है। नैनो-कणों के नकारात्मक आवेश ग्लूटामिक अम्ल और एस्पार्टिक



चित्र 11. नैनो-कणों के आकार पर साल्वेंट: एंटीसॉल्वेंट के अनुपात और पीएच का प्रभाव

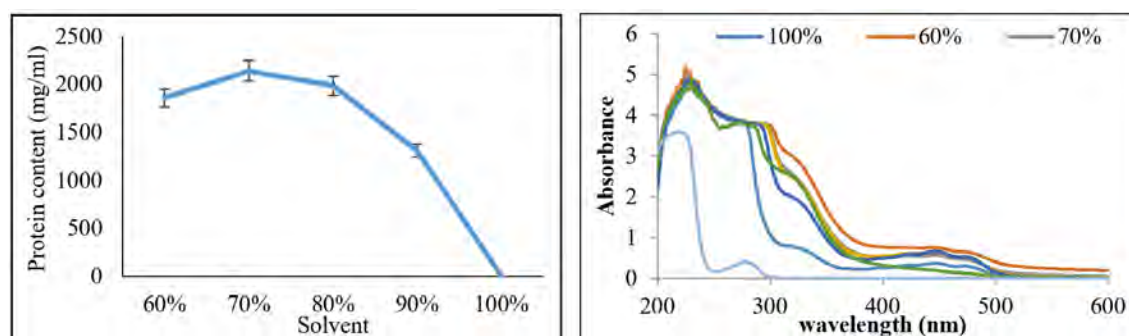


Figure 10. (a) Solubility of protein at different concentration of solvent. (b) Protein content at a different wavelength in a different concentration of solvent fraction.

Nanocarriers development from corn gluten meal for nano-nutraceuticals

To maximize the production of protein rich soluble fraction from corn gluten meal and control nanoparticle characterization. The use of corrosive chemicals damages and reduces the protein content. Also, long and multi-steps add to the cost of production. Thus, a single step process was developed for the isolation of protein rich fragment by using food grade solvent and reducing agent. This fragment was as such directly used for the nanoparticle synthesis saving the cost of protein purification as well.

Different combinations of solvents and reducing agents were analysed to isolate maximum protein fraction. The method of was used with modifications for isolation of corn proteins. Corn gluten meal was treated with ethanol [1: 20(w/v)] and reducing agent [10: 1(w/w)] at 1500 rpm at room temperature for 3 hours. Whereas, it was observed that above than 60 % (w/v) solvent solutions were giving the maximum soluble protein fraction. Further, sequential double extraction was done to extract the remaining protein in the precipitate and 70 % (w/v) solvent was found to extract maximum protein (49% w/v) as shown in Fig. 10a&b. Following extraction, the corn protein containing solvent was directly used for the synthesis of corn gluten meal (CGM) nanoparticles by

using antisolvent method. Antisolvent precipitation method was applied due to its simple and cost-effective environment friendly nature. Solvent containing protein using injector was directly added to antisolvent solution being stirred at 500 rpm at room temperature. Size and surface charge of nanoparticles govern their intrinsic properties. Smaller size ensures larger contact area and a higher charge ensures stability preventing the particles from agglomeration and precipitation. Thus, particle size and zeta potential (surface charge) were characterized in each case.

The order and ratio of antisolvent to solvent affects the particle size and polydispersity index of nanoparticles formed. The pH of the antisolvent affects the size and aggregation of nanoparticles formed. A very high or very low pH tends to aggregate the particles. Also, pH plays an important role in the exposure of side groups. So, the effect of solvent: antisolvent ratio and pH on the formation of nanoparticles were studied. It was observation that ratio of solvent: antisovent was 1: 10 shows the lower size and high zeta-potential and at pH 7 also effective for same as shown in Fig.11a&b. To conclude, the nanoparticles of size around 130 nm and zeta potential of -50 mV were prepared using the antisolvent precipitation method. The negative charge of nanoparticles signifies high content of glutamic acid and aspartic acid in corn gluten meal.

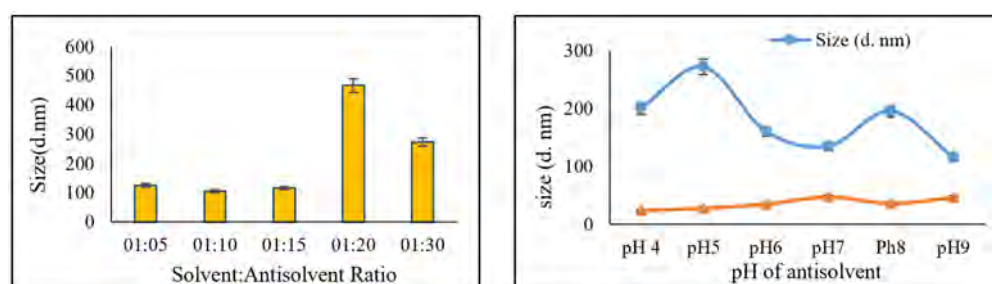
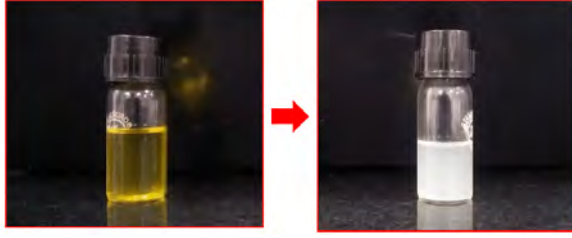


Figure 11. Effect of solvent: anti-solvent ratio and pH on size of nanoparticles



चित्र 12. एंटीसाल्वेंट प्रेसिपिटेशन प्रक्रिया द्वारा मकई लस भोजन से नैनो-कणों का निर्माण : पहले और बाद में

अमल की उच्च मात्रा को दर्शाता है। मकई लस भोजन से निर्मित नैनो-कणों का सचित्र दृश्य चित्र 12 में दर्शाया गया है।

मुख्य उपलब्धिया

- मकई लस भोजन से अप्रिय गंध और स्वाद हटाने के लिए एक प्रक्रिया का विकास
- प्रोटीन हाइड्रोलाइसेट बनाने के लिए प्रोटियोलिटिक एंजाइमों की जांच
- शुद्ध प्रोटीन हाइड्रोलाइसेट में पेप्टाइड की लम्बाई ३७ kDa और प्रोटीन की मात्रा ४८.२ %
- मकई लस भोजन में एंटीऑक्सिडेंट गतिविधि ८२.५६ % पाई गयी है
- मकई प्रोटीन हाइड्रोलाइसेट की संभावित बायोएक्टिव गुण होते हैं जो कार्यात्मक भोजन और न्यूट्रास्यूटिकल के निर्माण में प्रयोग किया जा सकता है।
- एंटी-साल्वेंट विधि द्वारा शुष्क आकार के नैनो-कणों का निर्माण और साल्वेंट: एंटीसाल्वेंट के अनुपात और पीएच का अनुकूलन

ए 05: मूल्य वर्धित पौष्टिक उत्पादों के लिए किन्नू जूस उद्योग अपशिष्ट का रसायन-एंजाइमेटिक प्रसंस्करण प्रारंभिक वाहक अनुसंधान

एक किंग और विलो मंदारिन के बीच " किन्नू," संकर है। भारत में इसका वार्षिक उत्पादन 10.48 मिलियन टन (आईसीएआर -एनआरसीसी, २०१५) है। किन्नौ पोमेस में प्रमुख रूप से छिलके और गूदा प्रमुख हैं, किन्नौ जूस प्रोसेसिंग इंडस्ट्री के

प्रोडक्ट्स जो पूरे फल का आधा हिस्सा है। किन्नू पोमेस आहार फाइबर में समृद्ध है। सामान्य तौर पर, पोषण विशेषज्ञ रेशा (20-35 ग्राम रेशा/ दिन, या 10-13 ग्राम/ 1,000 किलोकैलोरी) में उच्च आहार की सलाह देते हैं। यह किन्नू रेशा भोजन में फाइबर की दैनिक जरूरत को पूरा कर सकते हैं। किन्नू पल्प अवशेष जो किन्नू रस उद्योग में किन्नू रस स्पष्टीकरण के बाद छोड़ दिया जाता है, उच्च मूल्य वाले उत्पादों में परिवर्तित किया जा सकता है अर्थात्, ऑल्लिगोसैकराइड्स उत्पाद में समृद्ध भोजन और फार्मा में विभिन्न प्रकार के उद्देश्यों की पूर्ति के लिए हो सकता है या स्कूली बच्चों, बुजुर्गों, महिलाओं आदि के लिए पूरक आहार के रूप में उपयोग किया जाता है।

जूस उद्योग के कचरे की मुख्य समस्याएं इसका भंडारण है क्योंकि यह उच्च नमी और चीनी सामग्री के कारण तेजी से बिगड़ता है, जो मोल्ड्स और खमीर की उच्च वृद्धि में सहायता करती है। अन्य दुर्घने समस्याएं इसकी कड़वाहट और विलंबित कड़वाहट हैं, जिससे इसका उपभोक्ता स्वीकार्यता प्रभाव पड़ता है। खट्टे गूदा के संरक्षण और उपयोग के लिए प्रभावी तरीकों को विकसित करने के तरीकों में से एक इसे एंटीऑक्सिडेंट के साथ ओल्लिगोसैकराइड से समृद्ध उत्पाद में परिवर्तित करने और फिर पोषक तत्व निर्माण को सुखाने के लिए हो सकता है।

अनुसंधान प्रक्रिया

जूस उत्पादन के लिए कीनॉर्न मैडरिन फलों के प्रसंस्करण से उत्पादों की एक महत्वपूर्ण मात्रा प्राप्त होती है अपशिष्ट जो खनिज, एंटीऑक्सिडेंट, पॉलीफेनोल्स और लिमोनोइड में समृद्ध है। किन्नौ जूस प्रसंस्करण उद्योग के साथ बड़ी समस्या कड़वाहट और देरी से कड़वाहट है जो उपभोक्ता स्वीकार्यता को प्रभावित करती है। इस अध्ययन में रासायनिक, एंजाइमी उपचार दृष्टिकोणों और प्रक्रिया मापदंडों के अनुकूलन का उपयोग करके किन्नौ लुगदी अवशेषों और किन्नौ पोमेस जैसे उत्पादों के डिबिटिंग पर ध्यान केंद्रित किया गया है। विलायकजनन विधि अन्य रासायनिक उपचारों की तुलना में अधिक प्रभावी पाई गई। एंजाइमेटिक विधि में, यौगिक नरिंगिन, किन्नौ में कड़वाहट के लिए जिम्मेदार एंजाइम नरिंगेसिन का उपयोग करके गैर-कड़वा यौगिक नरिंगिन में परिवर्तित किया गया है। नरिंगिन का घटता प्रतिशत लुगदी के अवशेषों में लगभग 66.58% और पोमेस में 73.09% क्रमशः था।

तालिका 6. सेंवई की पौष्टिक संरचना

Sample	Ash content (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Crude fiber (%)
Control 1(refined flour)	0.66±0.04	3.14±0.11	10±0.11	0.7±0.02	0.98±0.01
Pulp residue (5%)	1.08±0.02	4.40±0.10	9.25±0.13	0.2±0.01	0.85±0.02
Pulp residue (10%)	1.77±0.01	4.36±0.09	10.11±0.12	0.31±0.02	1.25±0.03
Pulp residue (15%)	1.82±0.02	4.29±0.12	10.45±0.11	0.31±0.03	1.56±0.02
Pulp residue (20%)	1.89±0.04	4.25±0.11	10.98±0.13	0.32±0.01	1.63±0.01
Pomace (5%)	1.28±0.03	3.54±0.10	9.36±0.14	0.2±0.02	1.48±0.02
Pomace (10%)	1.57±0.02	3.65±0.11	10.10±0.11	0.21±0.03	1.98±0.03
Pomace (15%)	1.69±0.03	3.98±0.12	10.34±0.14	0.21±0.02	2.21±0.01
Pomace (20%)	1.72±0.04	3.72±0.10	11.01±0.13	0.22±0.01	2.50±0.02

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly (P≤0.05); LSD, least significant difference at P <0.05.



Figure 12. Synthesis of nanoparticles from CGM via antisolvent precipitation method: before and after

The pictorial view of formed nanoparticles from corn gluten meal is shown in Fig. 12.

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.
- The peptide length of purified protein hydrolysate was 37 kda and protein content was 48.2%.
- The antioxidant activity was found to be 82.56% in corn protein hydrolysate.
- Corn protein hydrolysates contain potential bioactive properties that could be utilized in the application of functional foods and nutraceuticals.
- Synthesized a smaller size nanoparticle using antisolvent method and optimization of solvent: anti-solvent ratio and pH.

A 05: Chemo-enzymatic processing of kinnow juice industry waste for value added nutritional products

“Kinnow,” is hybrid 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 fiber (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, 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. 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 rich in oligosaccharides with antioxidants and then to dry the nutrient formulation.

Research Process

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. 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 enzymatic method, compound naringin, responsible for bitterness in kinnow was converted into non-bitter compound naringenin by using enzyme naringinase. It was observed that the reduction percentage of naringin was almost 66.58 % in pulp residue and 73.09% in pomace respectively.

Table 6. Nutritional composition of vermicelli

Sample	Ash content (%)	Moisture (%)	Protein (%)	Fat (%)	Crude fiber (%)
Control 1(refined flour)	0.66±0.04	3.14±0.11	10±0.11	0.7±0.02	0.98±0.01
Pulp residue (5%)	1.08±0.02	4.40±0.10	9.25±0.13	0.2±0.01	0.85±0.02
Pulp residue (10%)	1.77±0.01	4.36±0.09	10.11±0.12	0.31±0.02	1.25±0.03
Pulp residue (15%)	1.82±0.02	4.29±0.12	10.45±0.11	0.31±0.03	1.56±0.02
Pulp residue (20%)	1.89±0.04	4.25±0.11	10.98±0.13	0.32±0.01	1.63±0.01
Pomace (5%)	1.28±0.03	3.54±0.10	9.36±0.14	0.2±0.02	1.48±0.02
Pomace (10%)	1.57±0.02	3.65±0.11	10.10±0.11	0.21±0.03	1.98±0.03
Pomace (15%)	1.69±0.03	3.98±0.12	10.34±0.14	0.21±0.02	2.21±0.01
Pomace (20%)	1.72±0.04	3.72±0.10	11.01±0.13	0.22±0.01	2.50±0.02

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly ($P \leq 0.05$); LSD: least significant difference at $P < 0.05$.

तालिका 7. खाना पकाने से पहले और बाद में सेंवई के कार्यात्मक गुण

Sample	Cooking time(min)	Swelling Index	Water absorption Capacity (g/100g)	Cooking loss (%)
Control 1(Refined flour)	11.15	1.04±0.12	73.5±0.5	15±0.14
Pulp residue (5%)	10.45	1.5±0.4	101±0.37	15.5±0.16
Pulp residue (10%)	10.03	1.87±0.18	115.5±0.41	16.3±0.13
Pulp residue (15%)	9.34	2.06±0.24	153±0.36	18.5±0.08
Pulp residue (20%)	9.05	3.33±0.13	160±0.38	20.3±0.14
Pomace (5%)	9.50	1.71±0.15	108±0.47	17.02±0.01
Pomace (10%)	9.14	2.66±0.18	127.5±0.43	18.05±0.03
Pomace (15%)	9.02	1.87±0.27	202.5±0.48	20.08±0.14
Pomace (20%)	8.45	3.16±0.35	212.5±0.43	22.6±0.12

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly ($P \leq 0.05$); LSD, least significant difference at $P < 0.05$.

कड़वाहट के बिना आहार फाइबर का संवर्धन सह-एंजाइमी उपचार का उपयोग करके किया गया है। इस विधि में किन्नौ रस उद्योग उपोत्पाद को समान परिचालन मापदंडों पर एंजाइम नरिंगेज और प्रोटीएज के साथ व्यवहार किया गया था। एंजाइमेटिक उपचार के बाद अपरिष्कृत रेशा क्रमशः 81.45% और 58.95% किन्नू पल्प अवशेषों और किन्नू पोमैस में होता है। यह दर्शाता है कि इसका उपयोग फाइबर के स्रोत या प्राकृतिक खाद्य सामग्री पाउडर के रूप में किया जा सकता है। इस प्रकार यह क्रियाशील खाद्य उत्पादों का विकास डिबेटर्ड किन्नू जूस उद्योग के अवशेषों का उपयोग करके किया जा सकता है।

एक्सट्रूडेड फूड प्रोडक्ट्स का विकास डिबेटर्ड किन्नू पल्प अवशेषों और पोमैस के सप्लीमेंट द्वारा किया गया है। वर्तमान अध्ययन में सेंवई की तैयारी के लिए परिष्कृत गेहूं के आटे में किन्नू उद्योग उप-उत्पादों की विभिन्न सांद्रता डाली गयी। डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमैस पूरक सेंवई के पोषण संबंधी विश्लेषण को तालिका 6 में दिखाया गया है। डिबेटर्ड किन्नू पल्प अवशेषों और डिबेटर्ड किन्नू पोमैस की एकाग्रता सेंवई में (5-20%) तक बढ़ायी गयी। डिबेटर्ड किन्नौ पल्प अवशेष सप्लीमेंटेड सेंवई में कच्चे फाइबर की मात्रा 0.85 से लेकर 1.63% तक और डिबेटर्ड किन्नौ पोमैस सप्लीमेंटेड सेंवई में 1.48 से 2.50% तक पायी गयी।

सेंवई के कार्यात्मक गुण

15% डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमैस पूरक सेंवई में न्यूनतम खाना पकाने का नुकसान (18.5, 20.0%) दिखाया गया है, लेकिन उच्च सूजन सूचकांक (2.06, 1.87), जल अवशोषण क्षमता (153, 202 ग्राम / 100 ग्राम) और इष्टतम खाना पकाने का समय (9.34, 9.02 मिनट) पाया गया। पल्प अवशेषों और पोमैस पूरक सेंवई की खुराक और भंगुरता की दृढ़ता (10.0 और 21.5) पल्प अवशेषों और (16.7 और 16.1) पोमैस, नियंत्रण नमूना (6.1 और 2.1) की तुलना में अधिक थी, जैसा कि तालिका 7 में दिखाया गया है। इसके अलावा सेंवई की लालिमा, दृढ़ता, टीपीसी, डीपीपीएच गतिविधि और जल अवशोषण क्षमता डिबिटरेड किन्नो पल्प अवशेष और पोमैस के डालने के साथ बढ़ गई।

बनावट का विश्लेषण

डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमैस के पूरक से प्रभावित रूप में पकाया और बिना पके हुए सेंवई की दृढ़ता और भंगुरता जैसे बनावट गुण तालिका 8 में दिखाया गया है।

तालिका 8. बिना पके और पके सेंवई के बनावट गुण

Sample	Hardness (N)	Fracturability (N)
Uncooked samples		
Control (refined flour)	6.106±0.4	2.165±0.38
Pulp residue (15%)	10.01±0.38	21.582±0.34
Pomace residue (15%)	16.738±0.35	16.128±0.38
Cooked samples		
Control (refined flour)	1.927±0.4	0.744±0.4
Pulp residue (15%)	4.30±0.37	2.30±0.35
Pomace (15%)	7.18±0.38	1.89±0.38

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly ($P \leq 0.05$); LSD, least significant difference at $P < 0.05$

Table 7. Functional properties of vermicelli before and after cooking

<i>Sample</i>	<i>Cooking time(min)</i>	<i>Swelling Index</i>	<i>Water absorption Capacity (g/100g)</i>	<i>Cooking loss (%)</i>
<i>Control 1(Refined flour)</i>	11.15	1.04±0.12	73.5±0.5	15±0.14
<i>Pulp residue (5%)</i>	10.45	1.5±0.4	101±0.37	15.5±0.16
<i>Pulp residue (10%)</i>	10.03	1.87±0.18	115.5±0.41	16.3±0.13
<i>Pulp residue (15%)</i>	9.34	2.06±0.24	153±0.36	18.5±0.08
<i>Pulp residue (20%)</i>	9.05	3.33±0.13	160±0.38	20.3±0.14
<i>Pomace (5%)</i>	9.50	1.71±0.15	108±0.47	17.02±0.01
<i>Pomace (10%)</i>	9.14	2.66±0.18	127.5±0.43	18.05±0.03
<i>Pomace (15%)</i>	9.02	1.87±0.27	202.5±0.48	20.08±0.14
<i>Pomace (20%)</i>	8.45	3.16±0.35	212.5±0.43	22.6±0.12

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly ($P \leq 0.05$); LSD, least significant difference at $P < 0.05$.

Enhancement of dietary fiber without bitterness has been studied by using co- enzymatic treatment. In this method kinnow juice industry by-product was treated with enzyme naringinase and protease at similar operational parameters. It was analysed that post enzymatic treatment crude fiber is 81.45% and 58.95 % in kinnow pulp residue and kinnow pomace, respectively. This remarkable enhancement represents 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.

The food product developed by supplementation of debittered kinnow pulp residue and pomace in extruded products. In the present study different concentrations of kinnow industry by-products were supplemented in refined wheat flour for the preparation of vermicelli. Nutritional analysis of debittered pulp residue and pomace supplemented vermicelli has been shown in Table 6. It has been found that with increase in concentration of debittered kinnow pulp residue and debittered kinnow pomace (5–20%) in vermicelli. The crude fiber content varied from 0.85 to 1.63% in debittered pulp residue containing vermicelli and from

1.48 to 2.50% in debittered pomace containing vermicelli.

Functional properties of vermicelli

Vermicelli containing 15% debittered kinnow pulp residue and pomace showed minimum cooking loss (18.5, 20.0 %) but higher swelling index (2.06, 1.87), water absorption capacity (153, 202 g/100g) and optimal cooking time (9.34, 9.02 min). Firmness and fracturability of vermicelli supplemented debittered pulp residue (10.0 and 21.5) and pomace (16.7 and 16.1) was higher as compared to control sample (6.1 and 2.1) respectively as shown in Table 7. Further, redness, firmness, TPC, DPPH activity and water absorption capacity of vermicelli got increased with addition of debittered kinnow pulp residue and pomace.

Textural analysis

Textural properties such as firmness and fracturability of cooked and uncooked vermicelli as affected by supplementation of debittered pulp residue and pomace is shown in Table 8.

Table 8. Textural properties of un-cooked and cooked vermicelli

<i>Sample</i>	<i>Hardness (N)</i>	<i>Fracturability (N)</i>
Uncooked samples		
<i>Control (refined flour)</i>	6.106±0.4	2.165±0.38
<i>Pulp residue (15%)</i>	10.01±0.38	21.582±0.34
<i>Pomace residue (15%)</i>	16.738±0.35	16.128±0.38
Cooked samples		
<i>Control (refined flour)</i>	1.927±0.4	0.744±0.4
<i>Pulp residue (15%)</i>	4.30±0.37	2.30±0.35
<i>Pomace (15%)</i>	7.18±0.38	1.89±0.38

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly ($P \leq 0.05$); LSD, least significant difference at $P < 0.05$

परिणामों के अनुसार नियंत्रण नमूने (6.106 और 2.165) की तुलना में डिबेटर्ड पल्प अवशेषों (10.01 और 21.582) और पोमेस (16.738 और 16.128) पूरक सेंवई की कठोरता और भंगुरता दोनों बढ़ गई। पोमेस पूरक सेंवई की दृढ़ता और भंगुरता, डिबिटरड पल्प अवशेष पूरक सेंवई की तुलना में अधिक थी।

सेंवई के रंग माप

डिबेटर्ड पल्प अवशेष और पोमेस युक्त पके हुए सेंवई के साथ L* मूल्यों में कोई महत्वपूर्ण अंतर नहीं दिखा। यह देखा गया है कि डिबेटर्ड पल्प अवशेष और पोमेस सेंवई में L* मान 43.28, 38.57 और गैर-पूरक पके हुए सेंवई में 39.91 थी। जबकि डिबेटर्ड पल्प अवशेष और पोमेस सेंवई में a* मान (2.46 और 4.67) था और गैर-पूरक पके हुए सेंवई में (0.24) था। हालाँकि, पके हुए डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमेस पूरक सेंवई का b* मान (24.05, 23.52) लगभग समान था और गैर-पूरक पके हुए सेंवई में (11.07) था, जो तालिका 9 में दिखाया गया है। तैयार किए गए सेंवई का पीला रंग इसकी उपभोक्ता स्वीकृति के लिए उत्पाद की वांछनीय विशेषता हो सकता है। यह देखा गया कि 15% डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमेस पूरक सेंवई खाना पकाने के न्यूनतम नुकसान, उच्च L*, a*, b* पकाया नमूनों के मामले में मान, अधिकतम जल अवशोषण क्षमता और इष्टतम खाना पकाने का समय को दर्शाते हैं।

विकसित सेंवई जो डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमेस (15% सांद्रता) के समावेश से तैयार की जाती है, रेशा, फाइटोकेमिकल्स और एंटीऑक्सिडेंट्स से भरपूर थी। यह देखा गया कि डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमेस के अलावा कुल आहार फाइबर, टीपीसी, डीपीपीएच गतिविधि में वृद्धि हुई, खाना पकाने के समय में कमी, सूजन की क्षमता में वृद्धि और जल अवशोषण क्षमता और न्यूनतम खाना पकाने का नुकसान है। डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमेस से समृद्ध सेंवई में नियंत्रण नमूनों की तुलना में नारंगी रंग दिखाई देता है। इस प्रकार, सेंवई में डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमेस के पूरक दोहरे लाभ प्रदान कर सकते हैं, यानी फाइबर युक्त खाद्य उत्पादों के उत्पादन के साथ-साथ किन्नू प्रसंस्करण के मूल्य में वृद्धि भी होती है जो अन्यथा पर्यावरण के लिए प्रमुख चिंता का विषय हैं।

मुख्य उपलब्धियां

- विकसित सेंवई के साथ 15% डिबेटर्ड पल्प अवशेषों और पोमेस में न्यूनतम खाना पकाने की हानि (18.5, 20.0%), लेकिन उच्च सूजन सूचकांक (2.06, 1.87) के साथ जल अवशोषण क्षमता (153, 202 ग्राम / 100 ग्राम) और इष्टतम खाना पकाने का समय (9.34, 9.02 मिनट) है।
- विकसित सेंवई रेशा, फाइटोकेमिकल्स और एंटीऑक्सिडेंट में समृद्ध है।

ए 06: कृषि अवशेषों से जाइलीटोल उत्पादन हेतु कुशल प्रक्रिया का विकास

जाइलीटोल के सिद्ध स्वास्थ्य लाभ है जैसे इसके प्रीबायोटिक्स गुण, जिस कारण यह आंत के स्वास्थ्य को बढ़ावा देता है और दांतों को भी सड़ने से बचाता है। यह जैविक और रासायनिक प्रक्रियाओं द्वारा व्यावसायिक स्तर पर उत्पादित किया जा सकता है। चावल का भूसा बहतयात में उपलब्ध बायोमास है और इसका उपचार करके हेमिसेलुलोस भाग को तोड़ा जा सकता है। माइक्रोबियल किण्वन द्वारा लिग्नोसेल्यूलोसिक सामग्री से प्राप्त प्राकृतिक ज़ाइलोज से जाइलीटोल का उत्पादन एक लाभप्रद विधि है। जाइलीटोल और प्राकृतिक माइक्रोबियल किण्वन से प्राप्त प्राकृतिक ज़ाइलोज (हाइड्रोलाइज़ेट) से जाइलीटोल का उत्पादन एक किफायती तरीका माना जाता है। जाइलीटोल का उत्पाद विभिन्न खमीरो का उपयोग करके किया जा सकता है, जैसे कि पी. स्टिपिटिस, सी. ट्रोपिका लिस, सी. गिलियरमॉन्डि, डी. हैन्सेनी और के. मार्क्सिनस। लिग्नोसेल्यूलोसिक बायोमास से प्राप्त हाइड्रोलाइज़ेट में विषाक्त यौगिक होते हैं जो खमीर की वृद्धि और गतिविधि को रोकते हैं।

तालिका 9. बिना पके और पके सेंवई के रंग माप

Sample	L*	a*	b*
Un-cooked samples			
Control (Refined flour)	41.14±1.39	1.34±1.01	13.49±0.67
Pulp residue (15%)	31.65±1.31	3.79±1.03	25.07±0.34
Pomace (15%)	21.65±1.28	9±0.99	27.19±0.32
Cooked samples			
Control (Refined flour)	39.91±1.32	0.24±0.76	11.07±0.56
Pulp residue (15%)	43.28±1.35	2.46±0.65	24.05±0.41
Pomace (15%)	38.57±1.21	4.67±0.47	23.52±0.23

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly (P<0.05); LSD, least significant difference at P <0.05.

The results indicated that both hardness and fracturability increased with the addition of debittered pulp residue (10.01 and 21.582) and pomace (16.738 and 16.128) as compared to control sample (6.106 and 2.165). Firmness and fracturability of debittered pomace supplemented vermicelli was higher as compared to debittered pulp residue supplemented vermicelli.

Colour measurements of vermicelli

Cooked vermicelli supplemented with debittered kinnow by-products showed no significant difference in L* values. It has been observed that L* values were 43.28, 38.57 in debittered pulp residue and pomace supplemented vermicelli and 39.91 in un-supplemented cooked vermicelli, whereas a* value was higher (2.46 and 4.67) in debittered pulp residue and pomace supplemented vermicelli than un-supplemented cooked vermicelli (0.24). However, b* value of cooked pulp residue and pomace supplemented vermicelli was almost similar (24.05, 23.52) but higher than un-supplemented cooked vermicelli (11.07) as shown in Table 9. The yellow colour of prepared vermicelli can be the desirable attribute of the product for its consumer acceptance. In previous studies on egg pasta produced from oat, teff and wheat flour, dietary fiber enriched extruded products were darker as compared to the control sample. It was observed that vermicelli having 15% substitution of debittered kinnow pulp residue and pomace in refined flour showed minimum cooking loss, high L*, a*, b* values in case of cooked samples, maximum water absorption capacity and optimal cooking time.

The developed vermicelli which is prepared with the incorporation of debittered pulp residue and pomace (15%concentration) was rich in fiber, phytochemicals and antioxidants as compared to control sample. It was observed that the addition of debittered kinnow pulp residue and pomace led to enhancement in total dietary fiber, TPC, DPPH activity, decrease the cooking time,

increase swelling capacity and water absorption capacity and minimum cooking loss. The debittered kinnow pulp and pomace residue enriched vermicelli has appealing orangecolour as compared to the control samples. Thus, the supplementation of debittered kinnow pulp and pomace in vermicelli can provide dual benefits, i.e. production of fiber rich food products as well as value addition of kinnow processing byproducts which otherwise are major concern to the environment.

Salient Achievements

- The developed vermicelli with 15%debittered kinnow pulp residue and pomace revealed minimum cooking loss (18.5, 20.0 %) but higher swelling index (2.06, 1.87) along with water absorption capacity (153, 202 g/100g) and optimal cooking time (9.34, 9.02 min).
- The prepared vermicelli's rich in fiber, phytochemicals and antioxidants.

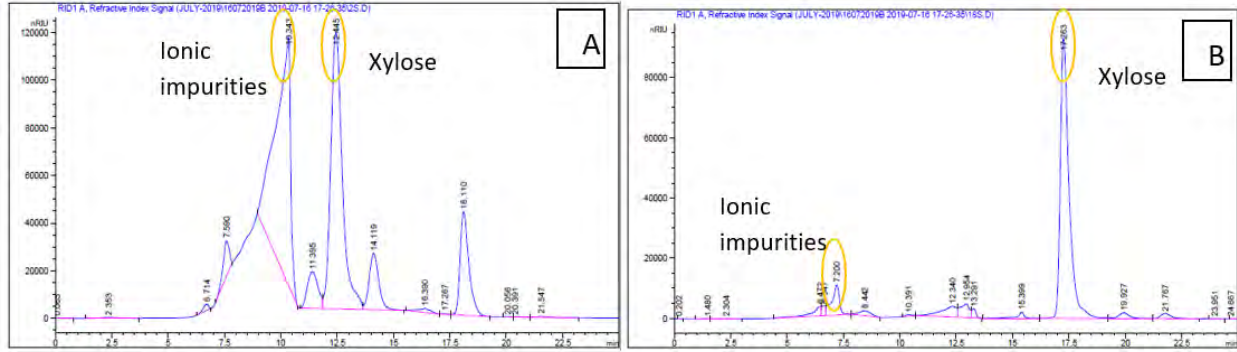
A 06: Efficient process development for xylitol production from agricultural residues (rice straw)

Xylitol has proven health benefits such as its prebiotic property, thus has the ability to promote gut health, and also prevent tooth decay. It can be produced by chemical and biological processes on a commercial scale. The rice straw is abundantly available biomass and can be pretreated to hydrolyze the hemicellulosic component. Production of xylitol from natural xylose (hydrolysate) obtained from lignocellulosic materials and by microbial fermentation is considered an economical method. Xylitol can be produced using various yeasts, such as *P. stipitis*, *C. tropicalis*, *C. guilliermondii*, *D. hansenii* and *K. marxianus*. The hydrolysate obtained from lignocellulosic biomass contains toxic compounds which inhibit the growth and activity of yeast.

Table 9. Colour measurements of vermicelli before and after cooking

<i>Sample</i>	<i>L*</i>	<i>a*</i>	<i>b*</i>
<i>Un-cooked samples</i>			
<i>Control (Refined flour)</i>	41.14±1.39	1.34±1.01	13.49±0.67
<i>Pulp residue (15%)</i>	31.65±1.31	3.79±1.03	25.07±0.34
<i>Pomace (15%)</i>	21.65±1.28	9±0.99	27.19±0.32
<i>Cooked samples</i>			
<i>Control (Refined flour)</i>	39.91±1.32	0.24±0.76	11.07±0.56
<i>Pulp residue (15%)</i>	43.28±1.35	2.46±0.65	24.05±0.41
<i>Pomace (15%)</i>	38.57±1.21	4.67±0.47	23.52±0.23

Values are the Mean ± SD of three replications; Values in different columns differ significantly (P≤0.05); LSD, least significant difference at P <0.05.



चित्र 13. A. उच्च दाब भाप पूर्व उपचार के पश्चात हाइड्रोलाइजेट में ज़ाइलोज की सांद्रता (९.५९ ग्राम/लीटर), B. Ba(OH)₂ से निराकरण के पश्चात हाइड्रोलाइजेट में ज़ाइलोज की सांद्रता और आयनिक अशुद्धता की कमी

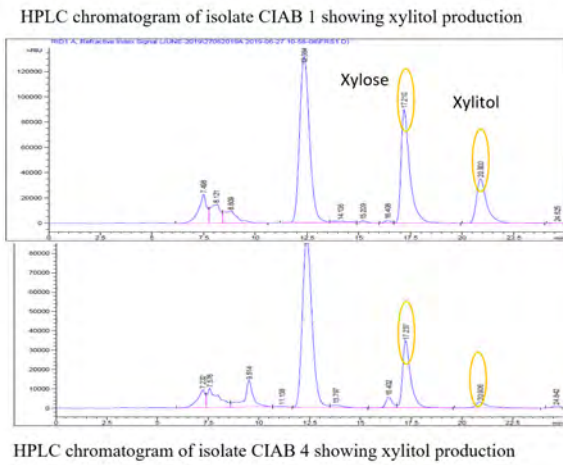
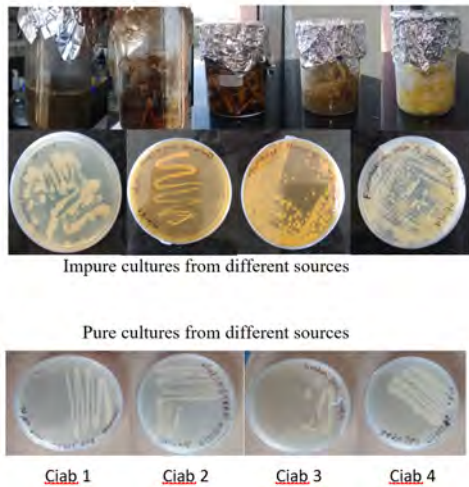
आदर्श रूप से, एक पूर्व उपचार प्रक्रिया को कम लागत का होना चाहिए, वह विभिन्न लिग्नोसेल्यूलोसिक सामग्रियों के कुशल डीलिग्निफिकेशन सक्षम होना चाहिए तथा न्यूनतम सेल्यूलोज क्षरण के साथ साथ विषाक्त पदार्थों जैसे फरफ्यूरल, ५ हाइड्रोक्सीमिथाइलफुरफुराल (एचएमएफ) और एसिटिक एसिड का गैर-महत्वपूर्ण उत्पादन करने वाला होना चाहिए।

अनुसंधान प्रगति

यह अध्ययन सूक्ष्मजीव किण्वन द्वारा जाएलिटोल उत्पादन पर केंद्रित है। इसमें चावल के भूसे के पूर्व उपचार से ज़ाइलोज समृद्ध हाइड्रोलाइजेट की प्राप्ति और उससे माइक्रोबियल किण्वन द्वारा जाएलिटोल के उत्पादन की प्रक्रिया के विकास पर ध्यान दिया गया है। पांच अलग-अलग जगहों से मिट्टी का चयन किया गया और उनमें से, बगीचे की मिट्टी, गेहूँ के खेत के भूसे के कचरे, चावल के खेत के भूसे के

कचरे, गन्ने के खेत के कचरे और फलों के कचरे को प्राप्त किया गया। इन जगहों से प्राप्त कल्चरों को आगे परीक्षण किया गया और चावल के भूसे से अधिकतम जाएलिटोल उत्पादन के लिए अनुकूलित किया गया, क्योंकि लीगनोकेललूलोस बायोमास से जाएलिटोल उत्पादन के लिए किण्वन से पहले पूर्व उपचार की जरूरत होती है।

डाइल्यूट एसिड पूर्व उपचार शुगर निष्कर्षण के लिए सबसे अधिक साध्य हाइड्रोलिसिस विधि है, जो सेल्यूलोज की तुलना में अधिक दक्षता के साथ हेमीसेल्यूलोज घटक को घोलती है। पूर्व उपचार के लिए, चावल का भूसा मुख्य रूप से भारत के मोहाली के निजी खेतों से एकत्र किया गया था। बायोमास को धोया गया, हवा में सुखाया गया और कच्चे माल के रूप में उपयोग करने के लिए एक बॉल मिलर और श्रेडर के साथ क्रमशः दो आकारों में काट दिया गया। दिया गया (१९० μm-२०० μm) और (<२ मिमी या <6 मिमी)। चावल के इस भूसे कोफिर ६० मिनट के लिए १२१ °C पर १% v/v विभिन्न अम्ल (फॉस्फोरिक



चित्र 14. लीगनोसेल्यूलोसिक हाइड्रोलाइजेट के रूप में ज़ाइलोज से सबसे अधिक जाइलिटोल उत्पाद करने वाले उपभेदों के चयन के लिए विभिन्न रणनीतियाँ अपनाई गयीं। अलग अलग नमूनों से पृथक किये गए उपभेद (आइसोलेट्स) और HPLC क्रोमैटोग्राम जाइलिटोल उत्पाद दर्शाते हुए.

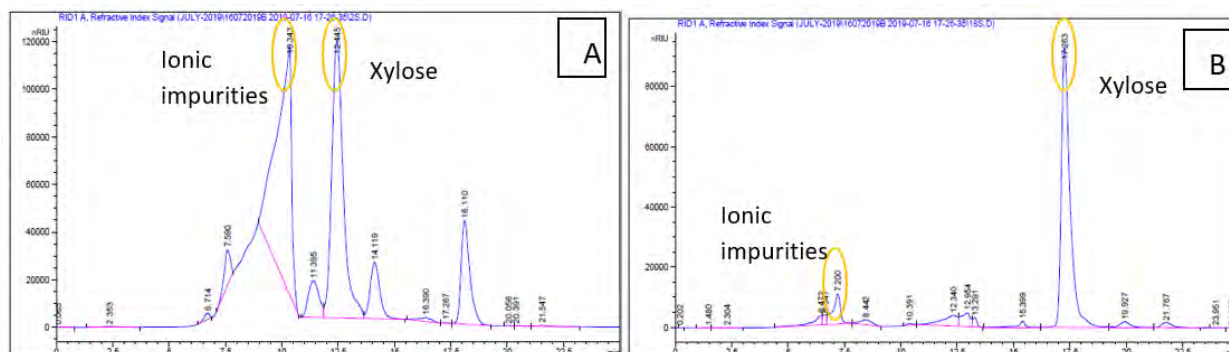


Figure 13. shows A. xylose concentration (9.59 g/L) in hydrolysate upon high pressure steam pretreatment, B. xylose concentration (8.8 g/L) in hydrolysate upon neutralization with Ba(OH)₂ along with a decrease in ionic impurities.

Ideally, a pretreatment method ought to present a low cost, efficient delignification of different lignocellulosic materials, minimum cellulose degradation and non-significant production of toxins like furfural, 5-hydroxymethylfurfural (HMF) and acetic acid.

Research Progress

The focus of this study was on the process development for pretreatment of rice straw for obtaining xylose rich hydrolysate followed by its microbial fermentation to produce xylitol. Soils from five different sites were selected and obtained viz., garden soil, wheat straw field waste, rice straw field waste, sugarcane waste and fruit waste. The cultures isolated from these sites were further

tested and optimized for maximum xylitol production from rice straw, as for xylitol production from lignocellulose biomass need to pretreated before fermentation.

Pretreatment, dilute acid pretreatment is the most feasible hydrolysis method for sugar extraction due to its potential to solubilise the hemicellulose component with greater efficiency as compared to cellulose. For pretreatment, the rice straw was primarily collected from private farms in Mohali, India. The biomass was washed, air-dried and chopped into two sizes viz., (190 μm-200 μm) and (≤2mm or ≤6 mm) with a ball miller and shredder respectively to be used as the raw material. The rice straw material was treated with 1% v/v different acids (phosphoric acid, nitric acid, sulphuric acid and

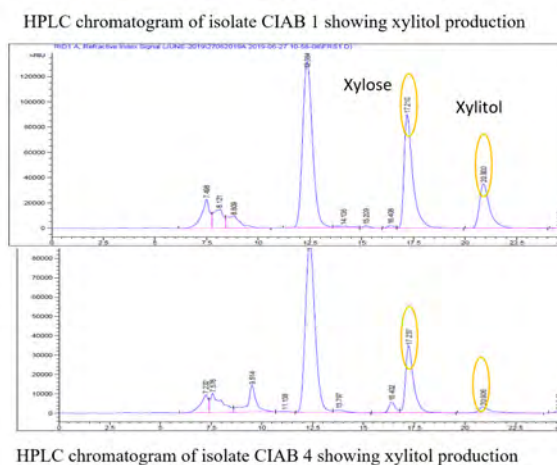
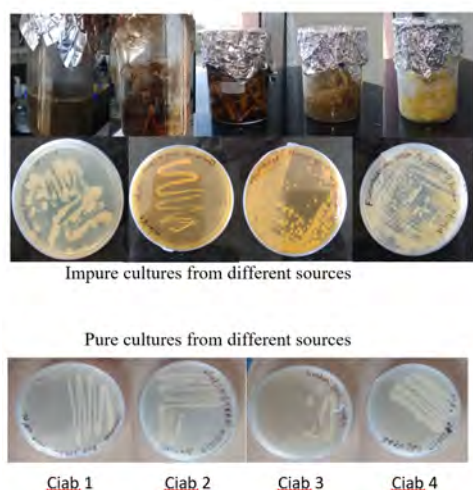
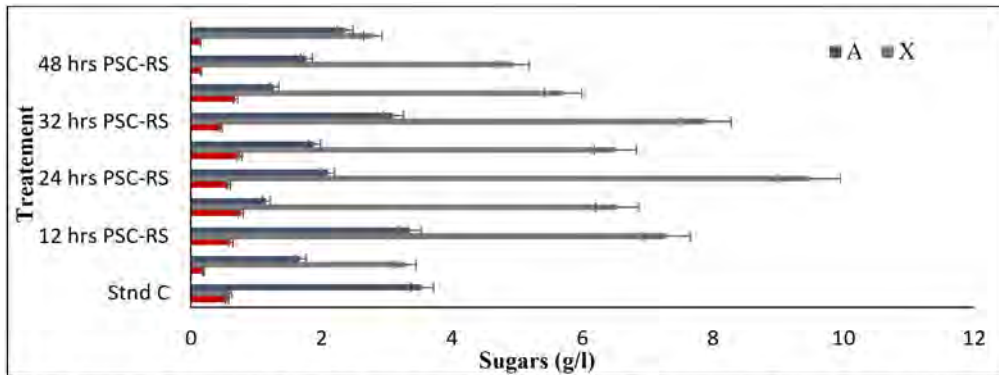


Figure 14. Different strategies were adopted to screen maximum xylitol producing strain from xylose in the form of lignocellulosic hydrolysate; a. isolates from different samples and HPLC chromatogram of selected isolate showing xylitol production.



NOTE: PSP-RS is presoaked of 190µm- 200µm sized rice straw, PSC-RS is presoaked of 2mm- 6 mm sized rice straw, Std C is unsoaked of 2mm - 6 mm sized rice straw, Std P is unsoaked of 190µm- 200µm sized rice straw.

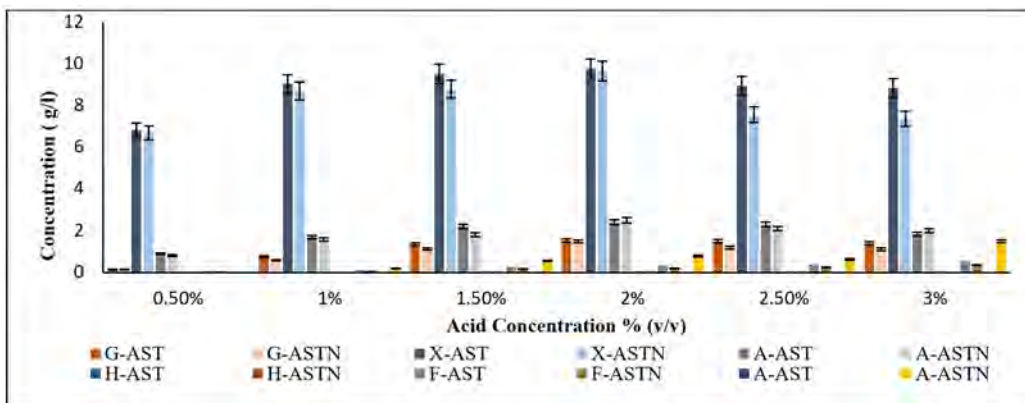
चित्र 15. भाप पूर्व उपचार और निराकरण के बाद पहले से भिगोने और आकार का हेमिसेलुलोजिक शुगर्स- (ग्लूकोस, ज़ाइलोज़, अरेबिनोस) के उत्पाद पर प्रभाव

अम्ल, नाइट्रिक अम्ल, सल्फ्यूरिक अम्ल और हाइड्रोक्लोरिक अम्ल) के साथ उपचार किया गया था। विभिन्न अम्लों में से (यहां नहीं दिखाया गया डेटा) चावल के भूसे के पूर्व उपचार के लिए सल्फ्यूरिक एसिड का चयन किया गया था, अन्य अमलों की तुलना में इसके कई फायदे हैं जैसे अघुलनशील नमक का निर्माण, कम संक्षारण और उच्च दक्षता। 10 ग्राम चावल का भूसा 100 मिलीलीटर 1.5% v/v H₂SO₄ में 1:10 अनुपात (सूखा बायोमास: कंसन्ट्रेटेड अम्ल) में लिया गया था ताकि बाद में Ba(OH)₂ के साथ निराकरण होने पर अघुलनशील बेरियम सल्फेट के साथ 2.2 ग्राम ज़ाइलोज़ प्रति लीटर प्राप्त हो सके (चित्र 13)। निराकरण के दौरान गठित तलछट को 15 मिनट के लिए 4000 आरपीएम पर अपकेंद्रित कर हटा दिया गया था। स्पष्ट सतह पर तैरनेवाला एचपीएलसी द्वारा स्पष्ट सतह पर तैरते हुए द्रव्य में ज़ाइलोज़ की जांच की गई। हाइड्रोलाइसिस के बाद प्राप्त ठोस बायोमास को ताजे पानी से कई बार धोया गया और 24 घंटे के लिए 60 डिग्री सेल्सियस पर सूखाया गया। पृथक उपभेदों में से 3% ज़ाइलोज़ (v/v) नियंत्रण मीडिया पर अपनी ज़ाएलिटोल उत्पादन क्षमता के आधार पर सीआईएबी

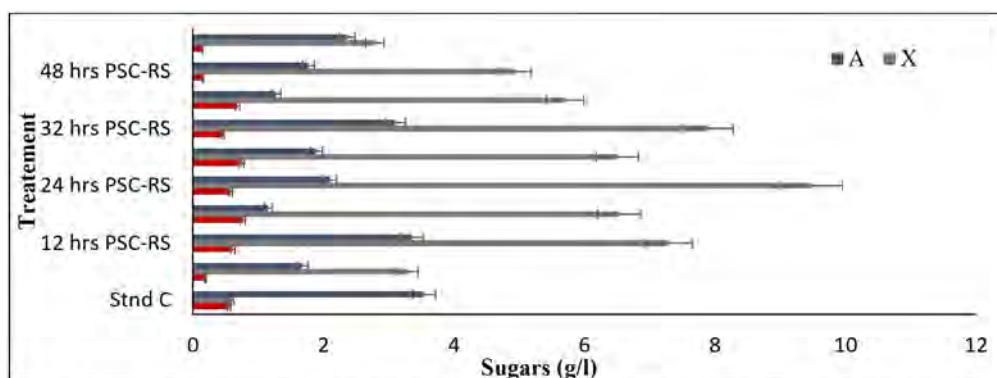
1 नामक उपभेद को चुना गया और पहचान के लिए MTCC, चंडीगढ़ भेजा गया (चित्र 14)।

आगे के प्रयोगों में, समय और ऊर्जा की खपत को कम करने के लिए अलग-अलग पूर्व उपचार मापदंडों का विश्लेषण किया गया। चावल के भूसे को भिगो के अम्लीय हाइड्रोलाइसिस करने के प्रभाव का अध्ययन किया गया, जिसमें चावल के 2 आकार - कटे हुए चावल के भूसे (2 मिमी या 6 मिमी) और उसका पाउडर (190 µm-200 µm)। इनको 4 अलग अलग समय के लिए (12, 24, 32, 48 घंटे) 1% सल्फ्यूरिक एसिड (v/v) रखा गया और उसके बाद उसे प्रत्यक्ष भाप विस्फोट से पूर्व उपचार किया गया। नमूना जिसमें चावल के भूसे बिना भिगोये 1% v/v पतले H₂SO₄ के साथ उपचारित थे उसे नियंत्रण के रूप में लिया गया (चित्र 15)। अधिकतम ज़ाइलोज़ उत्पादन 24 घंटे के भिगो के और कटे चावल के भूसे के साथ देखा गया था।

हेमिसेल्यूलोज़ हाइड्रोलाइसिस को H₂SO₄ के विभिन्न सांद्रता अर्थात्, 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% और 3% (v/v) (चित्र 16)



चित्र 16. भाप उपचार और Ba(OH)₂ निराकरण के बाद सल्फ्यूरिक अम्ल की विभिन्न सांद्रता का पूर्व उपचार डेटा नोट G- ग्लूकोस, X- ज़ाइलोज़, A-अरेबिनोस H- HMF, F- फरफुराल, A- एसिटिक एसिड AST- भाप उपचार के बाद ASTN -भाप उपचार और निराकरण के बाद



NOTE: PSP-RS is presoaked of 190µm- 200µm sized rice straw, PSC-RS is presoaked of 2mm- 6 mm sized rice straw, Std C is unsoaked of 2mm - 6 mm sized rice straw, Std P is unsoaked of 190µm- 200µm sized rice straw.

Figure 15. Effect of presoaking and size on the production of hemicellulosic sugars i.e. glucose, xylose and arabinose upon steam pretreatment followed by neutralization.

hydrochloric acid) at 121°C for 60 min. Among different acids sulphuric acid was selected for pretreatment of rice straw among different acids (data not shown here), due to some advantages it offered as compared to other acids such as formation of insoluble salt, low corrosivity and efficiency. 10 g rice straw was taken in 100 ml 1.5% v/v H₂SO₄ in 1:10 ratio (dry biomass: dilute acid conc.) to achieve 8.8 g/l xylose upon neutralization with Ba(OH)₂ accompanied with the formation of insoluble barium sulphate (Fig. 13). The precipitates formed during neutralization were removed by centrifugation at 4000 rpm for 15 min. The clear supernatant was examined for xylose by HPLC. The solid biomass remained after hydrolysis was washed several times with fresh water and was dried at 60 °C for 24 h. Out of the isolated strains, strain named CIAB 1 was selected based on its xylitol producing ability on the control media containing 3% (v/v

xylose and sent to MTCC, Chandigarh for identification (Fig. 14).

In further experiments, different impregnating pretreatment parameters were analyzed in a way to reduce the time interval and require less energy. The effect of presoaking on the acidic hydrolysis of rice straw was studied, using 2 sizes of rice i.e., cut rice straw (≤2mm or ≤6 mm) and its powdered form (190 µm - 200 µm) for 4 different time periods (12, 24, 32, 48 h) at room temperature, in 1%v/v sulphuric acid followed by direct steam explosion pretreatment. The sample containing RS (unsoaked) with 1% v/v dilute H₂SO₄ was taken as control (Fig. 15). The maximum xylose production was observed with 24 hrs presoaking and cut rice straw.

Hemicellulose hydrolysis was optimized with different concentrations of H₂SO₄ viz., 0.5%, 1%, 1.5%, 2%, 2.5% and 3% (v/v) (Fig. 16). During steam

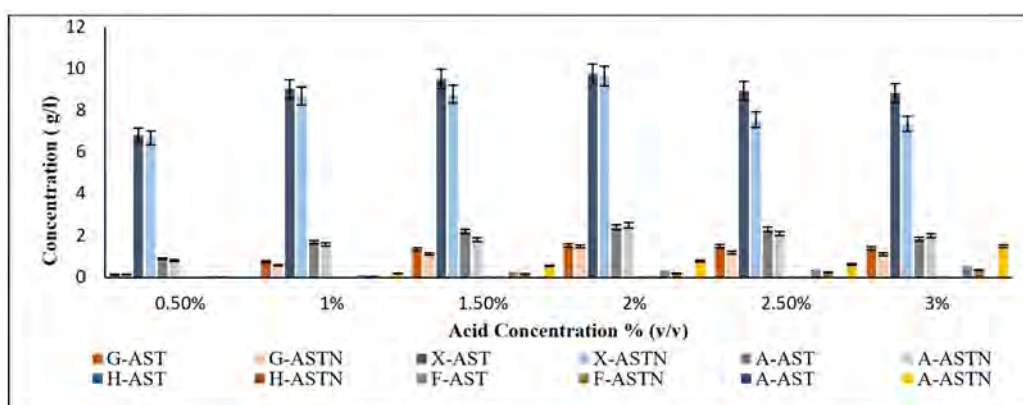
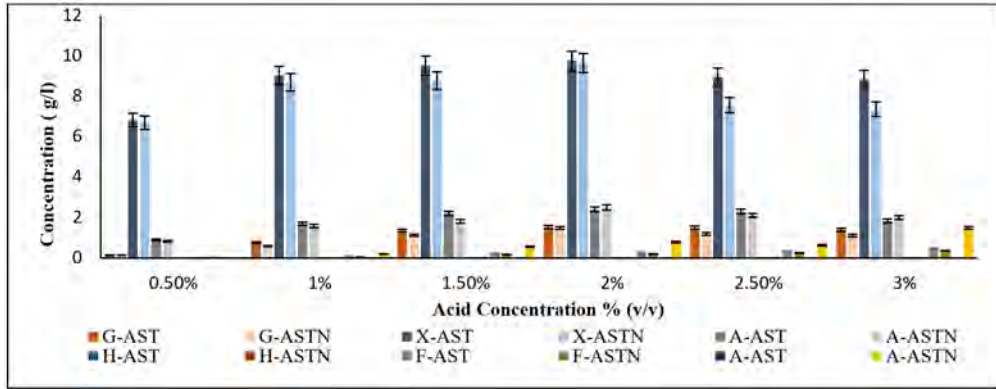


Figure 16. Pretreatment data with different concentration of dil. Sulphuric acid after steam treatment and upon neutralization with Ba(OH)₂. NOTE: G: Glucose, X: Xylose, A: Arabinose, H:HMF, F: Furfural, A: Acetic acid, AST: after steam pretreatment, ASTN: after steam treatment and neutralization.



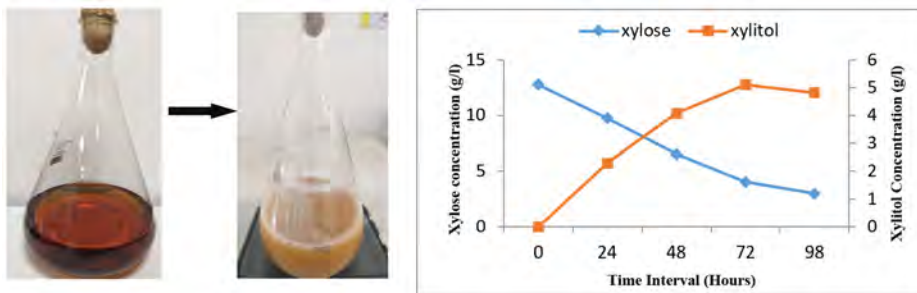
चित्र 17. भाप उपचार और Ba(OH)₂ से निराकरण के बाद का पूर्व उपचार डेटा

के साथ अनुकूलित किया गया। पूर्व उपचार के दौरान हेमिसेलुलॉसिक मोनोसैकराइड्स के उत्पादन के साथ साथ अन्य अवरोधकों जैसे एचएमएफ, फरफुरल और एसिटिक अम्ल का भी अनुमान लगाया गया। यह देखा गया कि अधिकतम चीनी उत्पादन 1.5% और 2% H₂SO₄ (9.5% (w/v) और 9.5% (w/v) क्रमशः) के साथ मिला। हालांकि, अवरोधकों की मात्रा 1.5% की तुलना में 2% एसिड सांद्रता में अधिक थी। इसके अलावा, एसिटिक एसिड 1.5% की तुलना में 2% अधिक था। इसलिए 1.5% H₂SO₄ सांद्रता को चुना गया था। सिर्फ भाप से पूर्व उपचारित नमूने की तुलना में निराकरण भी किये गए नमूने में अवरोधकों (एचएमएफ और फरफुरल) की मात्रा में महत्वपूर्ण कमी देखी गयी। भाप पूर्व उपचार प्रक्रिया की हाइड्रोलिसिस दक्षता पर विभिन्न समय अवधि (१०, २०, ३०, ४०, ५०, ६० मिनट) के प्रभावों का भी अध्ययन किया गया (चित्र 17)। अधिकतम उत्पादन 30 मिनट पर देखा गया जब अवरोधकों के न्यूनतम निर्माण हुआ।

डिटॉक्सिफाइड चावल के भूसे के हाइड्रोलाइजेट के किण्वन को 5 ली. एर्लेनमेयर फ्लास्क में अलग-अलग किया गया था, जिनमें से प्रत्येक में 1 ली. हाइड्रोलाइजेट था। हर एक हाइड्रोलाइजेट को 4% खमीर इनोकुलम (ओडी ६००-०.६) के साथ साथ अन्य सामग्रियों स पूर्ण किया गया - (g/l) खमीर सार, ३.० के साथ पूरक था; पेप्टोन, १.०; माल्ट सार, ०.५; MgSO₄·7H₂O ०.३ g (pH ५.०)। प्रत्येक कल्चर को ७२ घंटे के लिए ३० डिग्री सेल्सियस पर घुमाया

गया। इसके पश्चात नमूने निकाले गए और २० मिनट के लिए ४००० आरपीएम पर अपकेंद्रित किये गए। सतह पर तैरनेवाले कोशिका मुक्त द्रव्य को जाएलिटोल और अवशिष्ट चीनी की सांद्रता का निर्धारण करने के लिए इस्तेमाल किया गया था। हाइड्रोलाइजेट जो 1.5% H₂SO₄ १२१ °C पर ३० मिनट के साथ उपचार करके तैयार किया गया उसी से अनुकूलित परिस्थितियों पर सी आई ए बी -1 को पृथक किया गया जिसमें जाएलिटोल ९.८२% (w/v) (चित्र 18a) था।

अनुपचारित कच्चे हाइड्रोलाइजेट पर (प्रारंभिक ज़ाइलोज सांद्रता, १२.७७ ग्राम/लीटर) सी आई ए बी -1 का जाएलिटोल किण्वन प्रोफाइल और उसके साथ ज़ाइलोज की खपत चित्र 18b में दिखाया गया है। ७२ घंटे में सबसे अधिक जाएलिटोल की प्राप्ति हुई 5.११ g/l था जो की 0.५८ g/g ज़ाइलोज की खपत से बना था। किण्वन के लिए इस्तेमाल किया जाने वाला हाइड्रोलाइजेट को निराकरण के बाद बिना उसे डिटॉक्सिकेट और संक्रेदित किये हुए उपयोग किया गया। मानक स्थितियों के तहत 0.५८ g/g की उच्च जाएलिटोल उपज देखी गई जो अनुकूलित उपभेदों -(सी. ट्रोपिकैलिस आईटीसीसी १८३० और सी. ट्रोपिकैलिस एमटीसीसी ९०३८ के जाएलिटोल की उपज 0.३२ ग्राम/ग्राम और 0.33 ग्राम/ग्राम क्रमशः कॉर्नकोब हाइड्रोलाइजेट) से अधिक है। हालांकि, सी आई ए बी -1 की जाएलिटोल उपज चावल के भूसे के हाइड्रोलाइजेट पर कैंडिडा गिलमोन्डोनी।



चित्र 18. CIAB-१ द्वारा हाइड्रोलाइजेट का किण्वन चित्र ७. CIAB-१ द्वारा अलग अलग समय अंतराल पर ज़ाइलिटोल का उत्पाद

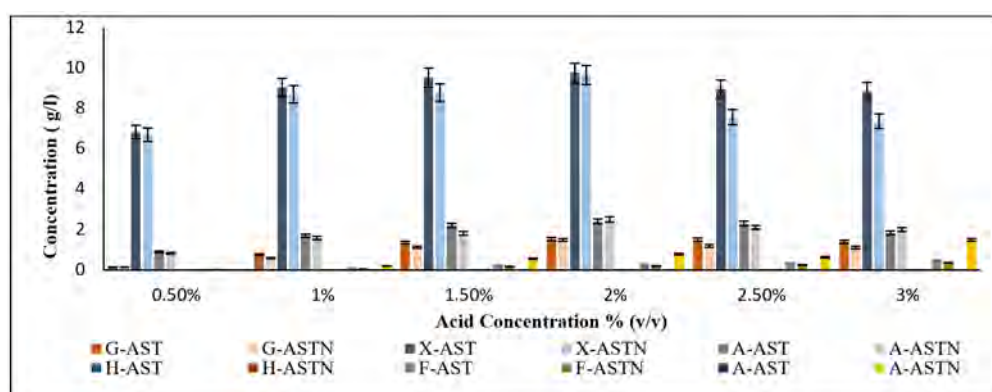


Figure 17. Pretreatment data at different time intervals after steam treatment and upon neutralization with $\text{Ba}(\text{OH})_2$.

pretreatment in order to estimate the production of hemicellulosic monosachharides along with other inhibitors such as HMF, Furfural and acetic acid. It was seen that max. sugar production was achieved with 1.5% and 2% H_2SO_4 (9.51 % (w/v) and 9.75 % (w/v) respectively). However, the amount of inhibitors was higher at 2% acid concentration as compared to 1.5%. Also, acetic acid formation was more at 2% as compared to 1.5%. So, 1.5% dil. H_2SO_4 concentration was chosen. A significant decrease in inhibitor concentration (HMF & furfural) upon neutralization was also observed as compared to steam pretreated fractions alone. The effect of different time periods (10, 20, 30, 40, 50, 60 minutes) on the hydrolysis efficiency of steam pretreatment process were also studied (Fig. 17). Maximum production was noticed at 30 min. along with minimum formation of inhibitors.

The fermentation of detoxified rice straw hydrolysate was carried out separately in 5L Erlenmeyer flasks, each containing 1L of hydrolysate. The hydrolysate was supplemented with (g/L) yeast extract, 3.0; peptone, 1.0; malt extract, 0.5; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.3g (pH 5.0 ± 0.2), was inoculated with 5.0% inoculum of each culture separately ($\text{OD}_{600} = 0.6$) and incubated at 30°C for 72 h under

shaking conditions (150 rpm). Samples were withdrawn and centrifuged at 4000 rpm for 20 min. The cell free supernatant was used to determine the xylitol and residual sugar concentration.

Hydrolysate prepared with treatment with 1.5% dil. sulphuric acid for 30 min at 121°C was employed for xylitol production at optimized parameters for isolated microbial strain named CIAB-1 and the hydrolysate contained 9.82% (w/v) initially (Fig. 18a).

The xylitol fermentation profile of CIAB-1 on untreated raw hydrolysate (initial xylose concentration, 12.77 g/l) with corresponding utilization of xylose is shown in the Fig. 18b. The highest xylitol concentration obtained was 5.11g/l at 72 h with xylitol yield of 0.58 g/g xylose. Maximum xylitol production is observed at 72 hrs. The hydrolysate used for fermentation was used as such upon neutralization without detoxifying and concentrating it. Under standard conditions a decent xylitol yield of 0.58g/g was observed which is higher than adapted strains *C. tropicalis* ITCC1830 and *C. tropicalis* MTCC 9038 with xylitol yield of 0.32 g/g and 0.33 g/g respectively on corncob hydrolysate. Though, the xylitol yield of CIAB-1 was less than *Candida guilliermondii* on rice straw

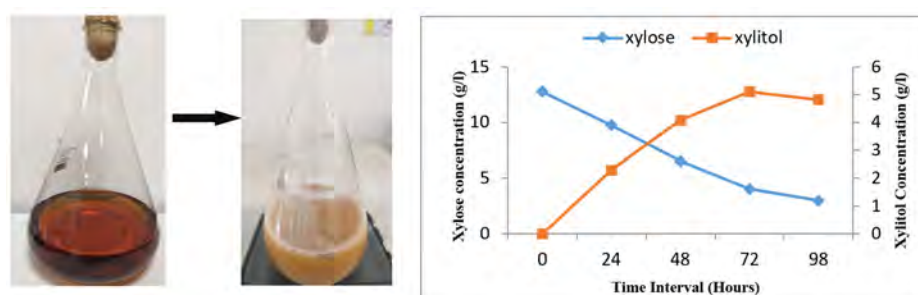


Figure 18. (a) Hydrolysate fermentation by CIAB-1. (b) Xylitol production at different time intervals by CIAB-1.

(YP / S = ०.६५ g/g) और कैडिडा मैगनोलिया TISTR5663 परिभाषित मीडिया (YP / S = ०.६५ g/g) पर से कम थी। मीडिया की प्रारम्भिक मात्रा १०० g/1ज़ाइलोज़ थी।

मुख्य उपलब्धियां

- चावल के भूसे से ज़ाइलोज़ उत्पादन के लिए पूर्व उपचार प्रक्रिया का अनुकूलन और न्यूनतम आयनिक अशुद्धता और अवरोधक की प्राप्ति
- नॉन-डिटॉक्सीफाइड चावल के भूसे के हाइड्रोलाइज़ से जाएलिटोल उत्पादन के लिए एक पोटेंशियल आइसोलेट का चयन।



hydrolysate (YP/S=0.65 g/g) and *Candida magnolia* TISTR5663 on defined media (YP/S=0.65 g/g) with initial xylose concentration of 100 g/l xylose.

Salient Achievements

- Optimized the pretreatment process for xylose production from rice straw with minimum ionic impurity and inhibitors.
- Screened a potential isolate for xylitol production from non-detoxified rice straw hydrolysate.



क्षेत्र: ब

विशिष्ट उत्पादों और रसायनों के लिए फसल कचरे का मूल्य स्थिरीकरण

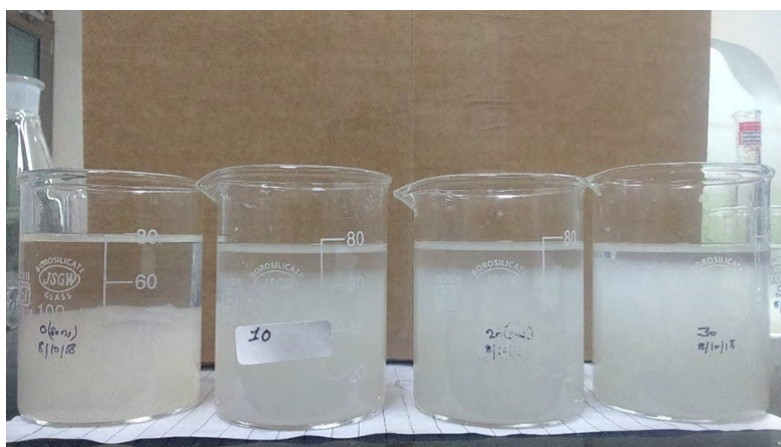
इस क्षेत्र का उद्देश्य फसल की कटाई के बाद छोड़े गए अन-उपयोग या कम उपयोग वाले बायोमास के लिए मूल्य पैदा करना या अनाज या कृषि-वस्तुओं की फसल के लिए खेत स्तर के संचालन से उत्पन्न होना है। इस प्रकार, इसका उद्देश्य जैविक रूप से और/या रासायनिक रूप से उनके प्रसंस्करण के लाभदायक दायरे का आकलन और एहसास करना है ताकि प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग-आधारित उत्पादों की एक द्वितीयक धारा उत्पन्न की जा सके। नैनोसेल्यूलोज, फ्रयूरफ्रूल अल्कोहल, लिग्निन आधारित नैनोमेटेरियल और प्लेटफॉर्म रसायन ऐसे उत्पादों के कुछ उदाहरण हैं। बायोमास में इस तरह के मूल्य सृजन के प्रयास के परिणाम माध्यमिक कृषि आय फिटिंग को उत्प्रेरित करने के लिए, 'माध्यमिक कृषि' या 'माध्यमिक कृषि उत्पादों' (एसएपी) का विषय है।

बी 01: अलग-अलग विलायकों में नैनोकैल्यूलोज की अस्थिरता और स्थिरता अध्ययन

चावल का भूसा उत्तरी भारत में विशेष रूप से सबसे अधिक उप-उत्पाद में से एक है। पंजाब में प्रत्येक वर्ष 19.7 मिलियन टन धान का पुआल पैदा होता है और इसमें से केवल 4.3 मिलियन टन (लगभग 22 प्रतिशत) का उपयोग बायोमास-आधारित बिजली संयंत्रों, कार्डबोर्ड इकाइयों और चारे के रूप में किया जाता है। जबकि इसके बारे में 70-80 MMT को जला दिया जाता है। मिट्टी के कटाव,

जिससे फेफड़ों की बीमारियों आदि होते हैं। को जलाकर निपटाया जाता है। इसलिए नैनोकैल्यूस तैयार करने के लिए चावल के भूसे की जैव-परिष्करण और इसके व्युत्पन्न निर्माण इसके वैश्वीकरण के लिए सबसे उपयुक्त विकल्प है। नैनोकैल्यूलोज की विशिष्ट विशेषताओं, जैसे उच्च सतह क्षेत्र और पहलू अनुपात के कारण, वे बहुलक मैट्रिक्स में थर्मोप्लास्टिक स्टार्च जैसे मजबूत एजेंट के रूप में उपयोग होते हैं। पारंपरिक कंपोजिट की तुलना में पॉलिमर कम्पोजिट में सेलुलोज नैनोकम्पोजिट सामग्री के फायदे यह है कि कम सुदृढीकरण स्तरों पर, बेहतर ऊष्मीय, यांत्रिक, अवरोध के गुण होते हैं।

सीए प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त सबसे महत्वपूर्ण कार्बनिक एस्टर है। इसके अनुप्रयोगों में फाइबर, झिल्ली, फिल्मों और प्लास्टिक शामिल हैं। सीए भी हल्के, माइक्रोवेवबल है और अच्छा प्रकाशीय गुण है। इसके अलावा, सी ए बायोकोम्पोसाइट्स में अच्छे अवरोधक गुण होते हैं, खाद्य पदार्थों के शेल्फ आयु को लम्बा खींचते हैं क्योंकि वे सूक्ष्मजीवों और ऑक्सीकरण के हमले से भोजन की रक्षा करते हैं [8 सी ए का उपयोग परिधान और सिगरेट उद्योगों में किया गया है, और गैस पृथक्करण, विपरीत परासरण जैसी प्रक्रियाओं में, डायलिसिस और हेमोडायलिसिस। इसके अलावा, इसका उपयोग प्लास्टिक, लैक्विर्स, फोटोग्राफिक फिल्मों, चिपकने और पैकेजिंग में किया जाता है। सी ए के पास मजबूत गुण और कई प्रकार के अनुप्रयोग हैं लेकिन फिर भी उनके विभिन्न गुणों को बेहतर बनाने और उनके विशाल कार्यान्वयन का विस्तार करने के लिए कई प्रयास किए गए हैं।



चित्र 1. सीएनएफ घोल पर सोनिकेशन समय का प्रभाव

Research 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, furfuryl alcohol, lignin, phenolics, 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: Dispersibility and stability studies of nanocellulose in different solvents

Rice straw is one of the most underutilized by-product specially 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.

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

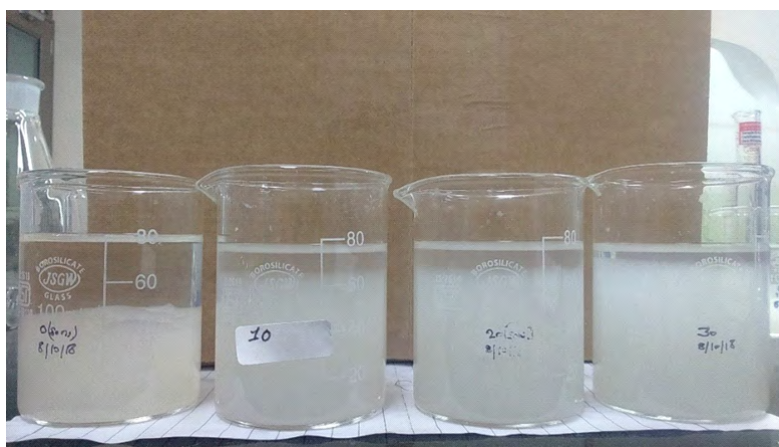


Figure 1. Effect of sonication time on CNF suspension

साहित्य के अनुसार, कई अध्ययन न केवल पारंपरिक सीए के विभिन्न गुणों में सुधार करने के लिए उन्मुख किए गए हैं, बल्कि इसके अलावा कई अनुप्रयोगों में सेलूलोज़ एसीटेट नैनोकम्पोसिट (सीएएनसी) के विकास को बढ़ावा दिया गया के विकास को गले लगाने के लिए। उदाहरण के लिए, एसीसी को तैयार करने के लिए एक सरल विधि का प्रस्ताव दिया क्योंकि साहित्य में सीए पर आधारित एसीसी के तन्वयता गुण असंतोषजनक हैं या उल्लेख नहीं किया गया है। क्षार उपचार के बाद सेलूलोज़ डाइएसीटेट (सीडीए) पर आधारित एसीसी तैयार किए गए थे, और संभव उच्च यांत्रिक गुणों के लिए सुदृढीकरण के रूप में नैनो-फैब्रिलेटेड सेलूलोज़ (एनएफसी) का चयन किया गया था। सीडीए और एनएफसी के बीच एनएफसी की उच्च सामग्री के कारण, और एफटीआईआर, एक्सआरडी और एसईएम लक्षण वर्णन के अनुसार सीडीए और एनएफसी के बीच बातचीत में कुछ अनुकूलता थी। सीडीए मैट्रिक्स में एनएफसी को शामिल करने के साथ, सीडीए समग्र फिल्मों के यांत्रिक गुणों में काफी सुधार हुआ था, भले ही फिल्मों की थर्मल स्थिरता और पारदर्शिता कुछ हद तक कम हो गई थी।

अधिकांश अध्ययन टेम्पो ऑक्सीडाइज्ड सेलूलोज़ नैनो-फाइब्रिल्स, टीओसीएन का भराव के रूप में सेलूलोज़ एसीटेट आधारित नैनोकम्पोजिट के उपयोग पर केंद्रित थे, जो मुख्य रूप से उनकी पारदर्शिता और दक्षता में सुधार लाने के लिए थे; 2017 में, एक ही लेखक ने इंटरफेशियल लेयर की मोटाई के प्रभाव के बारे में एक लेख प्रकाशित किया है। सीडीए मैट्रिक्स में टीओसीएन के सुदृढीकरण की क्षमता पर। एक अन्य अध्ययन में, सी ए आधारित नैनोकंपोजिट की पारदर्शिता और यांत्रिक गुणों में सुधार करने के लिए एसिटिलेटेड सेलूलोज़ नैनो व्हिस्कर्स को शामिल किया गया। तैयार की गई मिश्रित फिल्मों में साफ सुथरी सी ए फिल्म के समान पारदर्शिता थी इसलिए मुख्य रूप से अध्ययनों को में टीओसीएन, भूतल संशोधित सेलूलोज़ नैनोक्रीस्टल सहित सेलूलोज़ एसीटेटबेड कंपोजिट के प्रकाशीय और यांत्रिक गुणों को बेहतर बनाने पर केंद्रित किया गया था, लेकिन चावल के भूसे से सूखे सेलूलोज़ नैनोफिलर्स को फ्रीज ड्राई नहीं किया गया है, डीएमएसओ और डीएमएफ के आधार पर अलग-अलग विलायकों का पता लगाया गया था। सीएनएफसी की घुलनशीलता। इलेक्ट्रोस्पिनिंग द्वारा गठित अधिकांश सेलूलोज़ एसीटेट मिश्रित फिल्मों के अलावा जो किफायती नहीं है। इसलिए विभिन्न मापदंडों का अनुकूलन करके फिल्म बनाने के लिए एक सरल कास्टिंग विधि का उपयोग किया गया था।

परिकल्पना

- सेलूलोज़ नैनोफाइबर के सजातीय फैलाव को दोहरे विलायक का उपयोग करके सेलूलोज़ एसीटेट मैट्रिक्स में प्राप्त किया जाएगा।
- कम अवशिष्ट लिमिन वाले सेलूलोज़ नैनोफाइबर का उपयोग बेहतर पारदर्शिता और थर्मल स्थिरता के साथ सेलूलोज़ एसीटेट नैनोकम्पोजिट फिल्म तैयार करने के लिए किया जा सकता है।
- नैनोकम्पोजिट के यांत्रिक गुणों को भी बढ़ाया जाएगा।

कार्यप्रणाली

सेलूलोज़ के रूप में पानी में प्रमुख विलेयता के मुद्दे हैं, नैनोकैलुलोज़ के लिए उपयुक्त उपयुक्त विलायक ढूंढना पहला कदम है। मैट्रिक्स चुना गया यानी

तालिका 1. विभिन्न DMSO / पानी के मिश्रण में 0.01wt% सीएनएफसी फैलाव की जीटा पोटेंशियल

S.NO.	DMSO content (%)	Zeta potential (mV)
1	0	-55.37
2	10	-68.70
3	20	--65.95
4	30	72.42
5	40	-50.79
6	50	-45.61
7	60	-39.00
8	70	-48.56
9	80	-45.07
10	90	-49.00
11	100	-52.47

सेलूलोज़ एसीटेट अधिकांश कार्बनिक विलायक में पहले से ही घुलनशील है, इसलिए हमें मैट्रिक्स और भराव (नैनोसेलुलोज़) दोनों के लिए एक आम विलायक खोजना होगा।

अलग-अलग तापमानों पर एसीटोन (हाईमीडिया), डायमेथाइल सल्फॉक्साइड (मर्क केमिकल्स), टोल्युइन (हाईमीडिया), डाइक्लोरोमेथेन (मर्क केमिकल्स), क्लोरोफॉर्म (मर्क केमिकल्स), मेथनॉल (हाईमीडिया), अलग-अलग तापमान पर फ्रीज ड्रायड नैनोकैलुलोज़ के साथ अलग-अलग विलायक का परीक्षण किया गया। सभी में से, डीएमएसओ और डीएमएफ ने नैनोसेलुलोज़ के कुछ घुलना दिखाया गया। चावल के भूसे सीएनएफसी को एक कांच की बोतल में ढीले ढक्कन के साथ रखा गया था और सीएनएफसी युक्त कम नमी प्राप्त करने के लिए ओवन में सुखाया गया। सीएनएफ का 5 भार % डीएमएसओ , डीएमएसओ/पानी या पानी में सोनिकेटर (सोनिक्स, विब्रा सेल) का उपयोग करके पानी में फैलाया गया था। डीएमएसओ के द्रव्यमान अनुपात को पानी में बदलकर विलायक की संरचना को बदलने के लिए डीएमएसओ में पानी के द्रव्यमान अनुपात को बदला गया ताकि निम्नलिखित मिश्रण प्राप्त किए जा सकें, 80:20, 70:30, 60:40 और 50:50। सजातीय फैलाव को प्राप्त करने के लिए बाथ सोनिकेटर पर्याप्त उपयुक्त नहीं था। सोनिकेटर से पहले, अलग-अलग द्विआधारी विलायक अनुपात को प्राप्त करने के लिए अल्ट्रा टर्नाक्स T25 होमोजिनेज़र से फैलाव का किया गया था (चित्र 1&2)।

निष्पन्न

जीटा पोटेंशियल: शुद्ध पानी में मापा गया जीटा क्षमता का निरपेक्ष मान अर्थात -55 मि.वो. साहित्य में बताए गए मान के अनुरूप है। पानी में अनपेक्षित सीएनएफ की जीटा क्षमता का निरपेक्ष मूल्य -55 मि.वो. निर्धारित किया गया था, जो साहित्य में बताए गए मान के अनुसार है। इस निरपेक्ष मूल्य में कमी से कमजोर प्रतिकारक शक्तियां उत्पन्न होती हैं और इसलिए अंततः सीएनएफ फैलाव की वृद्धि होती है (तालिका 1)।

According to literature, several studies have been oriented not only to improve the different properties of traditional CA but additionally to embrace the development of cellulose acetate nanocomposite (CANC) in several applications. For example, proposed a simple method to prepare ACCs as the tensile properties of ACCs based on CA reported in the literatures are unsatisfactory or not mentioned. the ACCs based on cellulose diacetate (CDA) followed by alkali treatment were prepared, and nanofibrillated celluloses (NFCs) were selected as reinforcement for possible high mechanical properties. Owing to the high content of NFCs in CDA, and the interaction between CDA and NFCs resulted in certain compatibility as revealed by FTIR, XRD, and SEM characterization. With the incorporation of NFCs into the CDA matrix, the mechanical properties of CDA composite films were significantly improved, even though the thermal stability and transparency of the films were somewhat reduced. Most of the studies were focused on use of Tempo oxidized cellulose nanofibrils, TOCN as filler in cellulose acetate based nanocomposites to improve mainly their transparency and befrigence. In 2017, same authors publish an article regarding effect of interfacial layer thickness on the reinforcement potential of TOCN in CTA matrix. In another study, the addition of acetylated cellulose nanowhiskers to improve the transparency and mechanical properties of ca based nanocomposites. Prepared composite films had high level of transparency as the neat CA film. So mainly studies were focused on improving the optical and mechanical properties of the cellulose acetatebased 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 taken based on the solubility of CNFs. Besides most of the cellulose acetate composite films were formed by electrospinning which is not economical. Hence a simple casting method was used for film prapartion by optimizing various parameters.

Hypothesis

- Homogeneous dispersion of cellulose nanofibers will be achieved in cellulose acetate matrix by using binary solvent.
- Cellulose nanofibers with lower residual lignin can be used to prepare cellulose acetate nanocomposite film with improved transparency and thermal stability.
- Mechanical properties of the nanocomposites will also be enhanced.

Methodology

As cellulose having major solubility issues in water,

Table 1. Zeta potential of 0.01wt % CNF dispersion in different DMSO/water mixtures

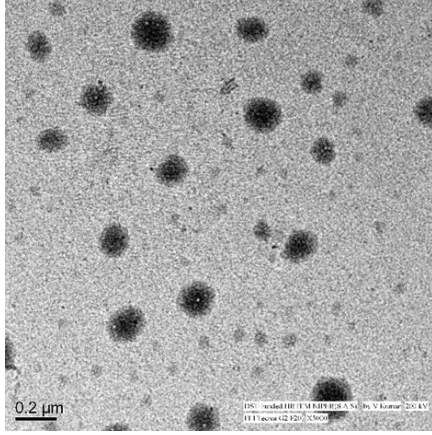
S.NO.	DMSO content (%)	Zeta potential (mV)
1	0	-55.37
2	10	-68.70
3	20	--65.95
4	30	72.42
5	40	-50.79
6	50	-45.61
7	60	-39.00
8	70	-48.56
9	80	-45.07
10	90	-49.00
11	100	-52.47

finding suitable suitable solvent for nanocellulose is the first step. The matrix chosen i.e cellulose acetate is already soluble in most of the organic solvent , so we have to find one common solvent for both the matrix and the filler (nanocellulose). 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, DMSO and DMF showed some suspension of nanocellulose.

Rice straw CNF was put in a glass bottle with loose lid and dried in oven to obtain lower moisture containing CNF. 0.5 wt % of CNF was dispersed in DMSO, DMSO/water or in water using probe sonicator (Sonics, Vibra Cell). The composition of solvent was varied by changing the mass ratios of DMSO to water so that the following mixtures were obtained: 80:20, 70:30, 60:40 and 50:50. As bath sonicator was not appropriate enough to achieve homogeneous dispersion. Before sonication, dispersion was also subjected to ultra Turrax T25 homogenizer to achieve different binary solvent ratio. With increase in sonication time, stability of the suspension increases which may can be attributed to the size reduction of cellulose nanofibers (CNF) (Figs. 1&2).

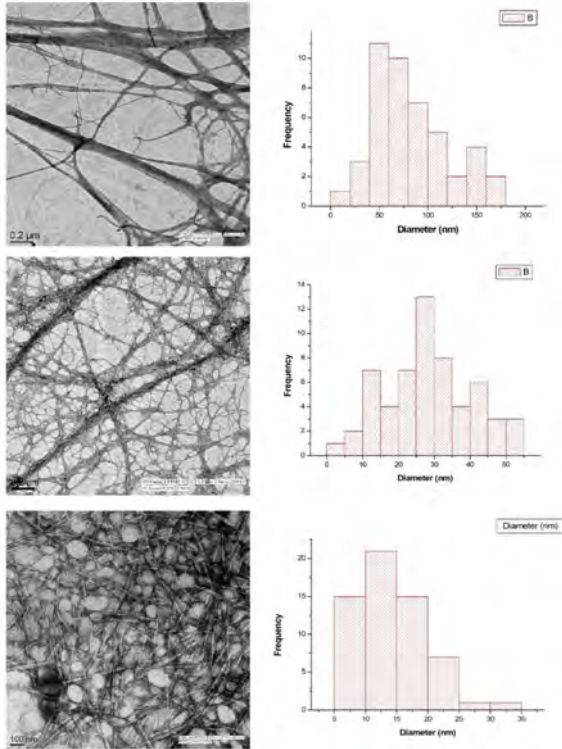
Characterization

Zeta Potential: The absolute value of Zeta potential measured in pure water i.e -55 mV is consistent with the values reported in literature. The absolute value of Zeta potential of unfuctionalized CNF in water was determined to be -55 mV, which is in accordance with the values reported in literature. A decrease in this absolute value would result in weaker repulsive forces and hence ultimately agglomeration of CNF dispersion (Table 1).



चित्र 2. DMSO में CNF की सूजन दिखा रहा है

डीएमएसओ सामग्री में 30% तक की वृद्धि के साथ, -72 मि.वो. से नीचे जेटा संभावित मान की एक भारी कमी देखी गई। डीएमएसओ की मात्रा में >40% और वृद्धि होने पर, नकारात्मक जेटा क्षमता लगभग -45 मि.वो. के संतृप्ति मान तक पहुँच जाती है। समग्र प्रयोग के परिणामों से पता चला है कि डीएमएसओ/पानी के मिश्रण में सीएनएफ का फैलाव नैनो-फाइबरस के व्यास के कम होने से हुआ है। यह डीएमएसओ की क्षमता के कारण हो सकता है जोकि आंशिक रूप से शेष गैर-



चित्र 3. (ए) शुद्ध पानी (बी) शुद्ध डीएमएसओ और (सी) डीएमएसओ में सीएनएफ घोल की टीईएम छवि: 80:20

सेल्यूलोसिक भाग को भंग कर दें जो सेल्यूलोज सतह को कवर करता है (चित्र 4&5)

0 घंटे



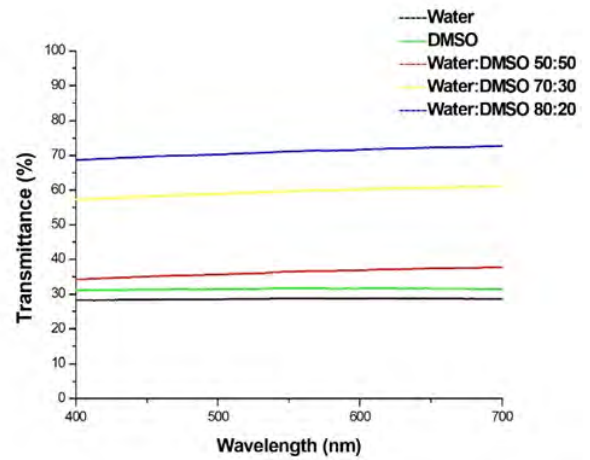
24 घंटे



चित्र 4. DMSO में 0.5 wt% CNF की जलता, DMSO के 80:20 अनुपात में जल और DMSO / जल स्थिरता दिखाते हुए: जल

उच्च रिज़ॉल्यूशन ट्रांसमिशन इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी (HR-TEM)

फैलाय गए सीएनएफ का न्यूनतम औसत व्यास डीएमएसओ:पानी के 80:20 अनुपात में पाया गया। इसी तरह के निष्कर्षों को पीवीए हाइड्रोजेल द्वारा दिखाया गया था जिसे नैनोसेल्यूलोज थैंग के साथ प्रबलित किया गया था जिसे चिकित्सीय लेंस के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है और साथ ही कॉर्निया उत्थान के लिए एक प्रत्यारोपण भी किया जा सकता है (चित्र 3)।



चित्र 5. इवांभन्न साल्वेंट्स में CNF फैलाव का विश्लेषण

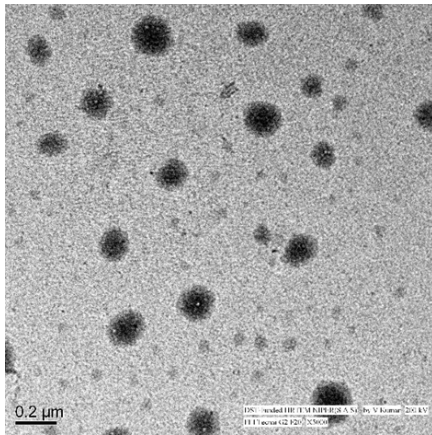


Figure 2. Showing swelling of CNF in DMSO

With increase in DMSO content upto 30 %, a steep decrease of Zeta potential value down to -72 mV was observed. Upon further increase in DMSO concentration >40 %, the negative zeta potential reaches saturation value of about -45 mV. Overall experimental results showed that the CNF dispersion in DMSO/water mixtures by reducing the diameter of nanofiberes. This may be due

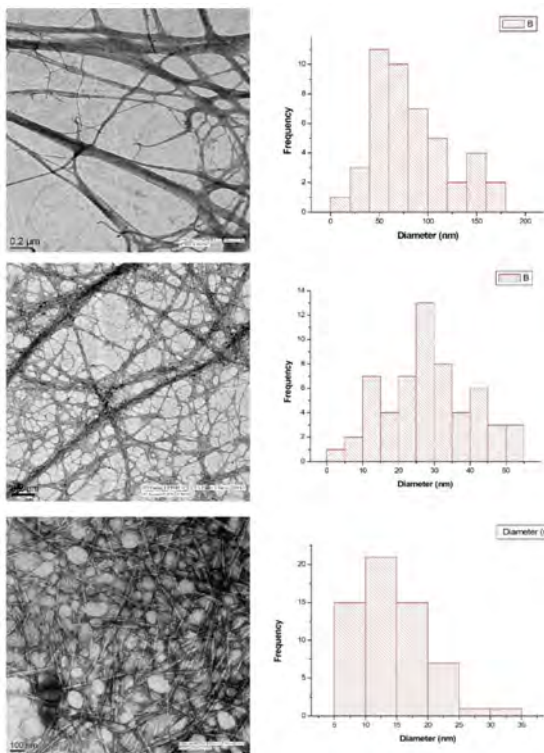


Figure 3. TEM image of CNF suspension in (a) pure water (b) pure DMSO and (c) DMSO:water 80:20

to the ability of DMSO to partially dissolve the remaining non-cellulosic part that covered the cellulose surface (Figs. 4&5).

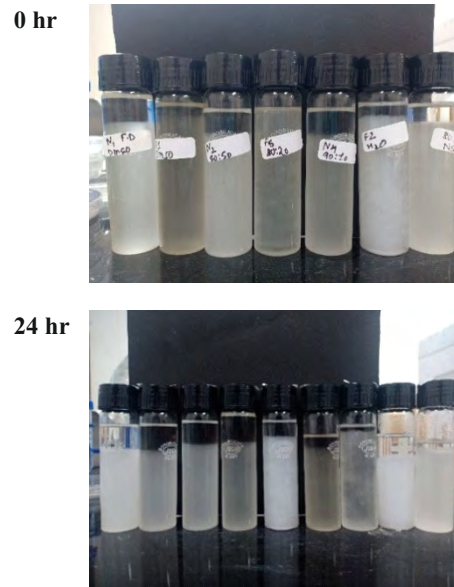


Figure 4. Dispersibility of 0.5 wt %CNF in DMSO, water and DMSO/water showing stability in 80:20 ratio of DMSO:Water

High-resolution transmission electron microscopy (HR-TEM)

CNF dispersed in DMSO: water ratio of 80:20 was found to possess the minimum average diameter. Similar findings were shown by PVA hydrogels reinforced with nanocellulose that can be used as a therapeutic lens as well as an implant for cornea regeneration (Fig. 3).

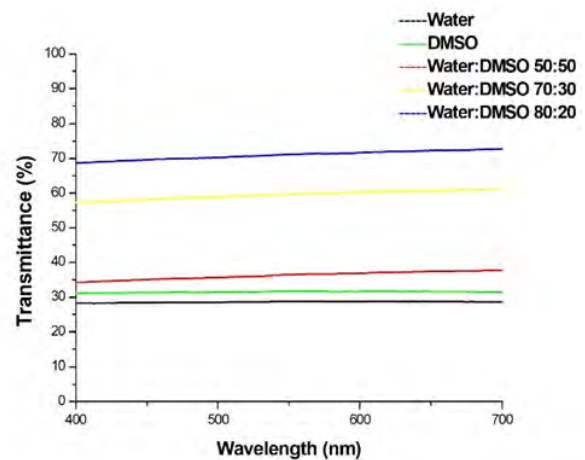


Figure 5. Transmittance of CNF dispersion in different solvents

फैलाव का अध्ययन

यह ध्यान रखना दिलचस्प है कि द्विआधारी मिश्रण में डीएमएसओ की मात्रा बढ़ाने से को बढ़ाते हुए पारदर्शिता बढ़ती है। डीएमएसओ में सीएनएफ फैलाव; (80:20) के पानी के अनुपात में शुद्ध पानी या डीएमएसओ की तुलना में सबसे अधिक पारदर्शिता लगभग 70% थी। उपयोग बिंदु से देखने पर, लेप और चिपकने वाले क्षेत्रों को विशेष रूप से दृश्यमान क्षेत्र में समग्र फिल्म की पारदर्शिता की आवश्यकता होती है। CNF द्वारा दिखाए गए लगभग 70% संप्रेषण का उपयोग पारदर्शी और लचीले कंपोजिट जैसे इलेक्ट्रोक्रोमिक डिवाइस, टच सेंसर, सोलर सेल और ट्रांजिस्टर के निर्माण के लिए किया जा सकता है (चित्र 5)।

बी 02: भराव के रूप में सेल्यूलोज नैनोफाइबर के साथ सेल्यूलोज एसिटेट नैनोकम्पोजिट फिल्म का निर्माण

नैनोकम्पोजिट फिल्मों की तैयारी

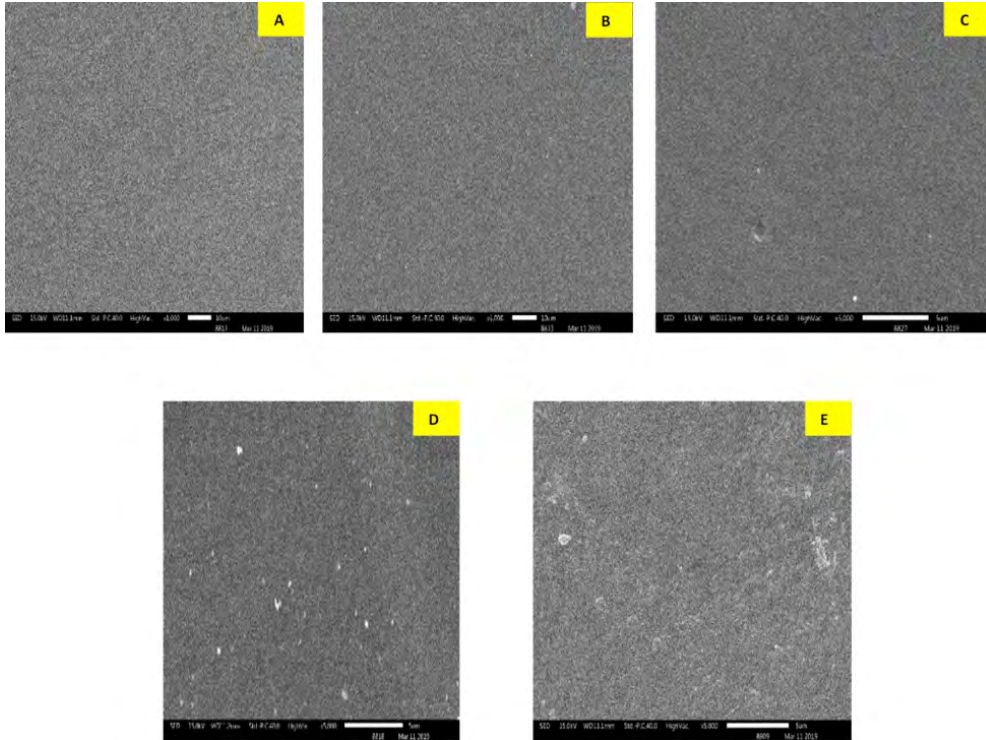
प्रयोगशाला वाले कांच के एक बीकर में सीए पाउडर को डीएमएसओ (2% w/w) में घोला गया। सीए सॉल्यूशन में सीएनएफ सस्पेंशन का अलग-अलग अनुपात (2%, 5%, 7.5% और सीए मैट्रिक्स पर आधारित 10% w) जोड़ा गया। नीट सीए फिल्म को सेल्यूलोज नैनो-फाइबर्स के अतिरिक्त बिना तैयार किया गया था। घोल मिश्रण को यांत्रिक रूप से रातोंरात घोला गया और 15 मिनट के लिए

अल्ट्रासोनिक बनाया गया। तैयार किए गए मिश्रण को तब प्लास्टिक पेट्री प्लेट में डाला गया था, जिसमें 90 मिमी कवर था जो समान मोटाई प्राप्त करने के लिए एक

तालिका 2. नैनोकम्पोसाइट फिल्मों की तैयारी के लिए उपयोग किए जाने वाले सूत्र

S.NO.	Composite code	CNF (%) based on CA matrix
1	Neat CA	0
2	CA/CNF2	2
3	CA/CNF5	5
4	CA/CNF7.5	7.5
5	CA/CNF10	10

समतल सतह पर रखा गया था। 60 सीए में गर्म हवा के ओवन में साफ-सुथरे सीए और नैनोकंपोजिट फिल्मों को छोड़ दिया गया, जिसके दौरान विलायक वाष्पित हो गया और पतली फिल्मों का निर्माण हुआ। सीए / सीएनएफ 2, सीए / सीएनएफ 5, सीए / सीएनएफ 7.5, और सीए / सीएनएफ 10 का उपयोग नैनोकम्पोजिट फिल्मों में विभिन्न सीएनएफ सामग्री का प्रतिनिधित्व करने के लिए किया गया था (चित्र 6 & तालिका 2)।



चित्र 6. (ए) स्वच्छ सीए (बी) सीए / सीएनएफ 2 (सी) सीए / सीएनएफ 5 (डी) सीए / सीएनएफ 7.5 (ई) सीए / सीएनएफ 10 की सतहों की एसईएम छवियां नैनोकंपोस्ट फिल्मों में रूपात्मक परिवर्तन दिखाती हैं

Dispersibility studies

It is interesting to note that transparency goes on increasing as we increase the DMSO concentration in binary mixture. CNF dispersions in DMSO; water ratio of (80:20) showed the highest transparency around 70 % than that in pure water or DMSO. From application point of view, coating and adhesive sectors require the transparency of the composite film specially in the visible region. Around 70 % transmittance shown by CNF can be utilized for fabrication of transparent and flexible composites such as electrochromic devices, touch sensor, solar cells and transistors (Fig. 5).

B 02: Fabrication of cellulose acetate nanocomposite film with cellulose nanofiber as filler

Preparation of nanocomposite films

CA powder was dissolved in DMSO (2%w/w) in a glass laboratory beaker. Different ratio of CNF suspension (2%, 5%, 7.5% and 10 % w/w based on the CA matrix) were added to the CA solution. Neat CA film was prepared as such without the addition of cellulose nanofibers. The suspension mixture was stirred mechanically overnight and ultrasonicated for 15 mins. The prepared mixtures

were then poured into plastic petri plate, 90 mm with covers that were put on a leveled surface in order to

Table 2. Formulations used for preparation of nanocomposite films

S.NO.	Composite code	CNF (%) based on CA matrix
1	Neat CA	0
2	CA/CNF2	2
3	CA/CNF5	5
4	CA/CNF7.5	7.5
5	CA/CNF10	10

obtain uniform thickness. The neat CA and nanocomposite films were left undisturbed in hot air oven at 60 °C, during which the solvent evaporated and thin films were formed. CA/CNF2, CA/CNF5, CA/CNF7.5, and CA/CNF10 were used to represent different CNF contents in the nanocomposite films (Fig. 6 and Table 2).

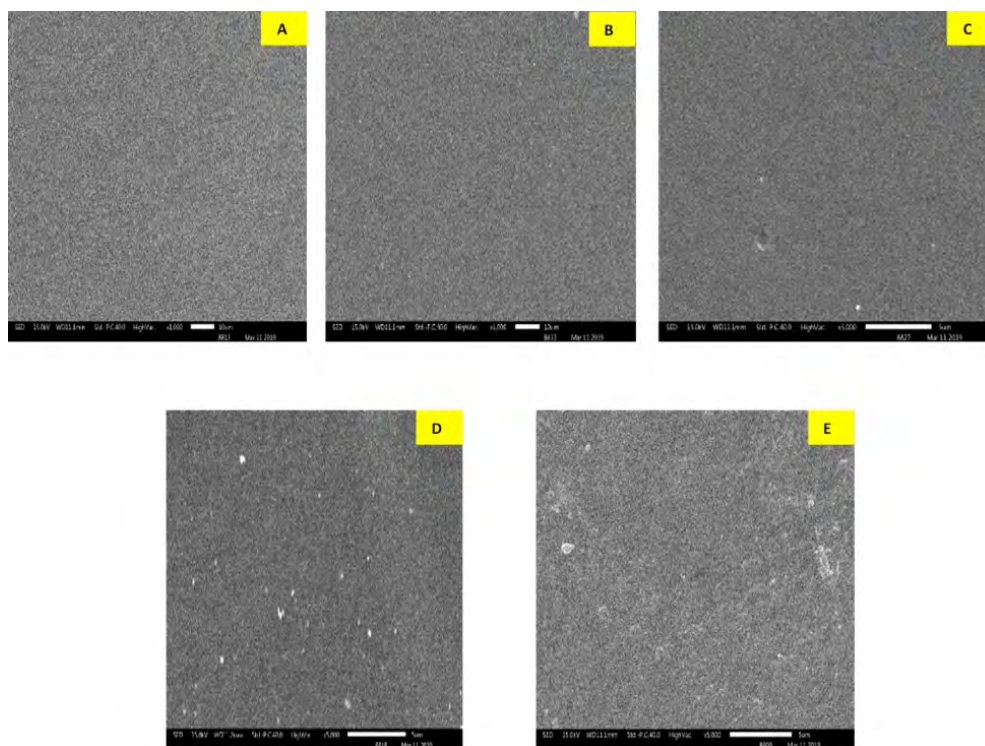
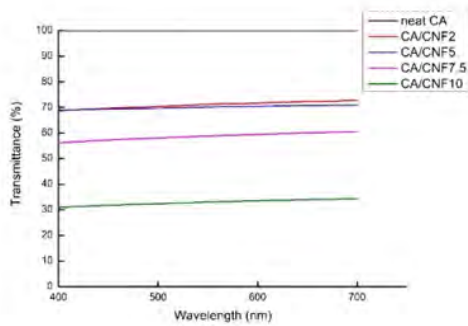


Figure 6. SEM images of surfaces of (A) neat CA (B) CA/CNF2 (C) CA/CNF5 (D) CA/CNF7.5 (E) CA/CNF10 showing morphological changes in nanocomposite films

2 wt% और 5 wt% भराव लोड करने पर, सतह पर कोई ध्यान देने योग्य परिवर्तन नहीं देखा गया, इस प्रकार भराव और मैट्रिक्स के बीच अच्छी संगतता का अनुमान लगाया गया। इस मात्रा तक, सीएनएफ सीए मैट्रिक्स में समान रूप से फैला हुआ है जिसने फिल्म की तन्यता ताकत में सुधार करने में सेल्यूलोज नैनोफिब्रिल के प्रवाह में योगदान दिया। जैसा कि भराव सामग्री 5 wt% से अधिक बढ़ जाती है, सफेद डॉट्स की उपस्थिति का अनुमान लगाया गया था, नमूने में अधिक ध्यान देने योग्य है। यह सीएनएफ और हाइड्रॉक्सिल समूहों के बीच हाइड्रोजन बॉन्ड इंटरैक्शन के कारण सीएनएफ के समूह को इंगित करता है। ये एकत्रित कण यांत्रिक लोड के तहत तनाव के बिंदु के रूप में कार्य करते हैं और इसलिए कंपोजिट के यांत्रिक गुणों पर नकारात्मक प्रभाव डालते हैं।

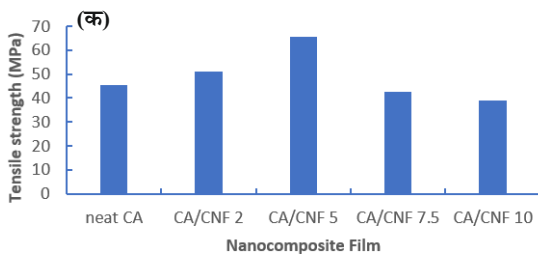
यूवी-विज़ स्पेक्ट्रोस्कोपी

नीट सीए फिल्म 100% के आसपास एक उत्कृष्ट प्रकाशीय प्रसारण दिखाती है। नैनोकॉम्पोजिट्स के मामले में, फिल्म की पारदर्शिता को नियंत्रित करने वाले विभिन्न पैरामीटर हैं जैसे कि मेजबान मैट्रिक्स के भीतर फैलाव और नैनोसेल्यूलोज के कण आकार।



चित्र 7. आरएस सीएनएफ के विभिन्न अनुपात वाले सीए फिल्मों के यूवी-विज़ स्पेक्ट्रा

नैनोकॉम्पोजिट फिल्म के मामले में 2 wt% और सीएनएफ के 5 wt% वाले फिल्म, 70% के आसपास फिल्म पारदर्शिता में वृद्धि नैनो-फाइबर्स के समान फैलाव और ऐंगलोमेरटेड बड़े आकार के कणों की अनुपस्थिति को इंगित करता है (चित्र 7)।

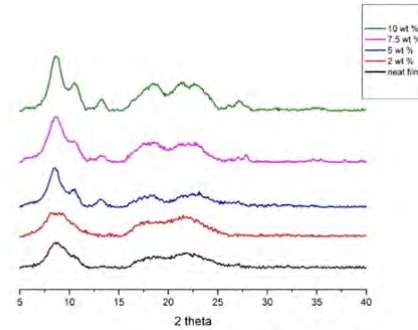


नैनोकॉम्पोजिट फिल्म के यांत्रिक गुण

65 MPa और 2.5 GPa के यंग मापांक की तन्यता ताकत का अधिकतम मूल्य सीए मैट्रिक्स (समीकरण 2) में 5 wt% सीएनएफ लोड करके प्राप्त किया गया था। जब सीएनएफ को सीए मैट्रिक्स में पर्याप्त रूप से कम सांद्रता में एम्बेडेड किया जाता है, सीएनएफ के बीच की दूरी बड़ी होती है और परिणामस्वरूप कण-अंतर भराव कणों के कम L / D अनुपात के कारण कम होता है। इसके अतिरिक्त, यह बहुलक मैट्रिक्स के भीतर नैनोकणों के समान वितरण से संबंधित हो सकता है जिसके परिणामस्वरूप कतरनी तंत्र के माध्यम से विशिष्ट तनाव हस्तांतरण होता है और इसलिए फिल्म की ताकत बढ़ जाती है। हालांकि, एक भराव मात्रा जो बहुत अधिक है (> 5 wt%) यांत्रिक गुणों की गिरावट पैदा करता है क्योंकि ऐंगलोमेरटेड कणों की उपस्थिति मैट्रिक्स से भराव कणों के लिए आंदोलन को प्रतिबंधित करती है, और इसलिए बहुलक नेटवर्क परतों को नुकसान पहुंचाता है (चित्र 8)।

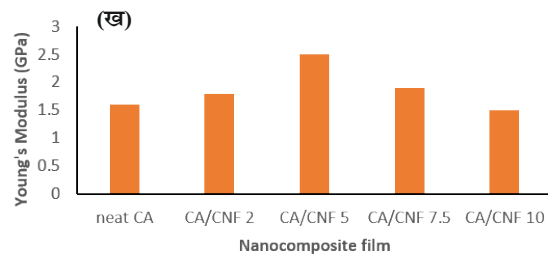
एक्स-रे विवर्तन

शुद्ध सीए के एक्सआरडी पैटर्न ने दो क्षेत्रों में चोटियों को दिखाया; पहला शिखर 2



चित्र 9. स्वच्छ सीए और विभिन्न सीए / सीएनएफ फिल्मों के एक्सआरडी पैटर्न

12 = 12-18 0 बहुलक के क्रिस्टलीय क्षेत्र से संबंधित है और दूसरा 2 0 = 22-26 0 पर है जिसे वन डर वाल्स या बहुलक के अनाकार क्षेत्र के रूप में जाना जाता है। इस कारण से सीए को सेमी क्रिस्टलीय बहुलक [64] माना जाता है। नैनोकॉम्पोजिट फिल्मों ने साफ-सुथरी सीए की तरह की चोटियों को प्रदर्शित किया, लेकिन चोटी की तीव्रता कम कर दी गई, जिसने संकेत दिया कि सीए मैट्रिक्स में बिखरे हुए सीएनएफ सीए के अणुओं के क्रिस्टलीकरण के लिए एक बाधा के रूप में कार्य करते हैं जो उच्च लोडिंग पर सीए अणुओं के आंदोलन को प्रतिबंधित करते हैं (चित्र 9)।



चित्र 8. यांत्रिक गुणों (ए) तन्य शक्ति और (बी) सेल्यूलोज एसिटेट नैनोकॉम्पोजिट फिल्मों के युवा मापांक

Morphology analysis

At 2 wt % and 5 wt % filler loading, no noticeable change was observed on the surface, thus implying good compatibility between fillers and the matrix. Up to this concentration, CNFs are uniformly dispersed in the CA matrix which contributed to the effectiveness of cellulose nanofibril in improving the tensile strength of the film. As filler content increases beyond 5 wt %, the presence of white dots was perceived, being more noticeable in the sample. This indicates the agglomeration of the CNF due to the hydrogen bond interactions between the CNF and hydroxyl groups. These aggregated particles act as point of stress under mechanical load and hence causing a negative effect on the mechanical properties of the composites.

UV-vis Spectroscopy

Neat CA film shows an outstanding optical transmittance around 100 %. In case of nanocomposites, there are various parameters controlling the transparency of the film such as degree of dispersion and particle size of nanocellulose within the host matrix.

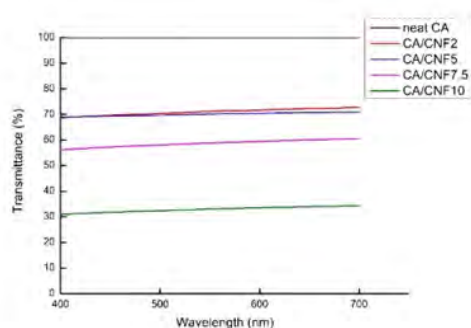
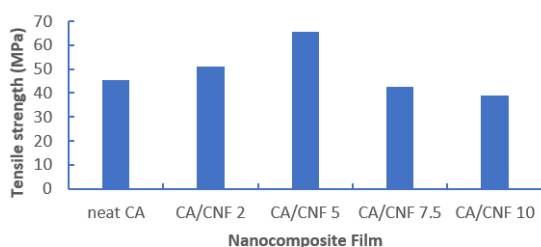


Figure 7. UV-vis spectra of CA films containing different ratios of RS CNF

In case of nanocomposite film containing 2 wt% and 5 wt % of CNFs, enhancement in film transparency around 70 % indicates uniform dispersion of nanofibers and absence of agglomerated large size particles (Fig. 7).



Mechanical properties of nanocomposites film

The maximum value of the tensile strength of 65 MPa and Young's modulus of 2.5 GPa was achieved by loading 5 wt% CNFs in CA matrix (Equation 2). When CNFs are embedded in the CA matrix at a sufficiently low concentration, the distance between the CNFs is large and the resulting particle–particle interaction is low due to lower L/D ratio of filler particles. Additionally, it can be related with the even distribution of nanoparticles within the polymer matrix resulting in specific stress transfer through the shear mechanism and hence increased strength of the film. However, a filler concentration that is too high (>5 wt %) yields a deterioration of mechanical properties because of the presence of agglomerated particles restrict the movement from the matrix to filler particles, and hence damaged polymer network layers (Fig. 8).

X-ray diffraction

The XRD pattern of pure CA showed peaks at two regi

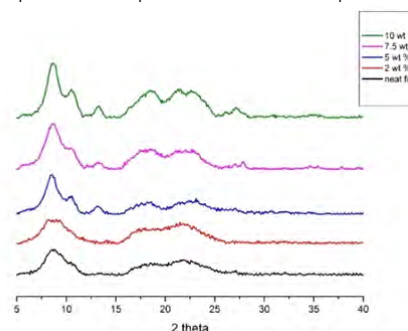


Figure 9. XRD pattern of neat CA and various CA/CNF films

the first peak at $2\theta = 12-18^\circ$ related to the crystalline region of the polymer and the second at $2\theta = 22-26^\circ$ which is known as the van de Walls or amorphous region of the polymer. For this reason CA is considered as semi crystalline polymer [64]. The nanocomposite films displayed similar peaks to that of neat CA but peak intensity was reduced, which indicated that the CNFs dispersed in the CA matrix act as a hinder for crystallization of CA restricting the movement of CA molecules at higher loading (Fig. 9).

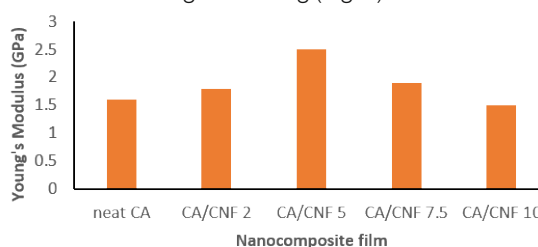
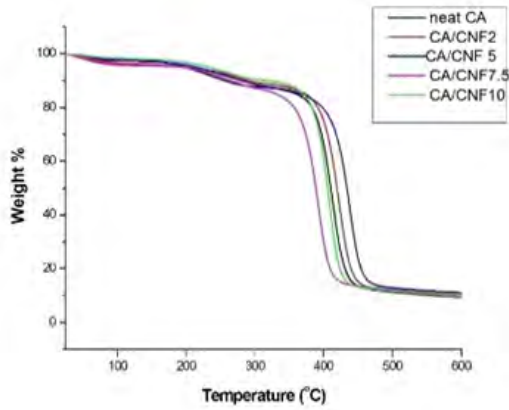


Figure 8. Mechanical properties (A) tensile strength and (B) Young's Modulus of cellulose acetate nanocomposite films

180 और 22.50 पर सेल्युलोज की विशेषता शिखर अभी भी उच्च लोडिंग पर भी दिखाई दिया है। इस प्रकार, सीए मैट्रिक्स में सीएनएफस की अच्छी गलतफहमी और भराव और मैट्रिक्स दोनों के क्रिस्टलीय संरचना में समानता, तन्य शक्ति में वृद्धि के लिए भी जिम्मेदार है जैसा कि में दिखाया गया है।

थर्मो ग्रेविमेट्रिक विश्लेषण, टीजीए

सीए का थर्मल क्षरण लगभग 350 °से शुरू होता है, जो सेल्युलोज बैकबोन,



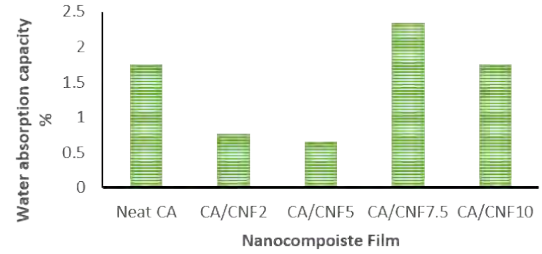
चित्र 10. शुद्ध सीए और विभिन्न सीए / सीएनएफ फिल्मों के टीजीए घटता।

डिहाइड्रेशन और डीपोलाइजेशन में ग्लाइकोसिडिक लिंकेज के अपघटन और एसीटेट समूहों के नुकसान के साथ शुरू होता है। CA / सीएनएफस2 और CA / सीएनएफस5 फिल्मों के CA की गिरावट की उच्च शुरुआत चावल के पुआल घटकों की उच्च तापीय स्थिरता के कारण 5 wt% तक हो सकती है। इसी तरह की प्रवृत्ति नैनोकम्पोजिट के थर्मल स्थिरता में सुधार के साथ नैनोफाइबर्स के अतिरिक्त के साथ दिखाई गई। यह इस तथ्य के कारण हो सकता है कि सेल्युलोज नैनोफाइबर्स स की थर्मल स्थिरता बायोमास सामग्री के स्रोत और उनके रासायनिक संरचना और क्रिस्टलीयता में अंतर के लिए अग्रणी तैयारी विधि के साथ संबंध रखती है। हालांकि 5 wt% लोडिंग से ऊपर, सीएनएफस के असमान वितरण से तापमान में गिरावट होती है। ऊष्मीय स्थिरता में सुधार उच्च तापमान अनुप्रयोगों के लिए फायदेमंद होगा जैसे गर्म फ्ल्यू गैस से CO₂ का पृथक्करण (चित्रा 10)।

जल अवशोषण विश्लेषण

RS सीएनएफस जोड़ के एक कार्य के रूप में नैनोकम्पोजिट फिल्मों का जल अवशोषण चित्र 11 में दिया गया है। जैसा कि देखा जा सकता है, सीएनएफ (समीकरण 3) के अतिरिक्त के साथ साफ सीए फिल्म का जल अवशोषण काफी कम हो गया है। सीएनएफ और मैट्रिक्स के बीच मजबूत बातचीत फिल्मों को स्थिरता और प्रतिरोध प्रदान करती है। दूसरे शब्दों में, पानी के अणुओं द्वारा इन मजबूत बंधों को तोड़ना मुश्किल है, इस प्रकार जल अवशोषण कम हो जाता है। ने यह भी बताया कि फिलर और मैट्रिक्स के बीच मजबूत हाइड्रोजन बॉन्ड गठन

फिल्मों की घुलनशीलता में कमी के लिए जिम्मेदार है। यह भी बताया गया है कि सीएनएफ (इस अध्ययन में 92%) की उच्च क्रिस्टलीयता भी प्रतिरोध में सुधार प्रदान करने वाले कारकों में से एक थी (चित्र 11)।



चित्र 11. CA नैनोकंपोजिट फिल्मों की जल अवशोषण क्षमता

मुख्य उपलब्धियां

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

बी 03: बायोमास से निकाली गई फ्रफ्रूरल का फुरफुरील अल्कोहल का उत्प्रेरक रूपांतरण

आज अधिकांश रसायनों के लिए सीमित जीवाश्म संसाधन फीडस्टॉक्स- लगातार घट रहे हैं इसी लिए बायोमास से निकाली गई सबस्ट्रेट्स से वस्तु रसायन जैसे कि फ्रफ्रूरल अल्कोहल का रूपांतरण हाल ही में बहुत ध्यान आकर्षित कर रहे हैं। ऐसे में, स्थायी लिग्नेसेल्यूलोसिक बायोमास को रसायनों के उत्पादन के लिए वैकल्पिक फीडस्टॉक्स के रूप में माना जाता है जो जीवाश्म संसाधनों से प्राप्त रसायनों को स्थानापन्न कर सकते हैं। ऐसे में, स्थायी लिग्नेसेल्यूलोसिक बायोमास को रसायनों के उत्पादन के लिए वैकल्पिक फीडस्टॉक्स के रूप में माना जाता है जो जीवाश्म संसाधनों से प्राप्त रसायनों को स्थानापन्न कर सकते हैं। इसके अलावा, लिग्नेसेल्यूलोसिक बायोमास कार्बन और ऑक्सीजन युक्त जैविक यौगिकों का एक अपरिहार्य स्रोत है, जिसे विभिन्न प्रतिक्रिया संलेख जैसे कि ह्यूड्रोडॉक्सीजेनशन डिहाइड्रेशन हाइड्रोजनीकरण और ऑक्सीकरण पर संसाधित किया जा सकता है। ऊपर वर्णित प्रतिक्रियाओं में से, हाइड्रोजनीकरण रसायनों और ईंधन के व्यापक वर्णक्रम के उत्पादन के लिए एक आशाजनक दृष्टिकोण है। चयनात्मक हाइड्रोजनीकरण द्वारा फ्रफ्रूरल का फुरफुरील अल्कोहल (FOH) में परिवर्तन आवश्यक माना जाता है क्योंकि FOH का सूक्ष्म रसायनों में व्यापक अनुप्रयोग है।

Characteristic peak of cellulose at 18θ and 22.5θ also still appeared even at higher loading. Thus, the good miscibility of CNFs in CA matrix and similarity in crystalline structure of both the filler & matrix, also accounted for the increase in tensile strength.

Thermo gravimetric analysis, TGA

Thermal degradation of CA starts around $350\text{ }^{\circ}\text{C}$ with the

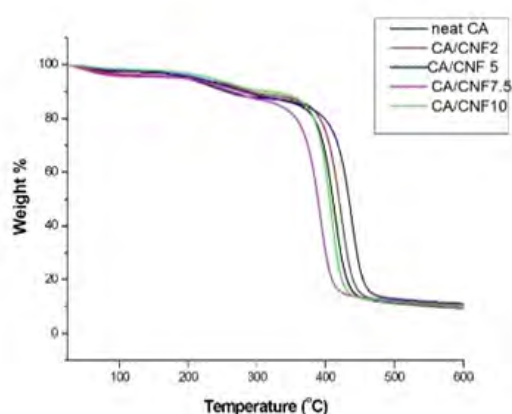


Figure 10. TGA curves of pure CA and various CA/CNF films.

decomposition of glycosidic linkage in cellulose backbone, dehydration and depolymerization, and the loss of acetate groups. Higher onset of degradation of CA/CNF2 and CA/CNF5 films to that of CA could be due to the higher thermal stability of rice straw components upto 5 wt %. A similar trend was showed with improvement in thermal stability of nanocomposites with the addition of nanofibers. This may be due to the fact that thermal stability of the cellulose nanofibers correlates with the source of biomass materials and preparation method leading to the differences in their chemical structure and crystallinity. However above 5 wt% loading, uneven distribution of CNF leads to the decrease degradation temperature. Improvement in thermal stability would be advantageous for high temperature applications such as the separation of CO_2 from hot flue gas (Fig. 10).

Water absorption analysis

Water absorption of nanocomposite films as a function of RS CNF addition is given in Fig. 11. As it can be seen, the water absorption of neat CA film is significantly reduced with the addition of CNF (Equation 3). The strong interaction between CNF and the matrix provide stability and resistance to films. In other words, these strong bonds are difficult to be broken by water molecules, thus the water absorption is decreased. Another study also

reported that the strong hydrogen bond formation between the filler and matrix is responsible for reduction observed in solubility of films. It has also been reported that the high crystallinity of CNF (in this study, 92%) was also one of the factor in providing water resistance improvement (Fig. 11).

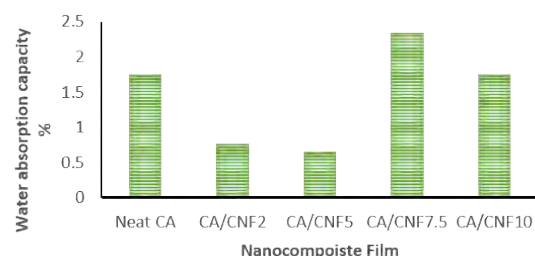


Figure 11. Water absorption capacity of CA nanocomposite films

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.

B 03: Catalytic conversion of biomass-derived furfural to furfuryl alcohol

The conversion of biomass-derived substrates to commodity chemicals such as furfuryl alcohol has been receiving much attention recently as limited fossil resources- feedstocks for most chemicals today- are steadily declining. In connection with this, sustainable lignocellulosic biomass considered as alternative feedstocks to produce chemicals which can substitute chemicals derived from fossil resources. Further, lignocellulosic biomass is an indispensable source of carbon and oxygen-rich organic compounds which can be processed at different reaction protocol such as hydrodeoxygenation, dehydration, hydrogenation and oxidation. Of the reactions mentioned above, hydrogenation is a promising approach for the production of wide-spectrum of chemicals and fuels. Concerning this, the selective hydrogenation of furfural (FUR) to furfuryl alcohol (FOH) is found to be an essential transformation as FOH has a broad application in fine chemicals.

तालिका 3. विभिन्न ZrO₂ उत्प्रेरक के साथ फ्रूफूरल ह्यूड्रोजीनेशन

Entry	Catalyst	FUR Conv. (%)	FOH Yield (%)	FOH Sel. (%)	Phase (%)	
					Monoclinic	Tetragonal
1	M-ZrO ₂	92.0	85.5	92.9	100.0	0
2	T-ZrO ₂	44.7	34.2	76.5	16.8	83.2
3	M-ZrO ₂ -N	92.4	89.8	97.1	100	0
4	T-ZrO ₂ -N	22.2	8.1	36.4	5.6	94.4
5	ZrO ₂ -C	10.9	0.72	6.6	-	-

Reaction Conditions: 1 mmol FFA, 80 mg Catalyst, 4 mL Isopropanol, 110 °C, 6 h.

अनुसंधान की प्रगति

फ्रूफूरल (FUR) का हाइड्रोजनीकरण

विभिन्न जिर्कोनियम ऑक्साइड-आधारित उत्प्रेरक अलग-अलग जिर्कोनियम अग्रदूत और विलायक का उपयोग करके यूरिया अवक्षेपक की उपस्थिति में तैयार किए गए थे। उत्प्रेरक क्रमशः M-ZrO₂ and T-ZrO₂ को बनाने के लिए जिर्कोनियम ऑक्सीक्लोराइड में पानी और मेथनॉल विलायक के रूप में और यूरिया का उपयोग अवक्षेपक के रूप में तैयार किये गए हैं। जिर्कोनियम ऑक्सीनाइट्रेट वमें पानी और मेथनॉल विलायक के रूप में और यूरिया का उपयोग अवक्षेपक का उपयोग करके तैयार किए गए उत्प्रेरक क्रमशः M-ZrO₂-N and T-ZrO₂-N के रूप में तैयार किये गए हैं।

श्लेषित ZrO₂ आधारित उत्प्रेरक अपेक्षाकृत सौम्य प्रतिक्रिया परिस्थितियों में FUR से FOH के परिवर्तन के लिए उत्प्रेरक के रूप में उपयोग किए गए थे, और प्राप्त परिणाम तालिका 3 में दिखाए गए हैं। यह काम कैटलिसिस साइंस एंड टेक्नोलॉजी (डीओआई: 10.1039/D0CY01259A) में पहले ही प्रकाशित हो चुका है। M-ZrO₂ और M-ZrO₂-N ने क्रमशः FOH के संदर्भ में उत्कृष्ट गतिविधि दिखाई, जो क्रमशः 93 और 97% की चयनात्मकता के साथ 86 और 89% उपज है। दूसरी ओर, T-ZrO₂ और T-ZrO₂-N ने FOH उपज के संदर्भ में एक अपर्याप्त उत्प्रेरक गतिविधि का प्रदर्शन किया। ZrO₂ उत्प्रेरक के भौतिक गुणों में अधिक गहराई से जानकारी प्राप्त करने के लिए, उनका एक्सआरडी विश्लेषण किया गया और पाया कि M-ZrO₂ और M-ZrO₂-N में पूरी तरह से मोनोक्लेनिक चरण और T-ZrO₂ और T-ZrO₂-N मुख्य रूप से टेट्रागोनल चरण

शामिल हैं (चित्र 12 और तालिका 3)। प्रत्येक ZrO₂ उत्प्रेरक में मोनोक्लेनिक और टेट्रागोनल चरण की संरचना की गणना नीचे दिए गए समीकरण (समीकरण - 1) के आधार पर की गई थी। ZrO₂ में मोनोक्लेनिक चरण जितना अधिक होगा, FOH (तालिका 1) की उपज भी उतनी ही अधिक होगी। हालाँकि, M-ZrO₂ और M-ZrO₂-N में 100% मोनोक्लेनिक चरण है, लेकिन M-ZrO₂ में अपेक्षाकृत कम चयनात्मकता दिखाई दी। इस विसंगति को समझने के लिए, (-111) और (111) पहलू के बीच अनुपात की गणना की गई और पाया गया कि M-ZrO₂-N में (-111) का -111 का अनुपात : 1.44) का अनुपात M-ZrO₂ से 1.51 से थोड़ा अधिक है, जो थोड़ा अधिक FOH उपज का कारण हो सकता है।

$$v_m = \frac{1.311}{1+0.311} x, v_t = 1 - v_m, x = \frac{I_{m[-111]} + I_{m[111]}}{I_{m[-111]} + I_{m[111]} + I_{t[111]}} \quad \text{Equ.-1}$$

क्रिस्टल के आकार और पहलू को समझने और आगे बढ़ाने के लिए, ZrO₂ उत्प्रेरकों का विश्लेषण निम्न और उच्च संकल्प TEM द्वारा किया गया था। M-ZrO₂-N (चित्र 13a) का औसत कण आकार 10±5 नम पाया गया। जैसा कि चित्र 13b में दिखाया गया है, 0.28, 0.31 और 0.36nm का डी-अंतर मान मोनोक्लेनिक के ZrO₂ क्रिस्टल पहलुओं (111), (-111) और (110) के साथ अच्छी तरह से मेल खाता है। इसी तरह, T-ZrO₂-N का औसत कण आकार ~ 20 nm कणों (चित्र 13c) के अधिक समूह के साथ पाया गया और T-ZrO₂-N के

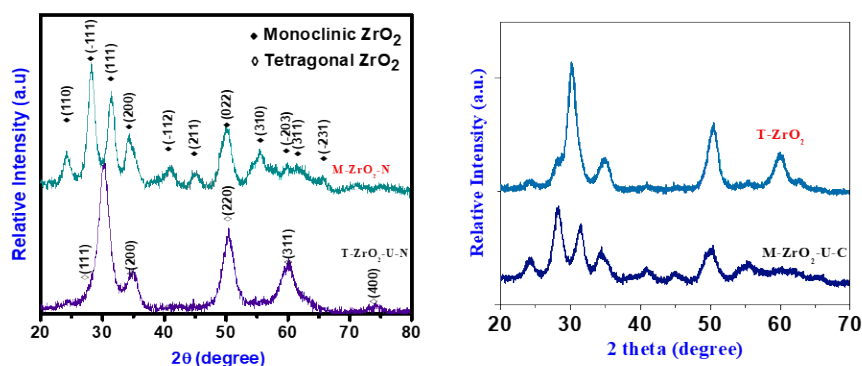

 चित्र 12. विभिन्न ZrO₂ उत्प्रेरक के XRD स्वरूप

Table 3. Furfural hydrogenation with various ZrO₂ catalysts

Entry	Catalyst	FUR Conv. (%)	FOH Yield (%)	FOH Sel. (%)	Phase (%)	
					Monoclinic	Tetragonal
1	M-ZrO ₂	92.0	85.5	92.9	100.0	0
2	T-ZrO ₂	44.7	34.2	76.5	16.8	83.2
3	M-ZrO ₂ -N	92.4	89.8	97.1	100	0
4	T-ZrO ₂ -N	22.2	8.1	36.4	5.6	94.4
5	ZrO ₂ -C	10.9	0.72	6.6	-	-

Reaction Conditions: 1 mmol FFA, 80 mg Catalyst, 4 mL Isopropanol, 110 °C, 6 h.

Research Progress

Hydrogenation of Furfural (FUR)

The various zirconium oxide-based catalysts were prepared using different zirconium precursor and solvent in the presence of urea precipitant. The catalysts prepared by using zirconium oxychloride in water and methanol as solvent using urea as precipitant are designated as M-ZrO₂ and T-ZrO₂, respectively. The catalysts prepared by using zirconium oxynitrate in water and methanol as solvent using urea as precipitant are designated as M-ZrO₂-N and T-ZrO₂-N, respectively.

The synthesised ZrO₂ based catalysts were used as catalysts for the transformation of FUR to FOH under relatively mild reaction conditions, and the obtained results are shown in Table 3. This work has already been published in Catalysis Science & Technology (DOI: 10.1039/D0CY01259A).

Promisingly, M-ZrO₂ and M-ZrO₂-N showed excellent activity in terms of FOH, yielding 86 and 89% with a selectivity of 93 and 97%, respectively. On the other hand, T-ZrO₂ and T-ZrO₂-N exhibited an insufficient catalytic activity in terms of FOH yield. To obtain more in-depth insight into the physical properties of ZrO₂ catalysts, they were subjected to XRD analysis and found that M-ZrO₂ and M-ZrO₂-N possessed completely monoclinic phase and T-ZrO₂ and T-ZrO₂-N predominantly composed of

tetragonal phase (Fig. 12 and Table 3). The composition of the monoclinic and tetragonal phase in each ZrO₂ catalyst was calculated based on the equation (Equ. 1) given below. The higher the monoclinic phase in ZrO₂, the higher the yield of FOH (Table 1). However, M-ZrO₂ and M-ZrO₂-N have 100% monoclinic phase, but M-ZrO₂ showed a relatively lower selectivity. To understand this discrepancy, the ratio between (-111) and (111) facet was calculated and found to be M-ZrO₂-N possessed slightly higher ratio of 1.51 compared to M-ZrO₂ (Ratio of (-111)/(111) facet: 1.44) which could be the reason for yielding slightly more FOH.

$$v_m = \frac{1 \cdot I_{-111}}{1 + 0.311 \cdot x}, v_t = 1 - v_m, x = \frac{I_m[-111] + I_m[111]}{I_m[-111] + I_m[111] + I_t[111]} \quad \text{Equ.-1}$$

To further understand and substantiate the crystal size and facet, the ZrO₂ catalysts were analysed by low and higher resolution TEM. The average particle size of M-ZrO₂-N (Fig. 13a) was found to be 10 ± 5 nm. As shown in Fig. 13b, the d-spacing value of 0.28, 0.31, and 0.36 nm matches well with monoclinic ZrO₂ crystal facets of (111), (-111) and (110). Likewise, the average particle size of T-ZrO₂-N was found to be ~20 nm with more agglomeration of particles (Fig. 13c) and the d-spacing

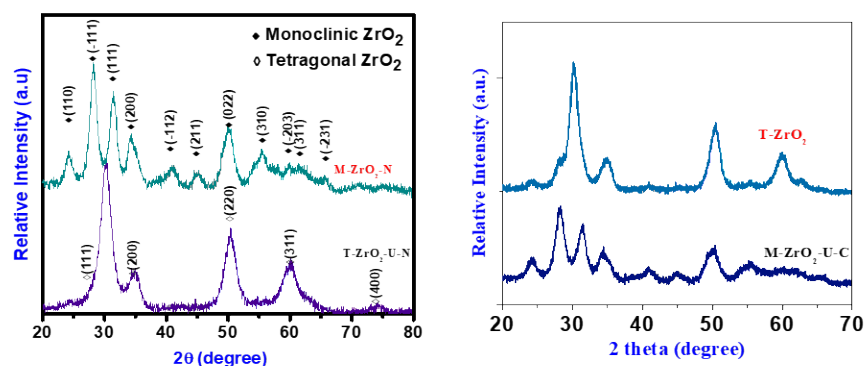
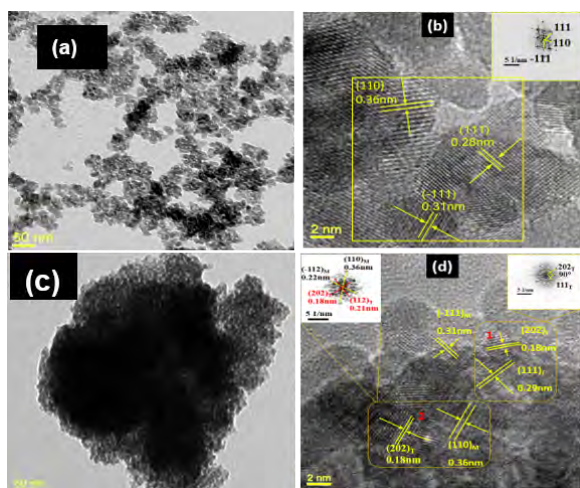


Figure 12. XRD patterns of various ZrO₂ catalysts



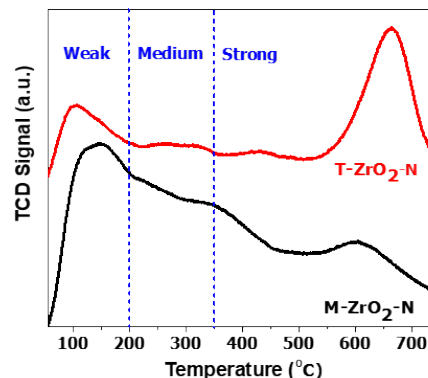
चित्र 13. M-ZrO₂-N (a और b), और T-ZrO₂-N (c और d) की TEM छवियाँ।

d- अंतर मूल्य ZrO₂ (चित्र) के चौकोर चरण के साथ अच्छी तरह से मेल खाता है (13d)। हालाँकि, (-111) और (110) मोनोक्लिनिक ZrO₂ की क्रमशः 0.31 और 0.36 मि.मी. की डी-स्पेसिंग मान के हिसाब से मोनोक्लिनिक चरण की अशुद्धता T-ZrO₂-N में पाया गया था। TEM विश्लेषण से यह निष्कर्ष निकाला जा सकता है कि M-ZrO₂-N पूरी तरह से मोनोक्लिनिक चरण से बना है जबकि T-ZrO₂-N में मुख्य रूप से टेट्रागोनल चरण के साथ-साथ मामूली मात्रा में मोनोक्लिनिक चरण भी था।

जैसा कि M-ZrO₂-N ने उच्च उत्प्रेरक गतिविधि दिखाई, यह पता लगाना आवश्यक है कि FUR से FOH के परिवर्तन में किन सक्रिय स्थलों ने भूमिका निभाई। M-ZrO₂-N पर, क्रमशः अम्लीय और मूलभूत स्थलों को जहर देने के लिए पाइरिडिन और 2-नाइट्रोबेनोजिक एसिड का इस्तेमाल किया गया था। जब एक मूलभूत पिरिडीन के साथ अम्लीय स्थलों को जहर देते हैं, तो केवल मूलभूत स्थल FUR से FOH और इसके विपरीत परिवर्तन के लिए उपलब्ध हैं। दिलचस्पी से, यह पाया गया कि M-ZrO₂-N में मूलभूत स्थलों (अम्लीय स्थल पिरिडीन की वृद्धि से बाधा पाते हैं) ने FOH के गठन पर 74% (चित्र 14, तालिका 4) की उपज के साथ एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाई। दूसरी ओर, प्रतिक्रिया के दौरान 2-नाइट्रो बेंजोइक एसिड का जोड़ (M-ZrO₂-N में मूलभूत स्थलों को रोकता है) ने केवल 1% FOH की उपज दी, सुझाव देता है कि FUR से FOH के परिवर्तन पर अम्लीय स्थलों की कोई महत्वपूर्ण भूमिका नहीं है। इसके अलावा, इन दो योजकों को उत्प्रेरक के रूप में अलग से नियोजित किया गया था और पाया गया कि कोई

FOH नहीं बना था, जो देकर कहा कि इन योजकों ने संबंधित स्थलों को रोकने के लिए केवल एक भूमिका निभाई लेकिन उत्प्रेरक के रूप में नहीं।

मूलभूत स्थल में गहरी जानकारी प्राप्त करने के लिए, ZrO₂ को मूल साइटों की कुल संख्या की गणना करने के लिए CO₂-तापमान क्रमादेशित विश्लेषण के अधीन किया गया था। CO₂-TPD रूपरेखा का सबसे अच्छा और सबसे कम उत्प्रेरक (M-ZrO₂-N और T-ZrO₂-N) को चित्र 14 में दिखाया गया है। मूलभूत स्थलों की कुल संख्या की गणना की गई और तालिका 5 में प्रदर्शित की गई हैं। चित्र 14 और तालिका 5 से, कोई यह समझ सकता है कि जितनी ज्यादा मूल स्थलों की कुल संख्या (विशेष रूप से मध्यम और मजबूत मूल स्थल), उतनी अधिक FOH की उपज। ये परिणाम जैहरीली अध्ययनों से प्राप्त परिणामों के अनुरूप हैं कि मूलभूत स्थल FOH की उपज में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। इसके अलावा, 650 °C पर दिखाई देने वाली चोटी M-ZrO₂-N के लिए मजबूत मूलभूत स्थलों से संबंधित है जो शायद (-111) पहलू से उत्पन्न हुई और उच्च उत्प्रेरक गतिविधि के लिए जिम्मेदार हो सकती है। इसी प्रकार, T-ZrO₂-N के लिए मजबूत मूलभूत स्थलों के अनुरूप 600 °C पर एक शिखर दिखाई दिया, जो कि ZrO₂ के (111) पहलू से उत्पन्न हुआ है, जो F O H



चित्र 14. M-ZrO₂-N और T-ZrO₂-N का CO₂-TPD प्रोफाइल

उपज (चित्र 14) के मामले में एक कम उत्प्रेरक गतिविधि दिखा रहा है। यह XRD, TEM और TPD विश्लेषण के आधार पर अनुमान लगाया जा सकता है कि M-ZrO₂-N के (-111) पहलू ने बड़ी संख्या में मूलभूत स्थलों को FOH की उपज बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई।

तालिका 4. योजक जोड़कर सक्रिय साइटों की भूमिका

Entry	Catalyst	Additive	FUR Conv. (%)	FOH Yield (%)
1 ^a	M-ZrO ₂ -N	Pyridine	86.8	73.8
2 ^b	M-ZrO ₂ -N	2-Nitrobenzoic acid	8.3	1.4

Reaction conditions: 1 mmol FFA, 80 mg M-ZrO₂-U-N catalyst, 4 ml isopropanol, 110 °C, 6 h. ^a80 mg pyridine added; ^b80 mg 2-nitrobenzoic acid added.

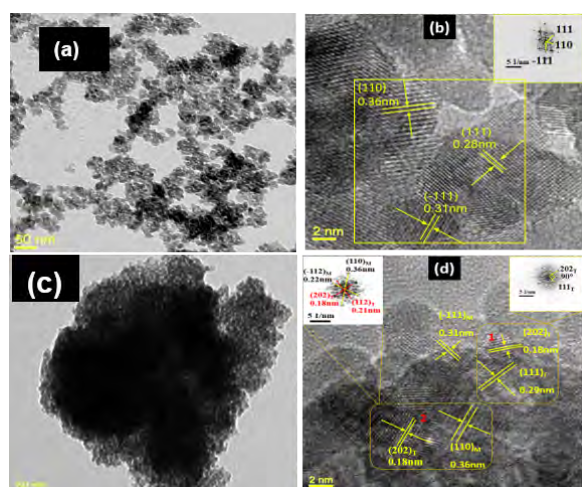


Figure 13. TEM images of M-ZrO₂-N (a and b), and T-ZrO₂-N (c and d).

value of T-ZrO₂-N matches well with the tetragonal phase of ZrO₂ (Fig. 13d). However, the impurity of the monoclinic phase was found in T-ZrO₂-N by observing (-111) and (110) of monoclinic ZrO₂ with the d-spacing value of 0.31 and 0.36 nm, respectively. It can be concluded from TEM analysis that M-ZrO₂-N wholly composed of monoclinic phase whereas T-ZrO₂-N had predominantly tetragonal phase along with a minor amount of monoclinic phase.

As M-ZrO₂-N showed higher catalytic activity, it is essential to find out which active sites played a role in the transformation of FUR to FOH. Pyridine and 2-nitrobenzoic acid were used to poison the acidic and basic sites, respectively, on M-ZrO₂-N. When poisoning the acidic sites with a base pyridine, the only basic sites are available for the transformation of FUR to FOH and vice versa. Interesting, it was found that basic sites in M-ZrO₂-N (acidic sites hampered by the addition of pyridine) played a crucial role on the formation of FOH with a yield of 74% (Fig. 14 and Table 4). On the other hand, the addition of 2-nitro benzoic acid during the reaction (prevent the basic sites in M-ZrO₂-N) gave a yield of only 1% FOH, suggesting that no significant role of acidic sites on the transformation of FUR to FOH. Moreover, these two additives were employed as catalysts separately and

found that no FOH was formed, emphasizing that these additives played a role only to prevent the respective sites but not play as a catalyst. To get a deeper insight into the basic site, the ZrO₂ were subjected to CO₂-temperature programmed analysis to calculate the total number of basic sites. CO₂-TPD profile of the best and the least catalyst (M-ZrO₂-N and T-ZrO₂-N) are shown in Fig. 14. The total number of basic sites were calculated and are displayed in Table 5. From Fig. 14 and Table 5, one can understand that the higher the total number of basic sites (especially medium and strong basic sites), the higher the yield of FOH. These results are in consistency with the results obtained from poisoning studies that basic sites are playing a crucial role in the yield of the FOH. Moreover, a peak appeared at 650 °C belongs to strong basic sites for M-ZrO₂-N might have originated from (-111) facet and responsible for higher catalytic activity. Similarly, a peak appeared at 600 °C corresponding to strong basic sites for T-ZrO₂-N might have originated from (111) facet of ZrO₂, showing a lower catalytic activity in terms of FOH yield (Fig. 14).

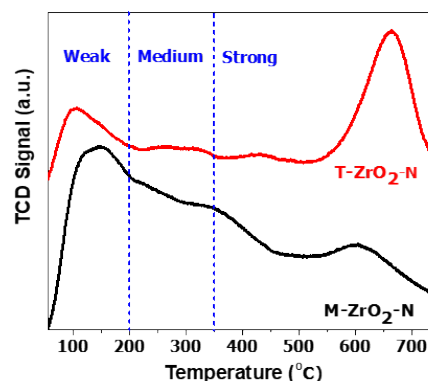


Figure 14. CO₂-TPD profile of M-ZrO₂-N and T-ZrO₂-N

It can be speculated based on the XRD, TEM and TPD analysis that (-111) facet of M-ZrO₂-N having a large number of basic sites played a crucial role in enhancing the yield of FOH.

Table 4. The role of active sites by adding additives

Entry	Catalyst	Additive	FUR Conv. (%)	FOH Yield (%)
1 ^a	M-ZrO ₂ -N	Pyridine	86.8	73.8
2 ^b	M-ZrO ₂ -N	2-Nitrobenzoic acid	8.3	1.4

Reaction conditions: 1 mmol FFA, 80 mg M-ZrO₂-U-N catalyst, 4 ml isopropanol, 110 °C, 6 h. ^a80 mg pyridine added; ^b80 mg 2-nitrobenzoic acid added.

तालिका 5. एफओएच की उपज पर मूलभूत स्थलों की भूमिका

Catalyst	Basic sites ($\mu\text{mol/g}$)			Total basic sites ($\mu\text{mol/g}$)	Yield FOH (%)
	Weak (50-200 °C)	Medium (200-350 °C)	Strong (350-750 °C)		
M-ZrO ₂	110	127	161	398	85.5
T-ZrO ₂	103	91	120	314	34.2
M-ZrO ₂ -N	139	144	238	521	89.8
T-ZrO ₂ -N	51	33	154	238	8.1
ZrO ₂ -C	9	4	3	16	0.72

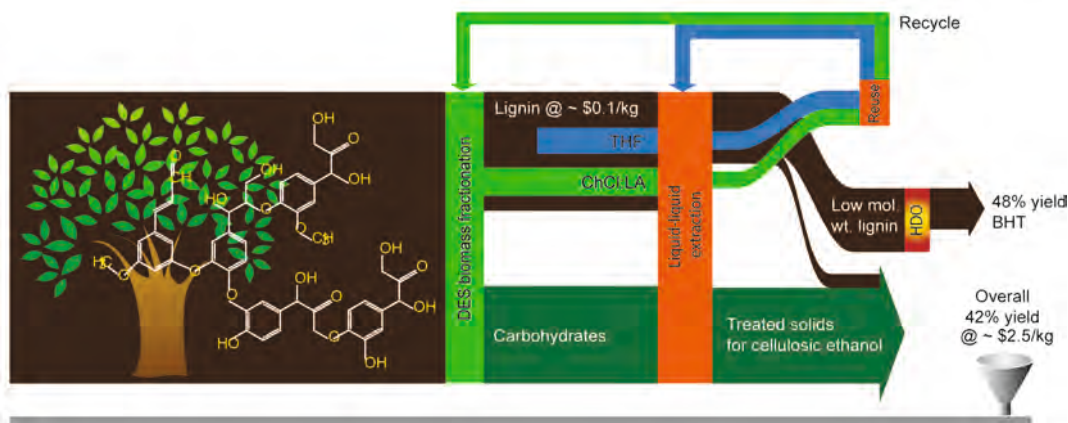
जैसा कि M-ZrO₂-N ने उच्च उत्प्रेरक गतिविधि को दिखाया, हाइड्रोजनीकरण प्रतिक्रिया प्रोटोकॉल को विभिन्न जैव-आधारित कार्बोनिल यौगिकों जैसे कि साइक्लोहेक्सानोन, बेन्ज़ेल्डिहाइड, 5-मिथाइल फ़र्फ़ूरल, अनीसलदेहीदे, वर्टेल्डिहाइड और पी-टॉलुएल्डिहाइड को समान प्रतिक्रिया स्थितियों के तहत एक्सट्रैक्शन किया गया। इसी अल्कोहल की पैदावार 6-10 घंटे के लिए 110 °C के प्रतिक्रिया तापमान पर 77.0 और 100% के बीच पाई गई; प्रतिक्रिया समय सबस्ट्रेट की प्रतिक्रिया के संबंध में भिन्न होता है। यह पाया गया कि पिछले अध्ययनों की तुलना में कम तापमान पर अल्कोहल की अधिक उपज प्राप्त की गई थी। उदाहरण के लिए, जिंकोनियम-आधारित नैनोहाइड्रिड उत्प्रेरक को बेन्ज़ेल्डिहाइड के बेंजाइल अल्कोहल में रूपांतरण के लिए 160 °C के अपेक्षाकृत उच्च प्रतिक्रिया तापमान की आवश्यकता होती है। उसी समय, M-ZrO₂-N को 110 °C के प्रतिक्रिया तापमान की आवश्यकता होती है, यह प्रदर्शित करते हुए कि M-ZrO₂-N में मुख्य रूप से (-111) पहलू में मूलभूत स्थल थे, जो कम तापमान पर प्रतिक्रिया को उत्प्रेरित करने का पक्ष ले सकती हैं। M-ZrO₂-N भी FOH पैदावार के मामले में गतिविधि के एक छोटे से नुकसान के साथ तीन चक्रों तक पुनर्चक्रण करने में सक्षम था।

मुख्य उपलब्धियां

- आइसोप्रोपेनॉल में फ़र्फ़ूरल अल्कोहल से फुरफुरल अल्कोहल की मात्रात्मक उपज ZrO₂ के साथ मुख्य रूप से (-111) पहलू में मूलभूत स्थल प्राप्त की गई थी।

बी 04: बायोमास लिग्निन निष्कर्षण और बाद में फेनोलिक्स के लिए वैलेरीकरण

लिग्निन सेलूलोज़ के बाद दूसरे सबसे प्रचुर मात्रा में प्राकृतिक जैव-रासायनिक बहुलक के रूप में पहचाना जाता है; यह पौधे की वृद्धि में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है, जैसे कि यांत्रिक सहायता प्रदान करना, माइक्रोबियल हमले से सुरक्षा, जल परिवहन, आदि। यह एक त्रि-आयामी, अत्यधिक क्रॉस-लिंकड मैक्रोमॉल्यूल है जो तीन प्रमुख प्रकार के लिग्निन उपइकाइयों से बना है, जैसे एस, जी और एच मोनोमेरिक इकाइयां। इन इकाइयों को मुख्य रूप से β - एरिल ईथर (β -O-4), बेंजाइल एरिल ईथर (α -O-4), फिनाइलकोमरन (β -5), बाइफेनिल (5-5), डायरी ईथर (5-O-4), 1,2-डाईअरैल प्रोपेन (β -1) और β - β लिंकेज के लिए विभिन्न प्रकार के संपर्कों के माध्यम से जोड़ा जाता है। इसके अलावा, इसमें कई प्रकार के कार्यात्मक समूह शामिल हैं जैसे मेथॉक्सिल, फेनोलिक हाइड्रॉक्सिल, एलिफैटिक हाइड्रॉक्सिल, कार्बोनिल, और कार्बोक्सिल, जो आमतौर पर विमुद्रीकरण और आगे के संशोधनों की प्रतिक्रियाओं में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। आज तक, विभिन्न प्रकार की लिग्निन परिवर्तन रणनीतियों और दृष्टिकोणों को विकसित किया गया है और लिग्निन के प्रभावी और कुशल अपॉर्मेशन के लिए कार्यरत किया गया है, जैसे कि ओलिगोमर (डाइमर्स और ट्रिमर्स) और मोनोमेरिक इकाइयां, जैसे एल्किल-प्रतिस्थापित सुगंधित फिनोल, गुइयाकोल और सिरिजोल्सा।



चित्र 15. बायोमास व्युत्पन्न लिग्निन का उपयोग करके ब्यूटिलेटेड हाइड्रोक्सीटोलुईन के उत्पादन की प्रक्रिया का चित्रात्मक सार

Table 5. The role of basic sites on the yield of FOH

Catalyst	Basic sites ($\mu\text{mol/g}$)			Total basic sites ($\mu\text{mol/g}$)	Yield FOH (%)
	Weak (50-200 °C)	Medium (200-350 °C)	Strong (350-750 °C)		
M-ZrO ₂	110	127	161	398	85.5
T-ZrO ₂	103	91	120	314	34.2
M-ZrO ₂ -N	139	144	238	521	89.8
T-ZrO ₂ -N	51	33	154	238	8.1
ZrO ₂ -C	9	4	3	16	0.72

As M-ZrO₂-N showed high catalytic activity, the hydrogenation reaction protocol was extrapolated to various bio-based carbonyl compounds such as cyclohexanone, benzaldehyde, 5-methylfurfural, anisaldehyde, veratraldehyde and p-tolualdehyde under similar reaction conditions. The corresponding alcohols yields were found to be between 77.0 and 100% at a reaction temperature of 110 °C for 6-10 h; the reaction time varied with respect to the reactivity of the substrate. It was found that the higher yield of alcohols at lower temperature were obtained compared to the previous studies. For example, the zirconium-based nano hybrid catalyst required a relatively higher reaction temperature of 160 °C for the conversion of benzaldehyde to benzyl alcohol. At the same time, M-ZrO₂-N required a reaction temperature of 110 °C, exhibiting that M-ZrO₂-N had basic sites predominantly in (-111) facet, which could favour catalysing the reaction at a lower temperature. M-ZrO₂-N was also able to recycle up to three cycles with a small loss of activity in terms of FOH yield.

Salient Achievements

- A quantitative yield of furfuryl alcohol from furfural in isopropanol was achieved with ZrO₂ having basic sites predominantly in the (-111) facet.

B 04: Biomass lignin extraction and subsequent valorization to phenolics

Lignin is recognized as the second most abundant natural biogenic polymer after cellulose; it plays a vital role in the plant's growth, like providing mechanical support, protection from the microbial attack, water transport, etc. It 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), phenylcoumarin (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 developed and employed for the effective and efficient depolymerization of lignin towards the synthesis of aromatic commodity chemicals like oligomers (dimers and trimers) and monomeric units, such as alky-substituted aromatic phenols, guaiacols, and syringols.

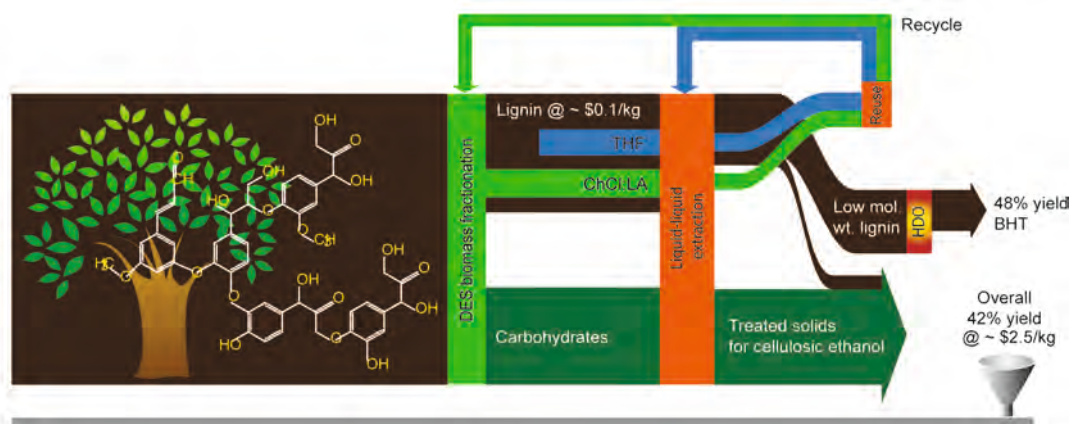
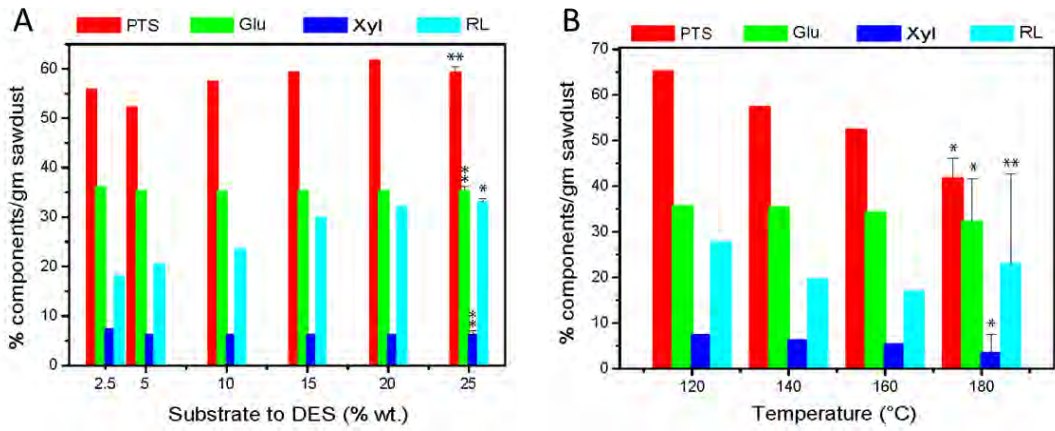


Figure 15. Graphical abstract of the process of production of butylated hydroxytoluene using biomass derived lignin

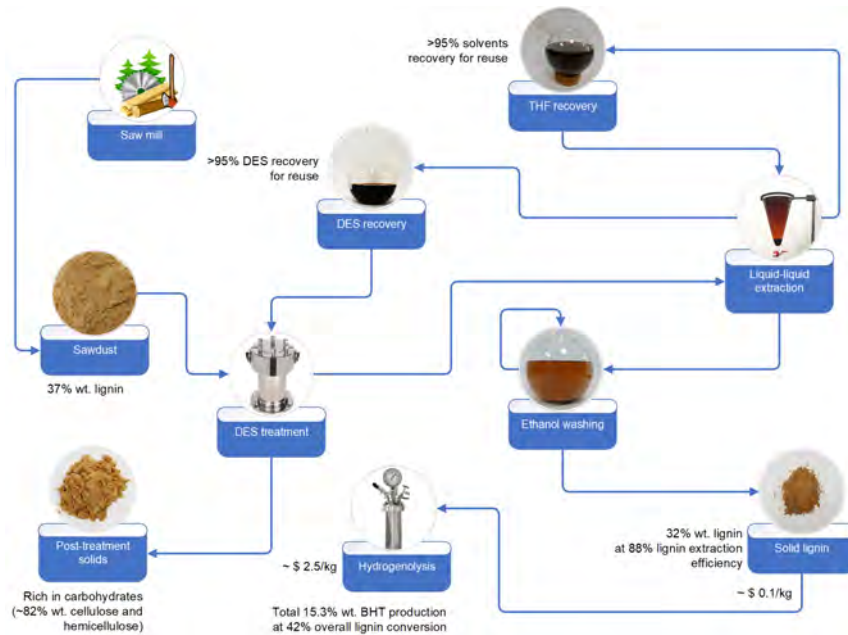


चित्र 16. लिग्निसेल्यूलोसिक बायोमास (बुरादा) से लिग्निन की वसूली पर डीईएस लोडिंग और तापमान का प्रभाव

अनुसंधान की प्रगति

इसके साथ, हम बाद के वैलेरीकरण के लिए बायोमास के डीप इयूटेक्टिक विलायक (डीईएस) उपचार के दौरान नवीन द्विध्रुवीय पृथक्करण दृष्टिकोण को अपनाने के साथ गुणवत्ता के साथ विशिष्ट लिग्निन रिकवरी के लिए तकनीक प्रदर्शित करते हैं (जैसा कि चित्र 15 में दिखाया गया है)। जिसमें, टेट्राहाइड्रोफुरान (THF)/जलीय NaCl संयोजन ने द्विभाजक परत पृथक्करण की प्रगति को प्रभावित किया, जिससे कार्बनिक चरण के लिए डीप यूटेक्टिक विलायक विघटन लिग्निन की गति में तेजी आई और पुनः उपयोग के लिए लिग्निन (चित्र 16) और

विलायक (दोनों THF और डीईएस) की आसान वसूली की अनुमति दी गई संशोधित प्रोटोकॉल 95% शुद्धता के साथ ~ 32 wt.% लिग्निन उपज को पूरा करने में सुविधा प्रदान करता है, जो कि बुरादा के संभावित लिग्निन की लगभग 88% वसूली है, जो उच्च तापीय परिस्थितियों के तहत 1:2 मोलर अनुपात में कोलीन क्लोराइड और लैक्टिक एसिड संयोजन का उपयोग करके बुरादा के अंश के माध्यम से प्राप्त किया गया। प्राप्त परिणाम एक समान लकड़ी सबस्ट्रेट का उपयोग करके लिग्निन की वर्षण के लिए H₂O-EtOH मिश्रण को नियोजित करने वाले पारंपरिक डीईएस प्रोटोकॉल की तुलना में तुलनात्मक रूप से अधिक (~ 2-गुना) है।



चित्र 17. बायोमास लिग्निन रिकवरी के एकीकृत सेटअप की समग्र प्रक्रिया प्रवाह योजना और उत्पादन फेनोलिक्स (बीएचटी) के लिए बाद में वैलेरीकरण

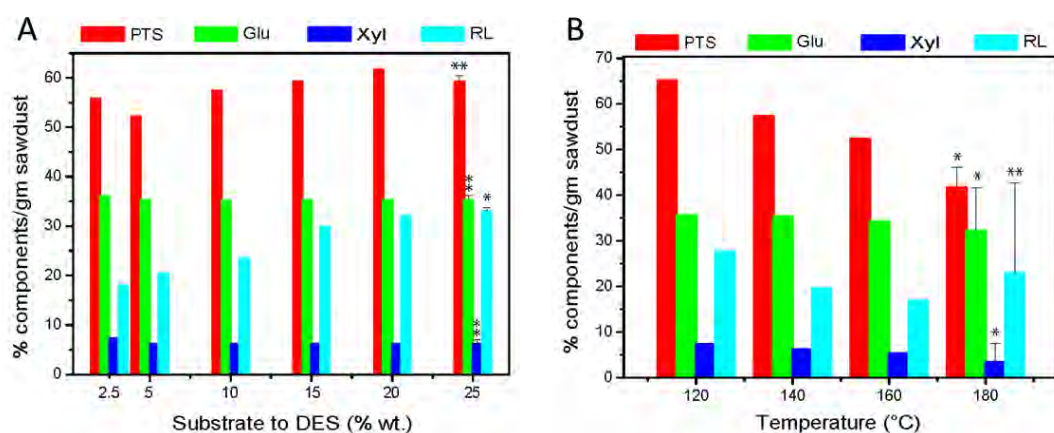


Figure 16. Effect of DES loading and temperature on the recovery of the lignin from lignocellulosic biomass (sawdust)

Research Progress

Herein, we demonstrate the technique for facile lignin recovery with quality by adapting the novel biphasic separation approach during the deep eutectic solvent (DES) treatment of biomass for subsequent valorization (as shown in Fig. 15). Wherein, the tetrahydrofuran (THF)/aq. NaCl combination influenced the attainment of biphasic layer separation, thereby accelerating the movement of DES dissolution lignin to the organic phase and allowing the easy recovery of lignin (Fig. 16) and solvents (both THF and DES) for reuse. The modified

protocol facilitated in accomplishing ~32 wt.% lignin yield with 95% purity, which is nearly 88% recovery to the potential lignin of sawdust, achieved through the fractionation of sawdust using choline chloride and lactic acid combination at 1:2 molar ratio under high thermal conditions.

The obtained result is comparatively higher (~2-fold) than the conventional DES protocol employing H₂O-EtOH mixture for precipitation of lignin using a similar wood substrate.

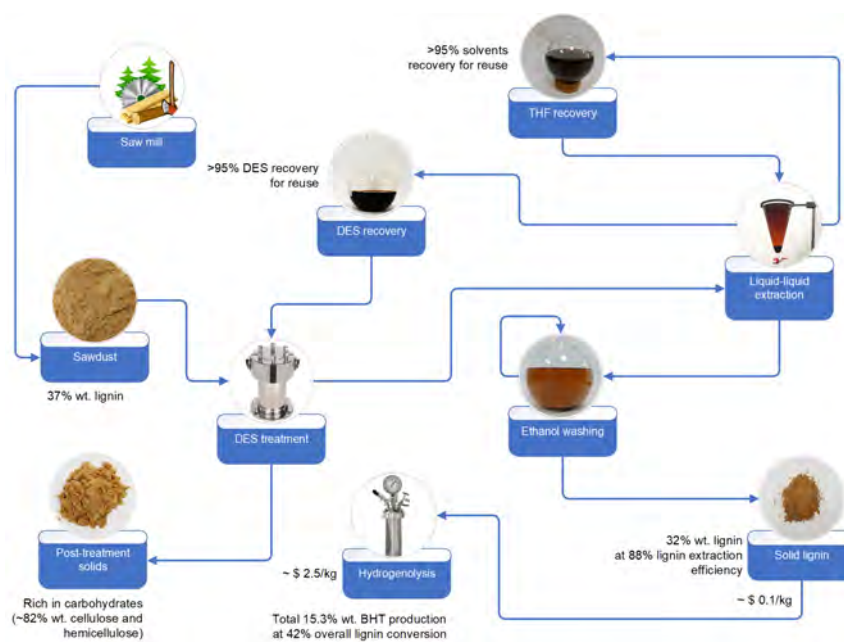


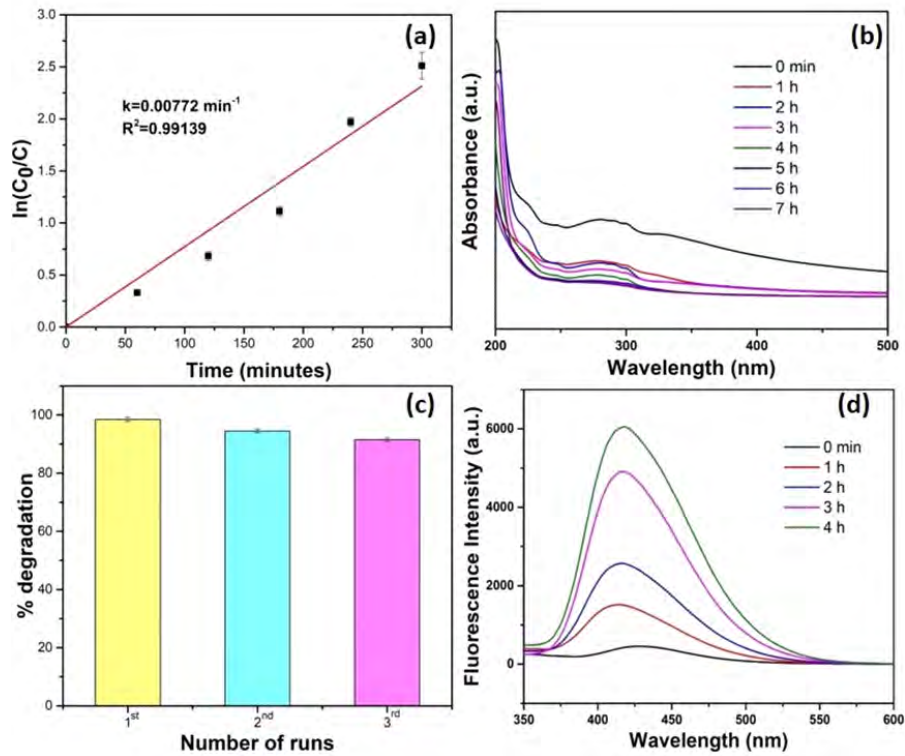
Figure 17. Overall process flow scheme of the integrated setup of biomass lignin recovery and subsequent valorization for the production phenolics (BHT).

^{13}C एनएमआर, एफटी-आईआर, जीपीसी और पाइ-जीसी/एमएस सहित विश्लेषणात्मक लक्षण वर्णन तकनीकों के सभी अपनी संरचनात्मक और रूपात्मक विशेषताओं की स्थापना की, प्रभावी $\beta\text{-O-4}$ सामग्री और कार्बोहाइड्रेट और सिलिका सहित सीमित अवशिष्ट घटकों के प्रभुत्व के कारण, यह संभावित सुगंधित रसायनों के उत्पादन के लिए उपयुक्त फीडस्टॉक के रूप में इसे प्रस्तावित है। हाइड्रोजनोलिसिस के माध्यम से फेनोलिक्स संश्लेषण के लिए इसकी उपयुक्तता के मूल्यांकन पर, इसने विषम उत्प्रेरक ($\text{Ru}@V_2O_5$) के माध्यम से एक प्रमुख उत्पाद के रूप में $\sim 48\%$ ब्यूटिलेटेड हाइड्रोक्सीटोलुईन (बीएचटी) प्राप्त करने की अनुमति दी। कुल मिलाकर, परिणामों ने प्रदर्शित किया कि डीईएस बायोमास के विघटन में कुशल है, जिसने लिग्निन की रिहाई को बढ़ावा दिया; हालांकि, ठोस लिग्निन की वसूली शामिल निष्कर्षण एजेंट और बहाव के चरणों (चित्र 17) पर निर्भर करती है।

लिग्निन का फोटोकैटलिटिक अपघटन

यहाँ, हम जलीय परिस्थितियों में CQDs सजाए गए TiO_2 नैनोहाइब्रिड का उपयोग करके फोटोकैटलिसिस के माध्यम से लिग्निन अपघटन के लिए प्रभावी

प्रक्रिया का प्रदर्शन करते हैं। लिग्निन की जटिल शाखाओं वाली संरचना इसके रासायनिक / जैविक परिवर्तन में चुनौतियां पेश करती है। पुनरावर्ती प्रकृति अपाधिकीकरण के माध्यम से संभावित रसायनों और उत्पादों के संश्लेषण की दिशा में इसके प्रभावी उपयोग में बाधा उत्पन्न करती है। दरअसल, पाउडर एक्सआरडी, एचआर-टीईएम और एक्सपीएस सहित परिष्कृत विश्लेषणात्मक निर्धारणों ने तैयार किए गए TiO_2/CQDs नैनोकंपोसिट की संरचनात्मक विशेषताओं को देखा। फोटोकैटलिसिस ने प्रत्यक्ष सूर्य के प्रकाश की रोशनी के साथ 99% तक वाणिज्यिक क्षार लिग्निन के लगभग पूर्ण अपघटन को बढ़ावा दिया, जिससे बाजार-मूल्य लिग्निन डेरिवेटिव उत्पादों की एक अलग विविधता जैसे एम-एनिसिक एसिड (3-मेथॉक्सीबेन्ज़िक एसिड) और पी-हाइड्रोक्सीबेन्ज़ोइक एसिड (पीएचबीए) क्रमशः 20% और 16% चयनशीलता के साथ, संभावित ऑक्सीकरण तंत्र के माध्यम से। क्राफ्ट लिग्निन के अपघटन के प्रति इसकी प्रभावशीलता की पुष्टि करने पर, इसने 6 घंटे फोटोकैटलिसिस के भीतर एक आशाजनक प्रतिक्रिया (86% रूपांतरण) दिखाई। पुनरावर्तन अध्ययन से पता चला है कि फोटोकैटलिसिस में एक असाधारण फोटोस्टैबिलिटी (चित्र 18) है।



चित्र 18. (क) लिग्निन (10 मिलीग्राम/ एल लिग्निन की मात्रा) के फोटोकैटलिटिक क्षरण को चित्रित करने वाले समय के विरुद्ध $\ln(C_0/C)$ का ग्राफ, उत्प्रेरक (TiO_2/CQDs) खुराक 0.5 g/L , (ख) यूवी-कृषि बायोमास के फोटोकैटलाइटिक क्षरण के अवशोषित स्पेक्ट्रम की तुलना में-व्युत्पन्न क्राफ्ट लिग्निन (10 मिलीग्राम/एल, pH 12) सूर्य के प्रकाश रोशनी के तहत TiO_2/CQDs (1 g/L) के साथ अलग-अलग समय अंतराल पर, (ग) लिग्निन क्षरण के लिए TiO_2/CQDs फोटोकैटलिसिस के पुनर्चक्रणीय प्रयोग और (घ) सौर प्रकाश विकिरण के तहत उत्प्रेरक की उपस्थिति में ट्रेफ्लिक एसिड के फ्लोरोसेंस स्पेक्ट्रा $\lambda_{\text{ex}} = 315 \text{ nm}$ पर उत्प्रेरक द्वारा हाइड्रोक्सिल कणों के उत्पादन को दर्शाते हैं

All of the analytical characterization techniques, including ^{13}C NMR, FT-IR, GPC and Py-GC/MS established its structural and morphological characteristics, proposing it as the apt feedstock for the potential aromatic chemicals production due to the dominance of $\beta\text{-O-4}$ content and the limited residual constituents, including sugars and silica. Upon evaluation of its suitability for phenolics synthesis via hydrogenolysis, it allowed to obtain $\sim 48\%$ butylated hydroxytoluene (BHT) as a dominant product through the heterogeneous catalysis ($\text{Ru}@V_2\text{O}_5$). Overall, the results honestly demonstrated that DES is proficient in the disintegration of biomass, which in turn promoted the release of lignin; however, the recovery of solid lignin depends on the extraction agent involved and the downstream steps (Fig. 17).

Photocatalytic decomposition of lignin

Herein, we demonstrate the effective process for lignin decomposition via photocatalysis using CQDs decorated TiO_2 nanohybrid in aqueous conditions. The complex branched structure of lignin offers challenges in

its chemical/biological transformation. The recalcitrant nature hampers its effective utilization towards the synthesis of potential chemicals and products through depolymerization. Indeed, the sophisticated analytical determinations, including powder XRD, HR-TEM, and XPS, witnessed the structural characteristics of the as-prepared TiO_2/CQDs nanocomposite. The photocatalyst promoted a nearly complete decomposition of commercial alkali lignin up to 99% with the direct sunlight illumination, yielding a different variety of market-value lignin derivative products like m-anisic acid (3-methoxybenzoic acid) and p-hydroxybenzoic acid (PHBA) with 20% and 16% selectivity, respectively, through the probable oxidation mechanism. Upon verifying its effectiveness towards the decomposition of kraft lignin, it showed a promising response (86% conversion) within 6 h of photocatalysis. The recyclability study showed that the photocatalyst has an exceptional photostability (Fig. 18).

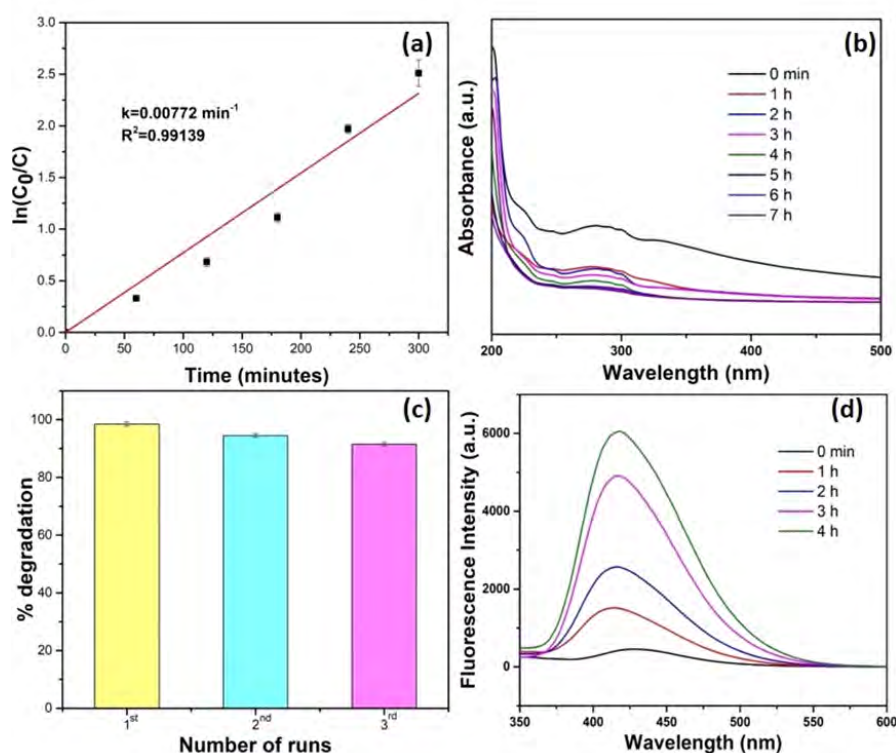


Figure 18. (a) Graph of $\ln(C_0/C)$ against time portraying photocatalytic degradation of lignin (10 mg/L lignin concentration, catalyst (TiO_2/CQDs) dose 0.5 g/L), (b) UV-vis absorbance spectrum of photocatalytic degradation of agricultural biomass-derived kraft lignin (10 mg/L, pH 12) at different time intervals with TiO_2/CQDs (1 g/L) under sunlight illumination, (c) Recyclability experiments of TiO_2/CQDs photocatalyst for the lignin degradation and (d) Fluorescence spectra of terephthalic acid in the presence of the catalyst under solar light irradiation depicting the production of hydroxyl radicals by catalyst at $\lambda_{\text{ex}}=315$ nm.

मुख्य उपलब्धियां

- बायोमास (बुरादा/चावल के भूस) से अधिकतम लिग्निन रिकवरी (32% डब्ल्यूटी उपज और 95% शुद्धता) प्राप्त करने के लिए रणनीति की स्थापना करना, जो पारंपरिक डीईएस प्रोटोकॉल के माध्यम से रिपोर्ट की गई उपज की तुलना में ~2 गुना अधिक है।
- कठोर लिग्निन के अपघटन के लिए विधि की स्थापना, बाजार-मूल्य लिग्निन व्युत्पन्न उत्पादों जैसे एम-एनिसिक एसिड (3-मेथॉक्सीबेन्ज़ोइक एसिड) और पी-हाइड्रॉक्सीबेन्ज़ोइक एसिड (पीएचबीए) में फोटोकैटलिसिस के माध्यम से की जाती है।

बी 05: जैविक और औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए एग्री-बायोमास-आधारित लिग्निन को कार्यात्मक नैनोमेटेरियल्स में परिवर्तित करना

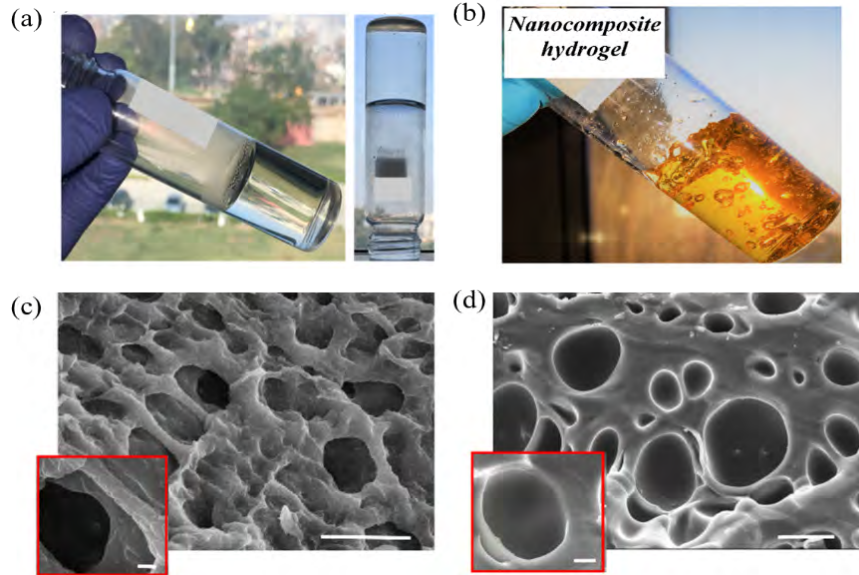
लिग्निन एक प्राकृतिक बायोपॉलिमर है जो प्रकृति के बाद की फसल में बहुतायत से मौजूद है। यह एंटीऑक्सिडेंट, रोगाणुरोधी, यूवी-अवरोधक और कई अन्य गुणों के साथ एक बहुआयामी अणु है। हैरानी की बात है, कृषि-बायोमास के अन्य घटकों के साथ या तो इसे खेत में छोड़ दिया जाता है या बाहर जला दिया जाता है। इसलिए यह एग्री-बायोमास व्युत्पन्न लिग्निन को कार्यात्मक सामग्री में परिवर्तित करने के लायक है। प्रकृति में बायोकंपैटिबल होने के नाते, लिग्निन से नैनोमेटेरियल्स तैयार करना एक महत्वपूर्ण शोध क्षेत्र है। सबसे पहले, लिग्निन आधारित धातु (चांदी, सोना और बायमेटेलिक) नैनोकॉम्प्लेक्स सफलतापूर्वक विकसित किए गए थे जो कि रोगाणुरोधी एजेंट के रूप में आशाजनक क्षमता दिखाते थे। प्रकाश-सक्रिय करने योग्य फोटोडायनामिक चिकित्सीय एजेंटों को गढ़ने के लिए नैनोकॉम्प्लेक्सों को बाद में एक पारदर्शी हाइड्रोजेल में डाल दिया गया। इसके अलावा, लिग्निन

आधारित जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट्स के साथ सराहनीय यूवी-अवरोधक और रोगाणुरोधी क्षमता विकसित की गई थी। विशेष रूप से, जिंक ऑक्साइड नैनोकंपोसिट ने एक वाणिज्यिक शरीर क्रीम में जोड़ा जाने पर रोगाणुरोधी सनस्क्रीन विकसित करने के लिए एक प्रभावी योजक के रूप में काम किया। मूल लिग्निन आधारित बायोडिग्रेडेबल नैनोपार्टिकल्स भी विकसित किए गए हैं जो जैव सक्रिय एजेंटों के लिए वाहक के रूप में और एक कोटिंग सामग्री के रूप में कार्य करने की क्षमता रखते हैं। होनहार फोटोफिजिकल गुणों के साथ पॉलीपीरोले नैनोकैपेसल्स विकसित किए जा रहे हैं जो कृषि-बायोमास को नीचा दिखाने के लिए एक आवश्यक उपकरण के रूप में काम करेंगे। यह कल्पना की जाती है कि ये एग्री-वेस्ट लिग्निन-आधारित कार्यात्मक नैनोमेटेरियल्स, कोटिंग्स जैसे मूल्यवान उत्पादों को तैयार करने के लिए उपयोगी होंगे, जैविक और औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए फिल्मों।

अनुसंधान की प्रगति

एंटीमाइक्रोबियल फोटोडायनामिक चिकित्सा क्षमता वाले लिग्निन-मेटेलिक/बायमेटेलिक नैनोकंजुगेट डोपड हाइड्रोजेल

फोटोडायनामिक रोगाणुरोधी हाइड्रोजेल स्थानीय ड्रग डिलीवरी के माध्यम से रोगाणुरोधी एजेंटों की चिकित्सीय कार्रवाई को बढ़ाने में एक गेम चेंजर हो सकता है। फोटोडायनामिक नैनोकंजुगेट हमारे द्वारा तैयार किए गए थे, जो प्रकाश के रूप में एक सक्रिय अणु है, जिसे लिग्निन व्युत्पन्न धातु और बायमेटेलिक (सिल्वर और गोल्ड बेस्ड) नैनोकॉम्प्लेक्स के साथ फोटोसेंसिटाइजर (रॉज बंगाल) उपस्थित है। नैनोकॉंजुगेट्स कम से कम तीन दिनों के लिए शारीरिक परिस्थितियों में बहुत स्थिर थे।



चित्र 19. (ए) दृश्य अवलोकन द्वारा हाइड्रोजेल संश्लेषण की पुष्टि - कांच की शीशी (बाएं) के झुकाव पर कोई मुक्त प्रवाह नहीं देखा गया था, (ii) 15 मिनट के लिए कांच की शीशी उलटा कोई प्रवाह नहीं दिखाया (दाएं), (बी) दृश्य उपस्थिति नैनोकम्पोजिट हाइड्रोजेल (RB @ AuAgLNCs एम्बेडेड), स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी की छवियों (सी) PAA हाइड्रोजेल, (डी) पी.ए.ए. हाइड्रोजेल- RB @ AuLNCs (स्केल 20 माइक्रोन)। [बायोमैक्रोमोलेक्यूलस से 2020, 21, 3216-3230 अनुकूलित]

Salient Achievements

- Establishing the strategy for achieving maximum lignin recovery (32% wt. yield and 95% purity) from biomass (sawdust/rice straw), which is ~2-times higher than the yield reported through the traditional DES protocol.
- Establishing the method for decomposition of the rigid lignin into market-value lignin derivative products like m-anisic acid (3-methoxybenzoic acid) and p-hydroxybenzoic acid (PHBA) via photocatalysis.

B 05: Conversion of Agri-biomass-based Lignin into Functional Nanomaterials for Biological and Industrial Applications

Lignin is a natural biopolymer present abundantly in nature post-harvest. It is a multifaceted molecule with antioxidant, antimicrobial, UV-blocking and several other properties. Surprisingly, along with other components of agri-biomass either it is left in the field or burnt out. It is therefore worth converting agri-biomass derived lignin into functional materials. Being biocompatible in nature, preparation of nanomaterials from lignin would be an important research area to explore. Firstly, lignin based metal (silver, gold and bimetallic) nanocomplexes were developed successfully which showed promising potential as antimicrobial agent. The nanocomplexes were later doped into a transparent hydrogel to fabricate light-activatable photodynamic therapeutic agents.²

Further, lignin based zinc oxide nanocomposites with commendable UV-blocking and antimicrobial potential was developed. Notably, the zinc oxide nanocomposite acted as an effective additive to develop antimicrobial sunscreen when added to a commercial body cream. Native lignin based biodegradable nanoparticles have also been developed which has the potential to act as a carrier for bioactive agents and also as a coating material. Polypyrrole nanoencapsules with promising photophysical properties are being developed which will act as an essential tool to degrade agri-biomass.⁵ It is envisioned that these agri-waste lignin-based functional nanomaterials will be useful to prepare valuable products such as coatings, films for biological and industrial applications.

Research Progress

Lignin-metallic/bimetallic nanoconjugate doped hydrogels with antimicrobial photodynamic therapy potential

Photodynamic antimicrobial hydrogels can be a game changer in enhancing therapeutic action of antimicrobial agents via localized drug delivery. Photodynamic nanoconjugates were prepared by us via conjugating a light activatable molecule called photosensitizer (rose bengal) with lignin derived metallic and bimetallic (silver and gold based) nanocomplexes. The nanoconjugates were very stable under physiological conditions for at least three days.

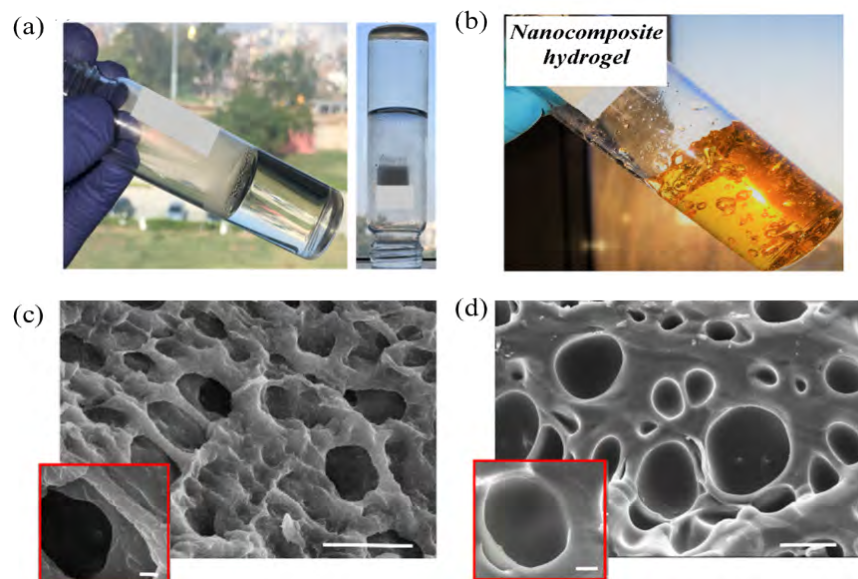
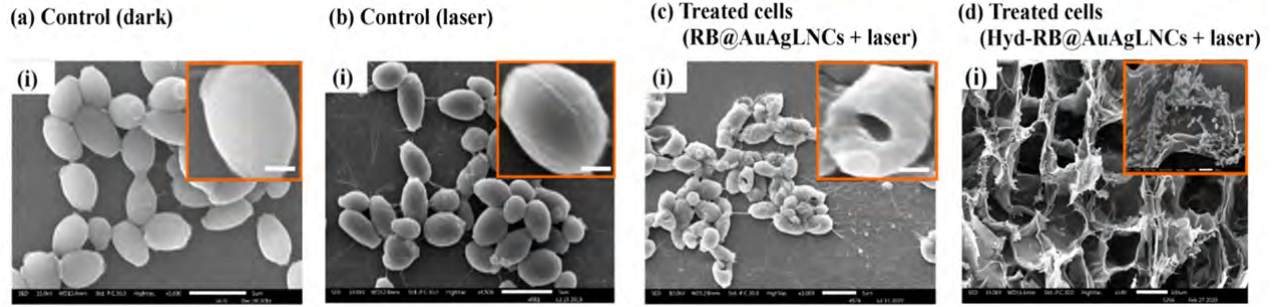
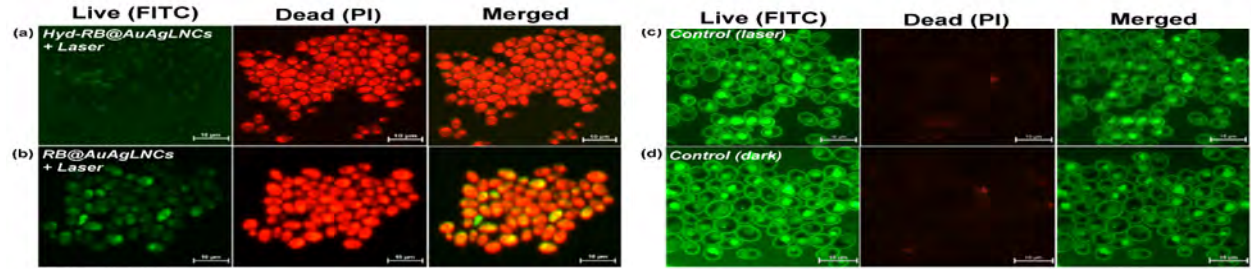


Figure 19. (a) Confirmation of hydrogel synthesis by visual observation - no free movement was observed upon tilting of the glass vial (left), (ii) glass vial inversion for 15 min showed no movement (right), (b) visual appearance of a nanocomposite hydrogel (RB@AuAgLNCs embedded), scanning electron microscopy (SEM) images of (c) PAA hydrogel (bare hydrogel), (d) PAA hydrogel-RB@AuLNCs (scale 20 μ m).



चित्र 20. अलग-अलग पैमानों (अंधेरे में) (नियंत्रण के साथ-साथ लेजर) में उपचारित कवक कोशिकाओं की SEM छवियां (अंधेरे में) [(i) 5 माइक्रोन स्केल], 1 μm पैमाने पर एकल कोशिका का प्रतिनिधित्व करने वाला इनसेट, चित्र (बी) कनट्रॉल (केवल लेजर) [(i) 5 माइक्रोन स्केल], इनसेट 1 माइक्रोन स्केल पर कोशिका का प्रतिनिधित्व करता है; (सी) उपचारित कोशिकाएँ (RB @ AuAgLNCs + लेजर) [(i) 5 माइक्रोन स्केल] 1 माइक्रोन स्केल पर कोशिका का प्रतिनिधित्व करने वाला इनसेट और (डी) उपचारित कोशिकाएँ (Hyd-RB @ AuAgLNC + लेजर) [(i) 100 माइक्रोन स्केल], 10 माइक्रोन स्केल पर हाइड्रोजेल के साथ फंगल कोशिकाओं की प्रतिक्रिया का प्रतिनिधित्व करने वाला इनसेट। [बायोमैक्रोमोलेक्यूलस 2020, 21, 3216-3230 से अनुकूलित] चित्र 3. 10 माइक्रोन पैमाने पर कवक कोशिकाओं (कैंडिडा ट्रॉपिकल) की प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी छवियों के साथ इलाज किया गया: (ए) लेजर जोखिम के साथ हाइड्रोजेल-आरबी @ एयूएजीएलएनसी, (बी) लेजर एक्सपोजर (सी) नियंत्रण (लेजर) के साथ आरबी @ एयूएजीएलएनसी केवल और (डी) नियंत्रण (अंधेरे में)। [बायोमैक्रोमोलेक्यूल 2020, 21, 3216-3230 से अनुकूलित]



चित्र 21. 10 माइक्रोन पैमाने पर कवक कोशिकाओं (कैंडिडा ट्रॉपिकलिस) की प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी छवियों के साथ इलाज किया गया: (ए) लेजर जोखिम के साथ हाइड्रोजेल-RB @ AuAgLNC, (बी) लेजर एक्सपोजर (सी) कनट्रॉल (लेजर) के साथ RB@AuAgLNC केवल और (डी) कनट्रॉल (अंधेरे में)। [बायोमैक्रोमोलेक्यूलस 2020, 21, 3216-3230 से अनुकूलित]

महत्वपूर्ण रूप से, नैनोकॉन्जेट्स के पास अपने एकल ऑक्सीजन और प्रतिदीप्ति क्वांटम पैदावार से पाए जाने वाले होनहार फोटोफिजिकल गुण (प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियां और फोटोलुमिनेंसिस) हैं। इसके अलावा, इन नैनोकंजुगेट्स में से प्रत्येक को पीएच ट्रिगर रिलीज क्षमता (चित्र 19) के साथ रोगाणुरोधी फोटोडायनामिक हाइड्रोजेल को विकसित करने के लिए एक पॉलीएक्रिटिक एसिड (पी.ए.ए.) आधारित हाइड्रोजेल में शामिल किया गया था। विशेष रूप से, हाइड्रोजेल से फोटोडायनामिक नैनोकंजुगेट्स का पीएच सक्रिय रिलीज दृष्टिकोण कैंडिडा ट्रॉपिकलिस (चित्र 20) के खिलाफ लेजर-असिस्टेड एंटीफंगल गतिविधि

के लिए फायदेमंद था। एक तुलनात्मक अध्ययन के दौरान यह देखा गया कि रॉज बंगला @ बायोमैटैलिक नैनोकंजुगेट डोपड हाइड्रोजेल ने अपने मोनोमैटैलिक समकक्षों (चित्र 21) की तुलना में बेहतर फोटोडायनामिक एंटीफंगल गतिविधि दिखाई। द्विधात्विक नैनोकंजुगेट डोपड हाइड्रोजेल ने बहुत कम IC50 मूल्य के साथ अधिकतम कवक विकास निषेध प्रदर्शित किया। ये नए विकसित फोटोडायनामिक रोगाणुरोधी हाइड्रोजेल को लक्षित चिकित्सा और घाव भरने वाले अनुप्रयोगों में संभावित रूप से लागू किया जा सकता है।

तालिका 6. लिग्निन, नैनोकोम्पोसाइट्स और क्रीम-आधारित योगों की यूवी संरक्षण दक्षता का निर्धारण *

S. No.	UV blocking agent	UVA (315-400 nm) % Transmittance	UVB (280-315 nm) % Transmittance
1	Alkali Lignin (AL)	7 ±0.5	0
2	Kraft Lignin (KL)	7 ±0.5	0
3	Commercial ZnO NPs	10 ±2.5	10 ±2.5
4	ZnOAL NCs	10 ±0.5	0
5	ZnOKL NCs	0	0
6	Cream Only	90 ±2.5	100 ±2.5
7	Cream + AL	65 ±0.75	60 ±2.5
8	Cream + KL	50 ±5	50
9	Cream + ZnO AL NCs	28 ±5	25 ±1.5
10	Cream + ZnO KL NCs	10 ±2.5	10 ±0.75

*The experiments were performed in triplicates

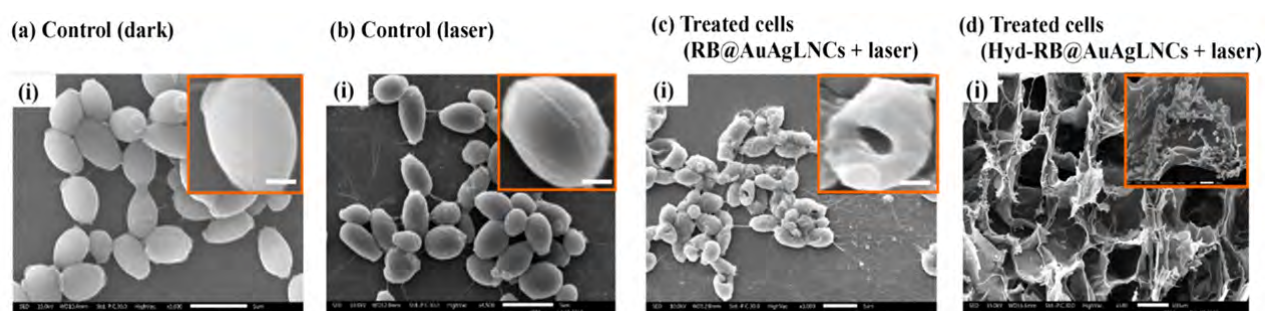


Figure 20. SEM images of treated fungal cells along with control (in dark as well as laser) at different scales (a) control (in dark) [(i) 5 μm scale], inset representing a single cell at 1 μm scale, (b) control (laser only) [(i) 5 μm scale], inset representing a single cell at 1 μm scale; (c) treated cells (RB@AuAgLNCs + laser) [(i) 5 μm scale] inset representing a single cell at 1 μm scale and (d) treated cells (Hyd-RB@AuAgLNCs + laser) [(i) 100 μm scale], inset representing the interaction of fungal cells with hydrogel at 10 μm scale.

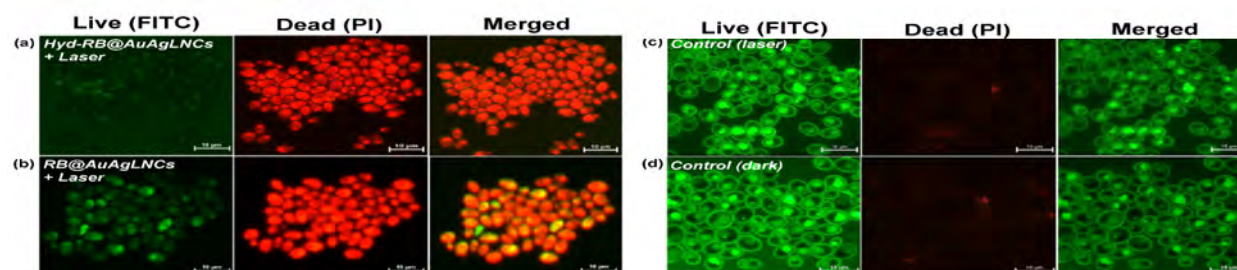


Figure 21. Fluorescence microscopy images of the fungal cells (*Candida tropicalis*) at 10 μm scale treated with: (a) hydrogel-RB@AuAgLNCs with laser exposure, (b) RB@AuAgLNCs with laser exposure, (c) control (laser exposure only) and (d) control (in dark).

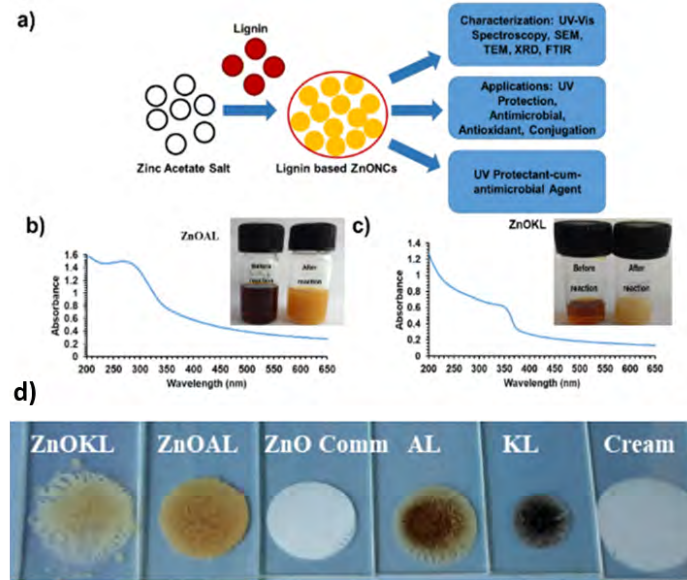
Importantly, the nanoconjugates possessed promising photophysical properties (reactive oxygen species generation and photoluminescence) as found from their singlet oxygen and fluorescence quantum yields. Further, each of these nanoconjugates were incorporated into a polyacrylic acid (PAA) based hydrogel to develop antimicrobial photodynamic hydrogels with pH triggered release potential (Fig. 19). Notably, the pH activated release approach of the photodynamic nanoconjugates from the hydrogel was advantageous towards the laser-

assisted antifungal activity against *Candida tropicalis* (Fig. 20). During a comparative study it was observed that the rose bengal@bimetallic nanoconjugate doped hydrogel showed better photodynamic antifungal activity than its monometallic counterparts (Fig. 21). The bimetallic nanoconjugate doped hydrogel displayed maximum fungal growth inhibition with very low IC₅₀ value. These newly fabricated photodynamic antimicrobial hydrogels could be potentially applicable in targeted therapeutics and wound healing applications.

Table 6. Determination of UV protection efficiency of lignin, nanocomposites and cream-based formulations*

S. No.	UV blocking agent	UVA (315-400 nm) % Transmittance	UVB (280-315 nm) % Transmittance
1	Alkali Lignin (AL)	7 ±0.5	0
2	Kraft Lignin (KL)	7 ±0.5	0
3	Commercial ZnO NPs	10 ±2.5	10 ±2.5
4	ZnOAL NCs	10 ±0.5	0
5	ZnOKL NCs	0	0
6	Cream Only	90 ±2.5	100 ±2.5
7	Cream + AL	65 ±0.75	60 ±2.5
8	Cream + KL	50 ±5	50
9	Cream + ZnO AL NCs	28 ±5	25 ±1.5
10	Cream + ZnO KL NCs	10 ±2.5	10 ±0.75

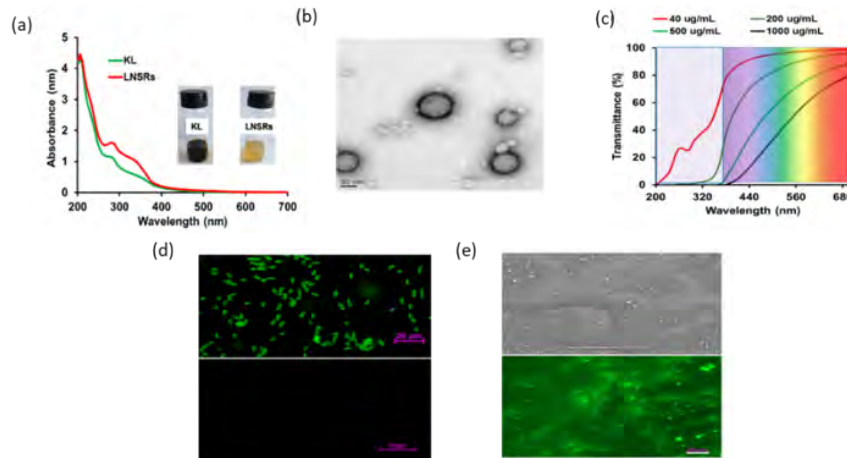
*The experiments were performed in triplicates



चित्र 22. ए) लिग्निन व्युत्पन्न लिग्निन विकसित करने के लिए योजनाबद्ध आरेख जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट्स और उनके अनुप्रयोगों, बी के यूवी विज़ स्पेक्ट्रा) ZnOAL और (सी) ZnOKL नैनोकम्पोजिट्स, इनसेट छवियां लिग्निन-जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट्स के गठन के कारण रंग परिवर्तन दिखाती हैं प्रतिक्रिया (बाएं) से पहले और प्रतिक्रिया (दाएं) के बाद, (डी) विभिन्न योगों में रंग अंतर दिखाते हुए स्लाइड्स [ZnOKL - क्राफ्ट लिग्निन आधारित ZnONCs, ZnOAL - क्षार लिग्निन आधारित ZnONCs, ZnO कॉम - ZnO वाणिज्यिक स्रोत से, AL- क्षार लिग्निन, KL - क्राफ्ट लिग्निन, क्रीम - वाणिज्यिक शरीर क्रीमा [जो मेटरा केमा बी, 2020, 8, 260-269 से अनुकूलित]

लिग्निन जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट्स को आशाजनक एंटीमाइक्रोबियल सनस्क्रीन के रूप में प्राप्त करता है। लिग्निन और जिंक ऑक्साइड नैनोपार्टिकल दोनों ही रोगाणुरोधी और यूवी-अवरोधक क्षमता के अधिकारी हैं। इस संबंध में, आम अनुप्रयोगों में लिग्निन और जिंक ऑक्साइड नैनोमेट्रील के संयुक्त प्रभाव को मान्य करना फायदेमंद होगा।

प्रारंभ में, एग्री-बायोमास व्युत्पन्न लिग्निन को जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट्स (ZnONCs) (चित्र 22) के एक-पॉट संश्लेषण के लिए उपयोग किया गया था। विशेष रूप से, लिग्निन जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट के गठन और क्रियाशीलता के लिए एक कैपिंग और स्थिर सामग्री के रूप में कार्य करता है।



चित्र 23. ए) क्राफ्ट लिग्निन और लिग्निन नेनोस्फेयर के यूवी-दृश्य स्पेक्ट्रा; LNSRs के गठन के कारण रंग परिवर्तन दिखाने वाली इनसेट तस्वीर: प्रतिक्रिया से पहले (बाएं) और प्रतिक्रिया के बाद (दाएं), (बी) LNSRs की HRTEM छवियों को 50 nm, (सी) LNSRs के संप्रेषण स्पेक्ट्रा में अलग-अलग सांद्रता में यूवी-अवरोधन का संकेत मिलता है। ई। कोलाई की LNSRs की क्षमता, (द) प्रतिदीप्ति माइक्रोस्कोपी छवि, LNSR के साथ ऊष्मायन किया गया है जो LNSRs (स्केल 20 μm) (शीर्ष) और E. coli की छवि दिखा रहा है। LNSRs (नीचे) की अनुपस्थिति में। (ई) लिग्निन नैनोकटिंग की सतह आकृति विज्ञान: कोटिंग की एसईएम छवि (100 माइक्रोन पर स्केल) (शीर्ष) और 20 माइक्रोन स्केल (तल) पर फ्लोरोसेंट सूक्ष्म छवि [भारतीय पेटेंट आवेदन संख्या: 201911011852]

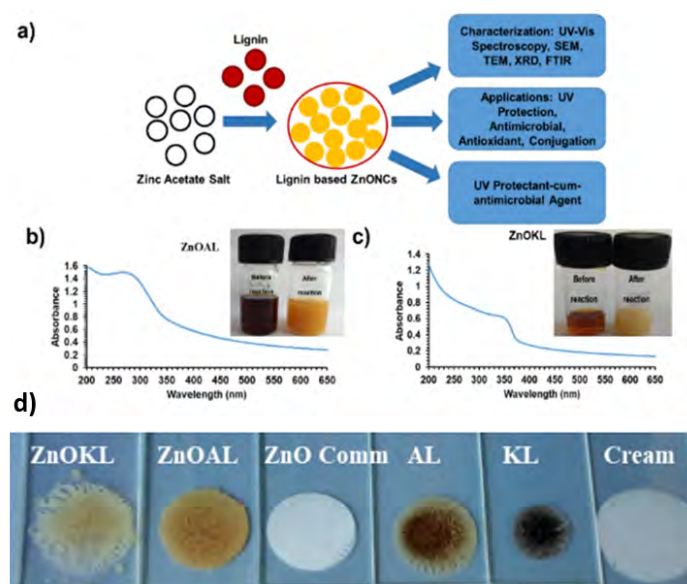


Figure 22. a) Schematic diagram to develop lignin derived ZnO nanocomposites and their applications, UV-Vis spectra of b) ZnOAL and c) ZnOKL nanocomposites, inset images show the colour change due to the formation of lignin-ZnONCs before reaction (left) and after reaction (right), d) slides showing the colour difference in various formulations [ZnOKL – Kraft lignin based ZnONCs, ZnOAL - alkali lignin based ZnONCs, ZnO comm – ZnO from commercial source, AL – alkali lignin, KL – Kraft lignin, Cream – Commercial body cream.

Lignin derived zinc oxide nanocomposites as promising antimicrobial sunscreen

Both lignin and zinc oxide nanoparticle are known to possess antimicrobial and UV-blocking potential. In this regard, it would be beneficial to validate the combined effect of lignin and zinc oxide nanomaterial in common

applications. Initially, agri-biomass derived lignin was utilized for green and one-pot synthesis of zinc oxide nanocomposites (ZnONCs) (Fig. 22). Notably, lignin acted as a capping and stabilizing material for the formation and functionalization of zinc oxide nanocomposites.

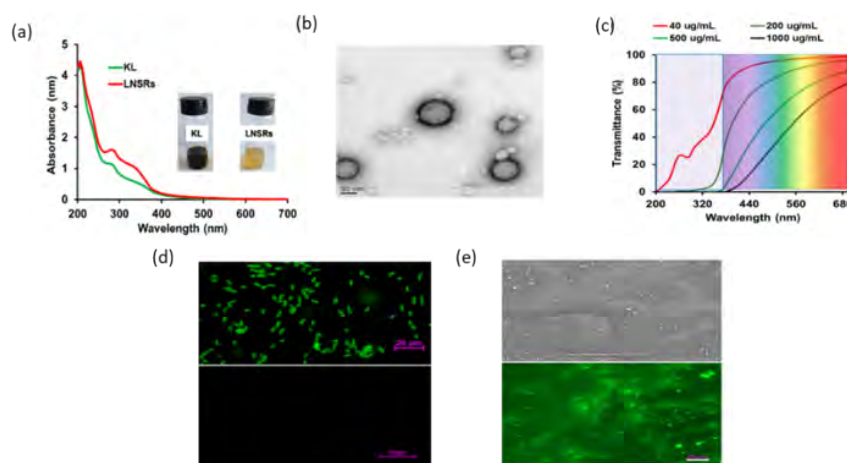
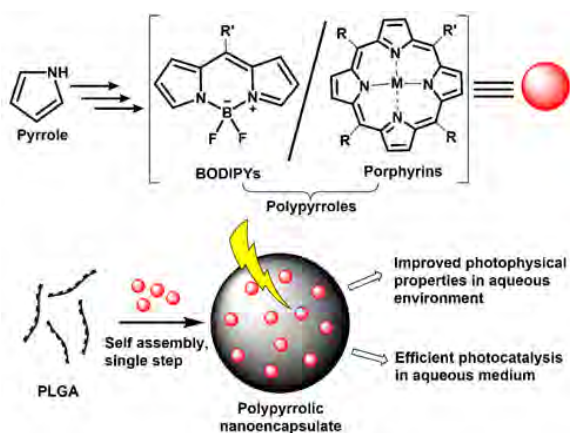


Figure 23. a) UV-visible spectra of Kraft lignin and lignin nanospheres; inset picture showing color change due to the formation of LNSRs: before reaction (left) and after reaction (right), (b) HRTEM images of LNSRs at scale 50 nm, (c) transmittance spectra of LNSRs at varying concentrations indicating UV-blocking capacity of the LNSRs, (d) fluorescence microscopy image of *E. coli* incubated with LNSRs showing green fluorescence (scale 20 μ m) (top) and image of *E. coli* in absence of LNSRs (bottom). (e) surface morphology of the lignin nanocoating: SEM image of the coating (scale at 100 μ m) (top) and fluorescent microscopic image at 20 μ m scale (bottom).



चित्र 24. पॉलिपायरोइल (पोर्फिरिन और बीओडीआईपीवाई) के संश्लेषण के योजनाबद्ध आरेख और फोटोकैटलिसिस में उनके आवेदन के बाद पॉलीपीरिलिक नैनोकैप्सुलेट्स का गठन। [चेमनानोमैट 2020, 6, 239-247 से अनुकूलित]

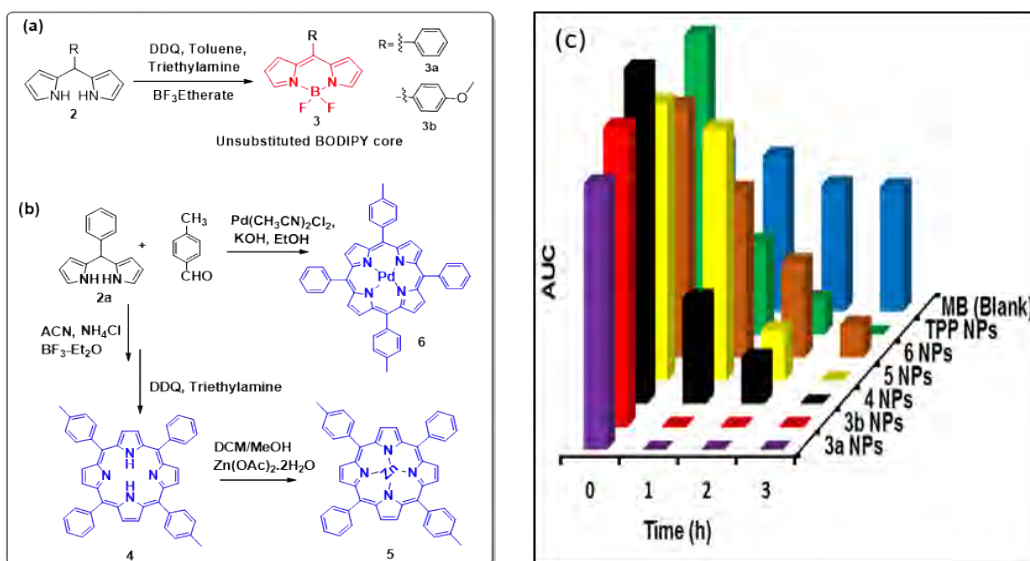
ZnONCs को एक ही चरण में और लागत प्रभावी तरीके से विकसित करने के लिए पर्यावरण के अनुकूल तरीकों को शामिल किया गया था। लिग्निन व्युत्पन्न ZnONCs ने सतही क्रियाशीलता और एंटीऑक्सीडेंट क्षमता का प्रदर्शन किया। इसके अलावा, नैनोकंपोजिट्स ने ग्राम नेगेटिव और ग्राम पॉजिटिव बैक्टीरिया के खिलाफ अच्छी रोगाणुरोधी क्षमता प्रदर्शित की। इसके अलावा, नैनोकंपोजिट्स उत्कृष्ट यूवी-अवरूद्ध क्षमता के रूप में दिखाया गया है और यह भी जब एक आमतौर पर इस्तेमाल किया शरीर क्रीम (चित्र 22, तालिका 6) के लिए एक योजक के रूप में इस्तेमाल किया। 3 लिग्निन व्युत्पन्न जिंक ऑक्साइड नैनोकंपोजिट्स ने उत्कृष्ट एसपीएफ मान (एसपीएफ = 10) दिखाया। लिग्निन (SPF = 2, यानी 5 गुना अधिक प्रभावी) या वाणिज्यिक ZnO नैनोकणों (SPF =

4, यानी 2.5 गुना अधिक प्रभावी) की तुलना में हमारे परिणाम इसलिए सुझाव देते हैं कि, ये लिग्निन व्युत्पन्न जिंक ऑक्साइड नैनोकंपोजिट्स रोगाणुरोधी सनस्क्रीन विकसित करने में लागू हो सकते हैं।

फोटोएक्टेनेविट लिग्निन नैनोकोटिंग को फोटोथेरानोस्टिक, एंटीमाइक्रोबियल और यूवी ब्लॉकिंग पोर्टेजिअल के साथ बनाना
लिग्निन की पॉलीफेनोलिक और चिपकने वाली प्रकृति इसे रोगाणुरोधी और यूवी प्रतिरोधी, कोटिंग सामग्री के रूप में कार्य करने की अनुमति देती है। व्यावसायिक रूप से उपलब्ध कोटिंग सामग्री विषाक्त रसायनों का उपयोग करती हैं और काफी महंगी होती हैं। इस प्रकार, लिग्निन नैनोस्फियर (LNSRs) को शुरुआत में हरी तकनीक के माध्यम से एक-चरण में तैयार किया गया था जिसमें एंटीऑक्सीडेंट और यूवी अवरूद्ध क्षमता (चित्र 23) दिखाई गई थी। लिग्निन नैनोस्फियर का उपयोग सीधे एक नैनोकोटिंग सामग्री विकसित करने के लिए किया गया था। विशेष रूप से, लिग्निन-आधारित नैनोकोटिंग ने असाधारण फोटोलुमिनेसेंस गुणों का प्रदर्शन किया जो इसे बायोइमेजिंग (चित्र 23) में उपयोगी बनाता है। इसके अलावा, सामग्री ने प्रकाश की उपस्थिति में प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियां (आरओएस) उत्पन्न की, जिससे यह एक फोटोथेरेप्युटिक (चिकित्सीय और नैदानिक दोनों) एजेंट के रूप में उपयोगी है। नैनोकोटिंग ने रोगाणुरोधी फोटोडायनामिक अध्ययन का संचालन करते हुए आम रोगाणुओं को मिटाने की क्षमता दिखाई। यह मल्टीमॉडल नैनोकोटिंग विभिन्न माइक्रोबियल संक्रमणों को समाप्त करने के लिए उपयुक्त होगा।

पॉलीपीरिलिक नैनोकैप्सुलेट्स: संश्लेषण, फोटोफिजिकल मूल्यांकन और फोटोकैटलिसिस क्षमता

पॉलीपीरोल्स होनहार फोटोफिजिकल गुणों के साथ प्राकृतिक रंगद्रव्य हैं जो हल्की कटाई की सुविधा प्रदान कर सकते हैं। हालांकि, जलीय जिद ज्यादातर मामलों में उनके व्यावहारिक अनुप्रयोगों को प्रतिबंधित करता है। इसे दरकिनार करने के लिए,



चित्र 25. (ए) ट्रांस-ए 2 बी 2 पोरफाइरिस (मुक्त आधार पोर्फिरिन और मेटालोफायरिन) के संश्लेषण के लिए मेसो-प्रतिस्थापित बॉडीपाइप और (बी) के संश्लेषण, (सी) विभिन्न पॉलीपीरोल्स और पीपीएनईएस की उपस्थिति में सफेद रोशनी के तहत मिथाइल ब्लू हास। HPLC विश्लेषण द्वारा। [चेमनानोमैट 2020, 6, 239-247 से अनुकूलित]

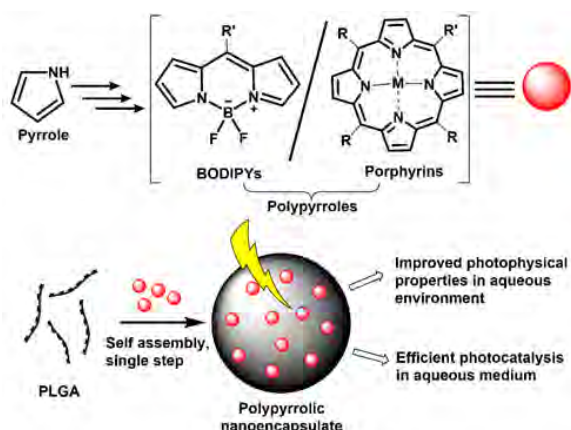


Figure 24. Schematic diagram of the synthesis of polypyrroles (porphyrins and BODIPYs) and formation of polypyrrolic nanoencapsulates following their application in photocatalysis.

Environmentally friendly methods were incorporated to develop ZnONCs in a single step and in cost effective manner. The lignin derived ZnONCs exhibited promising surface functionalization and antioxidant potentials. Moreover, the nanocomposites displayed good antimicrobial potential against Gram negative and Gram positive bacteria. Furthermore, the nanoformulations showed excellent UV-blocking efficiency as such and also when used as an additive to a commonly used body cream (Fig. 22 and Table 6). The lignin derived zinc oxide nanocomposites showed excellent SPF values (SPF = 10) in comparison to native lignin (SPF = 2, i.e. 5 times more effective) or commercial ZnO nanoparticles (SPF = 4, i.e., 2.5 times more effective). Our results therefore

suggest that, these lignin derived zinc oxide nanocomposites can be applicable in developing antimicrobial sunscreens.

Fabricating photoactivatable lignin nanocoating with phototheranostic, antimicrobial and UV blocking potential

The polyphenolic and adhesive nature of lignin allow it to act as an antimicrobial and UV resistant, coating material. Commercially available coating materialstoxic chemicals and are quite expensive. Thus, lignin nanospheres (LNSRs) were initially prepared in a one-step via green technique which showed antioxidant and UV blocking potential (Fig. 23). The lignin nanospheres were directly used to develop a nanocoating material. Notably, the lignin-based nanocoating exhibited extraordinary photoluminescence properties which makes it useful in bioimaging (Fig. 23). Moreover, the material generated reactive oxygen species (ROS) in the presence of light thereby making it useful as a phototheranostic (both therapeutic and diagnostic) agent. The nanocoating showed capability to eradicate common microbes while conducting antimicrobial photodynamic studies. This multimodal nanocoating will be appropriate to put an end to various microbial infections.

Polypyrrolic nanoencapsulates: synthesis, photophysical evaluation and photocatalytic potential

Polypyrroles are natural pigments with promising photophysical properties which can facilitate light harvesting. However, aqueous insolubility restricts their practical applications in most cases.

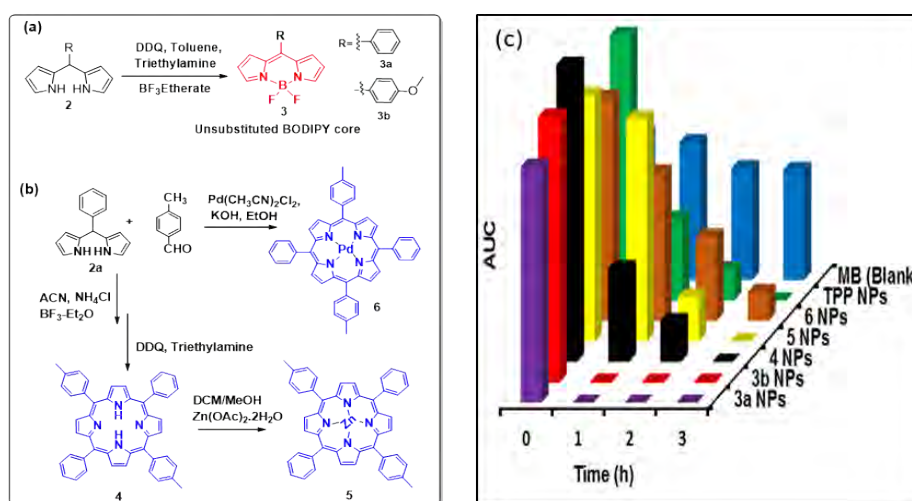


Figure 25. (a) Synthesis of meso-substituted BODIPY and (b) synthesis of trans-A2B2 porphyrins (free base porphyrin and metalloporphyrins), (c) methylene blue degradation under white light in the presence of various polypyrroles and PPNEs (as observed by HPLC analysis).

सबसे पहले अलग-अलग डिपाइरोमेथेनेस (DPM) को अच्छी पैदावार (चित्र 24) के साथ एक सरल, एक-चरणीय और स्केलेबल विधि का उपयोग करके संश्लेषित किया गया था। इसके अलावा, डीपीएम को सीधे बोरान डिपिरिस (बॉडीपी) और पोरफाइरिस के संश्लेषण में नियोजित किया गया था जो अच्छी पैदावार (चित्र 25) के लिए मध्यम में प्राप्त किए गए थे। नवनिर्मित पॉलीपीरिल्स जो हाइड्रोफोबिक थे, एक बायोडिग्रेडेबल पीएलजीए पॉलीमर में फंस गए थे, जो संबंधित पॉलीपीरिलिक नैनोकैप्सुलेट्स (पीपीएनई) बनाते थे, जिससे उनमें हाइड्रोफिलिसिटी होती थी। विशेष रूप से, बॉडीपीनो नैनोकैप्सुलेट्स ने अच्छी एनट्रैपिंग दक्षता के साथ संभावित उच्च क्वांटम पैदावार प्राप्त की है, जबकि छिद्रित होने पर पोरफाइरिस ने न्यूनतम प्रतिदीप्ति दिखाया। इनकैप्सुलेशन के बाद, पॉलीपीरोल्स के गैर-क्षयकारी क्षय मार्ग में प्रतिबंध लगाया गया था, जैसा कि आजीवन क्षय माप द्वारा देखा गया था। हालांकि, प्रतिदीप्ति के शमन का सामना करना पड़ा पर उच्च आणविक भार के साथ पॉलीपाइरॉल इस अवलोकन को आगे प्रतिदीप्ति आजीवन माप द्वारा समर्थित किया गया था। आणविक भार, एनकैप्सुलेशन दक्षता, प्रतिदीप्ति क्षय जीवनकाल के बीच सहसंबंध को PLGA में पॉलीपीरोल्स के एनकैप्सुलेशन पर देखा गया था। महत्वपूर्ण रूप से, पॉलीपीरिलिक एननोकैप्सुलेट का उपयोग दृश्यमान प्रकाश की उपस्थिति में फोटोकैटलिटिक ड्राई की गिरावट के लिए किया गया था। यह देखा गया था कि सफेद या नीले रंग के प्रकाश विकिरण (चित्र 25) पर मेथिलीन ब्लू को नीचा

दिखाने की उच्च क्षमता वाले बॉडीपी नैनोकैप्सुलेट्स थे। जबकि, इनकैप्सुलेटेड पोर्फिरीन ने अपेक्षाकृत कम ड्राई क्षरण क्षमता का प्रदर्शन किया। कुल मिलाकर, ये पॉलीपाइरोले नैनोकैप्सुलेट्स विशेष रूप से कृषि-बायोमास को क्षय करने के दिखाने के लिए हल्की कटाई के अनुप्रयोगों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएंगे।

मुख्य उपलब्धियां

- लिग्निन आधारित फोटोसेंसिटाइजर-मेटैलिक / बायमेटैलिक नैनोकॉजुगेट्स तैयार किए गए और हाइड्रोजेल में डॉप किए गए, जो प्रकाश की उपस्थिति में आशाजनक फोटोडायनामिक प्रभावकारिता दिखाते थे।
- लिग्निन व्युत्पन्न जस्ता ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट्स के साथ आशाजनक यूवी-अवरोधक और रोगाणुरोधी क्षमता विकसित की गई थी जो कि एक रोगाणुरोधी सनस्क्रीन के रूप में प्रभावी रूप से इस्तेमाल किया जा सकता है।
- लिग्निन आधारित नैनोकॉटिंग सामग्री को एक पॉट और ग्रीन तकनीक के माध्यम से विकसित किया गया था, जिसमें फोटोथेरोनोस्टिक, रोगाणुरोधी और यूवी-क्लॉकिंग क्षमता दिखाई गई थी।
- पॉलीपीरिलिक नैनोकैप्सुलेट्स की एक श्रृंखला के सिंथेसिस को पूरा किया गया, जो एक आम ड्राई के क्षरण की दिशा में उत्कृष्ट क्षमता दर्शाता है।



To circumvent this, firstly different dipyrromethanes (DPMs) were synthesized using a simple, one-step and scalable method with good yields (Fig. 24). Further, DPMs were directly employed in the synthesis of boron dipyrins (BODIPYs) and porphyrins which were obtained in moderate to good yields (Fig. 25). The newly constructed polypyrroles which were hydrophobic, were entrapped into a biodegradable PLGA polymer forming corresponding polypyrrolic nanoencapsulates (PPNEs) thereby imparting hydrophilicity into them. Notably, BODIPY nanoencapsulates have gained potentially high quantum yields with good entrapping efficiency, whereas porphyrins showed minimal fluorescence when encapsulated. Following encapsulation, restriction was imposed in the nonradiative decay pathway of the polypyrroles as observed by lifetime decay measurements. However, polypyrroles with higher molecular weight upon entrapment experienced quenching of fluorescence. This observation was further supported by the measurement of fluorescence lifetime. A correlation between molecular weight, encapsulation efficiency, fluorescence decay lifetime was noticed upon encapsulation of the polypyrroles into PLGA. Importantly, polypyrrolic nanoencapsulates were used for photocatalytic dye degradation in the presence of visible light. It was observed that BODIPY nanoencapsulates

possessed high potential to degrade methylene blue in < 2 hours upon white or blue light irradiation (Fig. 25). Whereas, encapsulated porphyrins exhibited relatively lower dye degradation capability. Overall, these polypyrrole nanoencapsulates will play key roles in light harvesting applications especially to degrade agri-biomass.

Salient Achievements

- Lignin based photosensitizer-metallic/bimetallic nanoconjugates were prepared and doped into hydrogel which showed promising photodynamic efficacy in the presence of light.
- Lignin derived zinc oxide nanocomposites with promising UV-blocking and antimicrobial potentials were developed which can be used effectively as an antimicrobial sunscreen.
- Lignin based nanocoating material was developed via one-pot and green technique which showed phototheranostic, antimicrobial and UV-clocking potential.
- Syntheses of a series of polypyrrolic nanoencapsulates were accomplished which showed excellent potential toward the degradation of a common dye.



क्षेत्र: स

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

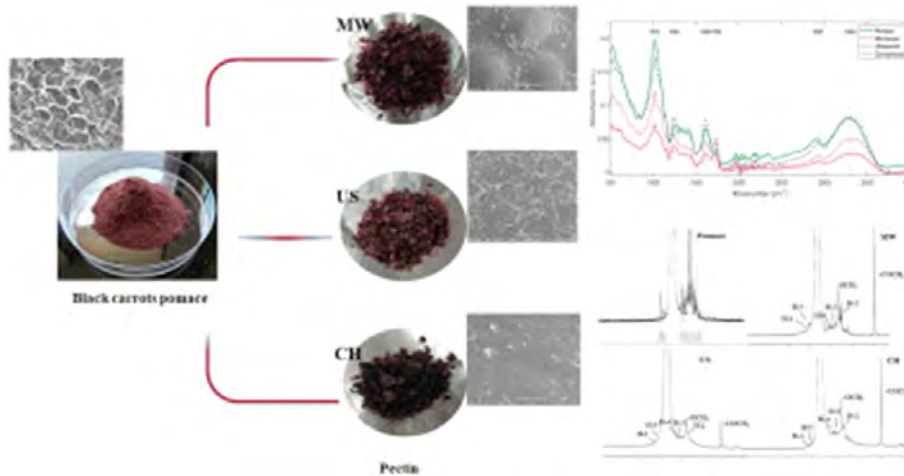
यह क्षेत्र अनुसंधान परियोजनाओं और गतिविधियों को शामिल करता है जिसमें पोषण/पोषण संबंधी महत्व के उत्पादों के निर्माण सहित प्रक्रियाएं और उत्पाद शामिल हैं। यह ज्ञात स्वाद और कार्यात्मक महत्व के पारंपरिक खाद्य पदार्थों के आधार पर, नए योग और योजक, सुरक्षित और ज्ञात/आशाजनक महत्व के फाइटोकेमिकल्स, मूल्य उन्नयन के लिए रासायनिक और जैविक परिवर्तन, उच्च व्यापार स्थिति के उत्पादों की नई पंक्ति को शामिल करता है। काली गाजर पेक्टिन की वसूली, खट्टे फलों से मूल्य वर्धित उत्पाद आदि।

सी 01: पेक्टिन निष्कर्षण और खाद्य उत्पादों में इसके उपयोग के लिए काली गाजर की प्रसंस्करण

काली या बैंगनी गाजर (*Daucus carota sativus* var. *atrorubens* Alef.) मध्य एशिया से उत्पन्न हुआ है, जहां यह लगभग ३००० साल से जाना जाता है। आजकल, ये ज्यादातर तुर्की, सुदूर पूर्व, पाकिस्तान और भारत जैसे पूर्वी देशों में खेती और खपत कर रहे हैं। हालांकि नारंगी गाजर की किस्में अधिक आम हैं, लेकिन फाइटोकेमिकल्स, एंथोसाइनिन में उनकी समृद्धि के कारण काली या बैंगनी गाजर की खपत तेजी से बढ़ रही है जो रोगों की रोकथाम में महत्वपूर्ण भूमिका प्रदान करने के लिए जाना जाता है। काली गाजर में कैसर, कार्डियो और सेरोब्रोवैस्कुलर

रोगों सहित स्वास्थ्य संवर्धन और उम्र बढ़ने से संबंधित बीमारियों में विशिष्ट भूमिका होती है। काली गाजर का रंग एंथोसाइनिन द्वारा भी गठित किया जाता है, जो मुख्य रूप से मोनोमेरिक रूप में ग्लूकोज, गैलेक्टोज और जाइलोस शर्करा के साथ साइनडिन-3-ग्लाइकोसाइड के रूप में मौजूद होता है। यह विशिष्टता उन्हें प्रसंस्कृत खाद्य उत्पादों जैसे रस, जाम, मुग्गा तैयार करने या प्राकृतिक रंगों के लिए केंद्रित के रूप में एक अच्छा कच्चा माल बनाती है। हालांकि, अन्य किस्मों की तरह, काली गाजर की बड़े पैमाने पर प्रसंस्करण कम घुलनशील (पेक्टिन) और उच्च अघुलनशील (सेल्यूलोज, हेमीसेल्यूलोज, लिग्निन) आहार फाइबर अंशों से युक्त पोमेस उत्पन्न करती है। पोमेस से घुलनशील अंश के रूप में पेक्टिन एक बहुमुखी खाद्य घटक है जो जेली, जेम, दही पेय, दूध आधारित फल पेय और आइसक्रीम जैसे खाद्य उत्पादों में संरचना निर्माण (जेलेशन, स्थिरीकरण, या गाढ़ा करने) के लिए उपयोग किया जाता है। पेक्टिन, उनकी जेलिंग क्षमता और बायोडिग्रेडेबिलिटी के कारण, खाद्य झिल्ली और आवरण में उनके आवेदन के लिए भी अध्ययन किया जा रहा है। खाद्य उद्योग के अलावा, यह एंटीऑक्सीडेंट और इम्यूनोमोडुलेटरी गतिविधियों के कारण औषधीय प्रयोजनों के लिए भी उपयोग किया जाता है।

हाल ही में, केसिन नेटवर्क के साथ परस्पर क्रिया के माध्यम से, सेब पोमेस, नारंगी फाइबर, टमाटर पाउडर और गाजर सेल वॉल घटकों जैसे पेक्टिन-समृद्ध अवयवों को जेल विशेषताओं, रीओलाजी, बनावट और सेट दही (यानी कंटेनर में सेट) के सूक्ष्मसंरचना में सुधार करने के लिए अच्छी तरह से पता लगाया गया है।



चित्र 1. काली गाजर से पेक्टिन का निष्कर्षण और लक्षण वर्णन। इस तरह के माइक्रोवेव, अल्ट्रासोनिकेशन और पेक्टिन निष्कर्षण पर पारंपरिक उत्पादक के रूप में प्रसंस्करण के प्रभाव का अध्ययन किया गया।

Research 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, phytochemicals of safe and known/promising significance, chemical and/or biological transformation for value upgradation, higher business positioning. Recovery of black carrot pectins, value added products from citrus fruits, etc.

C 01: Processing of black carrot for pectin extraction and its use in food products

The black or purple carrots (*Daucus carota* L. ssp. *sativus* var. *atrorubens* Alef.) originated from Central Asia, where it has been known for circa 3000 years. Nowadays, these are mostly cultivated and consumed in eastern countries such as Turkey, Far East, Pakistan and India. Although orange carrot varieties are more common, the consumption of black or purple carrots is steadily increasing due to their richness in phytochemicals, anthocyanins which are known to provide significant role in disease prevention. Black carrots have distinguished

role in health promotion and aging-related diseases including cancer, cardio- and cerebrovascular diseases. The color of black carrots is also constituted by anthocyanins, majorly present in monomeric form as cyanidin-3-glycosides with glucose, galactose and xylose sugars. This peculiarity makes them a good raw material for processed food products like juices, jams, marmalades preparation or as concentrates for natural colorants. However, like other varieties, large-scale processing of black carrots generates pomace containing lower soluble (pectin) and higher insoluble (cellulose, hemicellulose, lignin) dietary fibre fractions. The pectin as a soluble fraction from pomace is a versatile food ingredient used for structure building (gelation, stabilization, or thickening) in food products such as jams, yoghurt drinks, milk-based fruit drinks, and ice cream. Pectin, owing to their gelling ability and biodegradability, are also being studied for their application in edible films and coatings. Apart from food industry, it also finds uses for medicinal purposes owing to antioxidant and immunomodulatory activities.

Recently, pectin-rich ingredients such as apple pomace, orange fibre, tomato powder and carrot cell wall components have been well explored to improve the gel characteristics, rheology, texture and microstructure of set yoghurt (i.e. allowed to set in container and is of thick texture) through interactions with casein network.

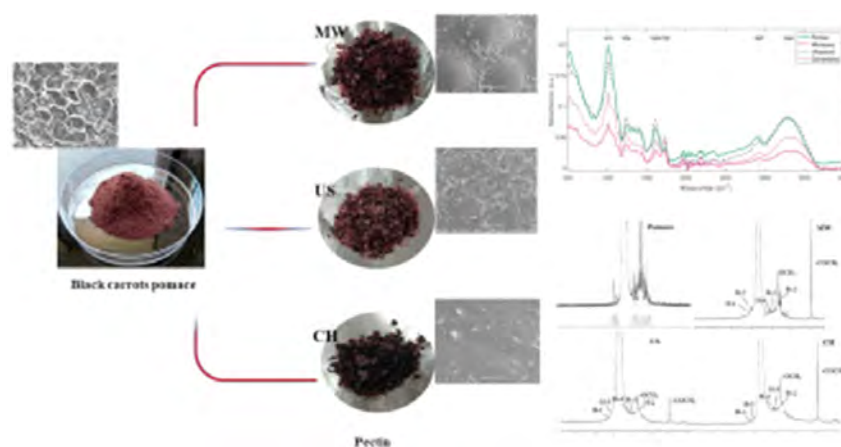


Figure 1. Extraction and characterization of pectin from black carrot. Studied the effect of processing such as microwave, ultrasonication and conventional heating on pectin extraction.

इसे देखते हुए काली गाजर से पेक्टिन निकालने के लिए वर्तमान अध्ययन किया गया और दही में निकाले गए पेक्टिन के इस्तेमाल का पता लगाया गया है।

अनुसंधान प्रगति

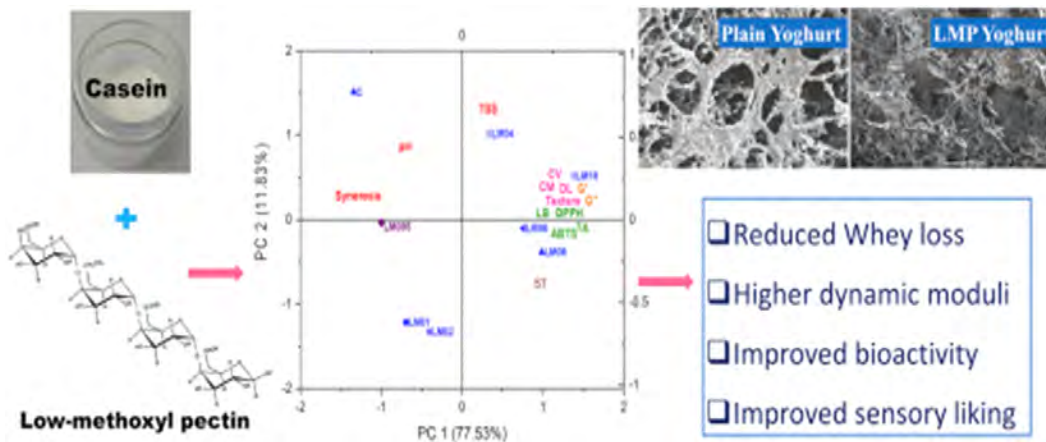
काली गाजर पोमस से पेक्टिन को गर्म अम्लीय पानी (पीएच २.५) में माइक्रोवेव (मेगावाट) का उपयोग करके ११० डिग्री सेल्सियस/५ मिनट, अल्ट्रासाउंड (यूस) पर ७० डिग्री सेल्सियस/३० मिनट और पारंपरिक हीटिंग (सीएच) में ११० डिग्री सेल्सियस/९० मिनट पर निकाला गया। हालांकि, गतिज मॉडलिंग से, मेगावाट निष्कर्षण तीन दृष्टिकोणों के बीच निष्कर्षण की उच्चतम दर का प्रदर्शन करने के लिए पाया गया था। सीएच के माध्यम से निकाले गए पेक्टिन के परिणामस्वरूप एंथोसाइनिन (१२१३ मिलीग्राम/एल), फेनोलिक्स (१८३२ मिलीग्राम/एल) और एंटीऑक्सीडेंट गतिविधि (१८० माइक्रोएम/मिलीलीटर) की अधिकतम अवधारण हुई। मेगावाट निष्कर्षण के परिणामस्वरूप उच्च जल धारण क्षमता और बड़ा कण आकार के साथ पेक्टिन निकाला गया था। एफटीआईआर, १ एच एनएमआर और एक्सआरडी स्पेक्ट्रा ने मेगावाट, सीएच और यूएस पेक्टिन में विशिष्ट कार्यात्मक समूहों की उपस्थिति की पुष्टि की और ये रासायनिक विश्लेषण से सहमत थे। स्कैनिंग इलेक्ट्रॉन माइक्रोस्कोपी से छवियों को सूखे पोमस में एक सेलुलर संरचना का पता चला, जबकि पेक्टिन पाउडर एक कण संरचना है। धर्मल स्थिरता के संदर्भ में, सीएच और मेगावाट के परिणामस्वरूप पोमस और यूएस पेक्टिन की तुलना में उच्च फेनोलिक सामग्री का संकेत हुआ। कुल मिलाकर, मेगावाट निष्कर्षण सबसे अधिक लागत प्रभावी पाया गया, इसके बाद सीएच और अंत में, यूएस। इसलिए, यह निष्कर्ष निकाला गया है कि सीएच के साथ एकीकृत मेगावाट प्रसंस्करण के परिणामस्वरूप इसकी कार्यक्षमता को प्रभावित किए बिना तेजी से निष्कर्षण और पेक्टिन की अधिक उपज हो सकती है (चित्र 1)।

मट्टा नुकसान को कम करने, दृढ़ता, रीलॉजी, गुणवत्ता और कम वसा वाले सेट-दही की समग्र पसंद में सुधार करने के लिए कम मिथाॅक्सिल पेक्टिन (एलएमपी) को देखा गया। घुलनशील ठोस सामग्री में वृद्धि हुई और इसके

परिणामस्वरूप उच्च बैक्टीरियल काउंट (≥ 10 लॉग सीएफयू/जी), एसिडिटी, जैवगतिविधि (डीपीपीएच और एबीटीएस + $\mu\text{M Trolox/g}$), और सेट दही के पीएच में सुधार देखा गया। दृढ़ता में एक महत्वपूर्ण ($P < 0.05$) सुधार और मट्टा हानि में १६% की कमी भी देखी गई। रीओलाजी अध्ययनों के अनुसार, एलएमपी ने सेट दही को उच्च मॉड्यूलस (जी', जी'', जी*) और जटिल चिपचिपाहट के पास जोड़ा गया। जी* के लिए पावर लॉ मॉडल पैरामीटर (ए एंड जेड) भी दही मैट्रिक्स की बढ़ी हुई ताकत से संबंधित है। हाइड्रेटेड हाइड्रोकोलॉयड के साथ प्रोटीन जेल संरचना की घनी पैकिंग दही में मोडुली परिवर्तन के लिए नेतृत्व कर सकते हैं। जी* और शून्य के करीब डटन एंक मूल्यों ने एलएमपी की उच्च सांद्रता के साथ दही की उच्च जेल ताकत की पुष्टि की। सूक्ष्मसंरचना ने कैसिन के खुले छिद्रपूर्ण नेटवर्क का खुलासा किया, जबकि दही में एलएमपी के अलावा कैसिन या कैविटी को भरने के साथ क्रॉस-लिंगिंग में वृद्धि देखी गई। संवेदनात्मक पसंद स्कोर ने रियोलॉजिकल मापदंडों के साथ मजबूत सहसंबंध दिखाया, जबकि पीसीए ने प्रमुख गुणवत्ता विशेषताओं पर एलएमपी की मात्रा के प्रभाव की पुष्टि की (चित्र 2)।

मुख्य उपलब्धियां

- एंथोसाइनिन रिच पेक्टिन को काली गाजर पोमस से निकाला गया था।
- माइक्रोवेव (मेगावाट) को पोमस से पेक्टिन निष्कर्षण के लिए लागत कुशल प्रक्रिया पाया गया।
- माइक्रोवेव (मेगावाट) के माध्यम से बरामद पेक्टिन ने कम समय में अधिक उपज का प्रदर्शन किया।
- कम मिथाॅक्सिल पेक्टिन (एलएमपी) ने बेहतर गुणवत्ता, जैव सक्रियता और दही की दृढ़ता वृद्धि की।
- प्रोटीन-पेक्टिन परस्पर क्रिया और भरे हुए प्रोटीन गुहाओं ने दही के संश्लेषण को कम कर दिया।



चित्र 2. कम वसा वाले सेट दही को स्थिर करने और उनके भौतिक रसायन गुणों, रीओलाजी, सूक्ष्मसंरचना और संवेदनात्मक पसंद में सुधार करने के लिए कम मिथाॅक्सिल पेक्टिन के लिए डाला गया

In view of this, present study was conducted to extract pectin from black carrot and explored the use of extracted pectin in yoghurt.

Research Progress

Pectin from black carrots pomace was extracted in hot acidic water (2.5 pH) using microwave (MW) at 110 °C/5 min, ultrasound (US) at 70 °C/30 min and conventional heating (CH) at 110 °C/90 min. CH showed highest yield (0.22 kg/kg pomace), followed by MW and US treatments. However, from kinetic modelling, MW extraction was found to exhibit the highest rate of extraction among the three approaches. Pectin extracted via CH resulted in maximum retention of anthocyanins (1213 mg/l), phenolics (1832 mg/l) and antioxidant activity (180 M/ml). MW extraction resulted in pectin with a higher water holding capacity and larger particle size than US. Pectin from CH and MW also evinced higher DE and GalA than from US. FTIR, 1H NMR and XRD spectra confirmed the presence of characteristic functional groups in MW, CH and US pectin and these agreed with chemical analysis. Images from scanning electron microscopy revealed a cellular structure in dried pomace while the pectin powder has a particulate structure. In terms of thermal stability, CH and MW resulted in pectin with less residues indicating higher phenolic content as compared to pomace and US pectin. Overall, MW extraction was found to be most cost effective, followed by CH and finally, US. Therefore, it is concluded that MW processing integrated with CH could result in rapid extraction and higher yield of pectin without impacting its functionality (Fig. 1).

Addition of low-methoxyl pectin (LMP) was observed to reduce whey loss, improve firmness, rheology, quality and overall liking of low-fat set-yoghurt. LMP addition

increased soluble solids content and resulted in higher bacterial counts ($\geq 10 \log \text{CFU/g}$), acidity, bioactivity (DPPH & ABTS+ $\mu\text{M Trolox/g}$), and lower pH of set yoghurts. A significant ($p < 0.05$) improvement in firmness and 16% reduction in whey loss was also observed. As per rheology studies, LMP added set yoghurts possessed higher modulus (G' , G'' , G^*) and complex viscosity. Power law model parameters (A & z) for G^* also related to the enhanced strength of yoghurt matrix on addition of LMP. The dense packing of protein gel structure along with filling action of hydrated hydrocolloid might led to moduli changes in yoghurts. Increasing slope of $|G^*|$ and $d\tau_{an} \delta$ values close to zero confirmed higher gel strength of yoghurt added with higher concentrations of LMP. Microstructure revealed open porous network of casein in control, while increased cross-linking with casein or filling of cavities was observed upon addition of LMP in yoghurts. Sensory liking scores showed strong correlation with rheological parameters, while PCA confirmed the effect of LMP concentration on major quality attributes (Fig. 2).

Salient Achievements

- Anthocyanins rich pectin was extracted from black carrots pomace.
- Pectin recovered through microwaves (MW) exhibited higher yield in less time.
- MW found to be cost efficient process for pectin extraction from pomace.
- Low-methoxyl pectin (LMP) improved quality, bioactivity and firmness of yoghurt.
- Protein-pectin interactions and filled protein cavities reduced the syneresis of yoghurt.

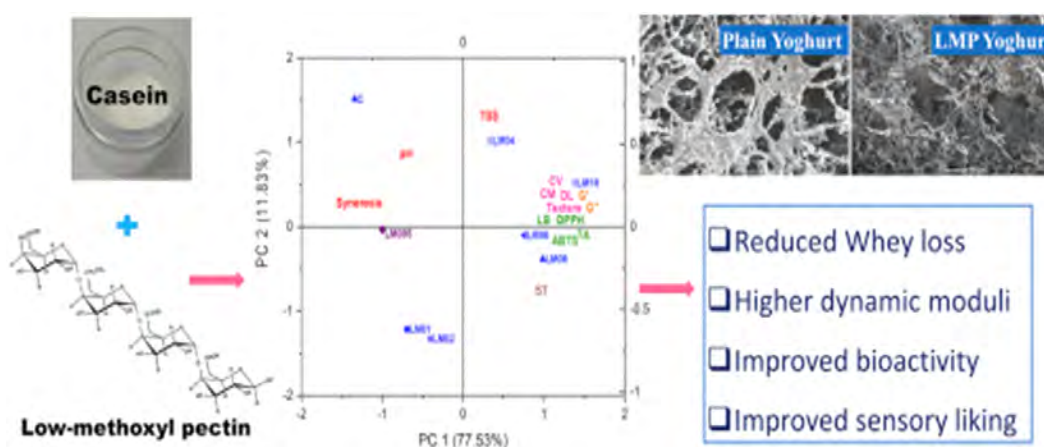


Figure 2. Low-methoxyl pectin was observed to stabilize the low-fat set yoghurt and improve their physicochemical properties, rheology, microstructure and sensory liking

सी 02: मूल्यवर्धित उत्पादों के लिए कृषि-बायोमास और गलगल का प्रसंस्करण

भारत सिट्रस और अन्य प्रजातियों का सबसे बड़ा उत्पादक है। भारत में प्रतिवर्ष लगभग चार मिलियन मीट्रिक टन सिट्रस फलों का उत्पादन होता है। फलों के इन खट्टे समूहों में मीठे नारंगी, किन्नु, माल्टा, मैडरिन, नींबू, एसिड लाइम, पोमेलो, चकोतरा, आदि शामिल हैं। भारत में, मीठा नारंगी और किन्नु मंदारिन की दो किस्में हैं जो बड़े पैमाने पर व्यावसायिक रूप से उत्पादित की जाती हैं। इस प्रजाति की खेती अपने पौष्टिक गुणों के कारण काफी मांग पर है क्योंकि वे कैरोटीन (विटामिन ए का स्रोत), एस्कॉर्बिक एसिड (विटामिन सी) और फोलिक एसिड का समृद्ध स्रोत हैं। खट्टे फलों का विभिन्न रोगों जैसे स्कर्वी, जोड़ों और हड्डियों के रोग, बवासीर, आदतन कब्ज के लिए चिकित्सीय महत्व है।

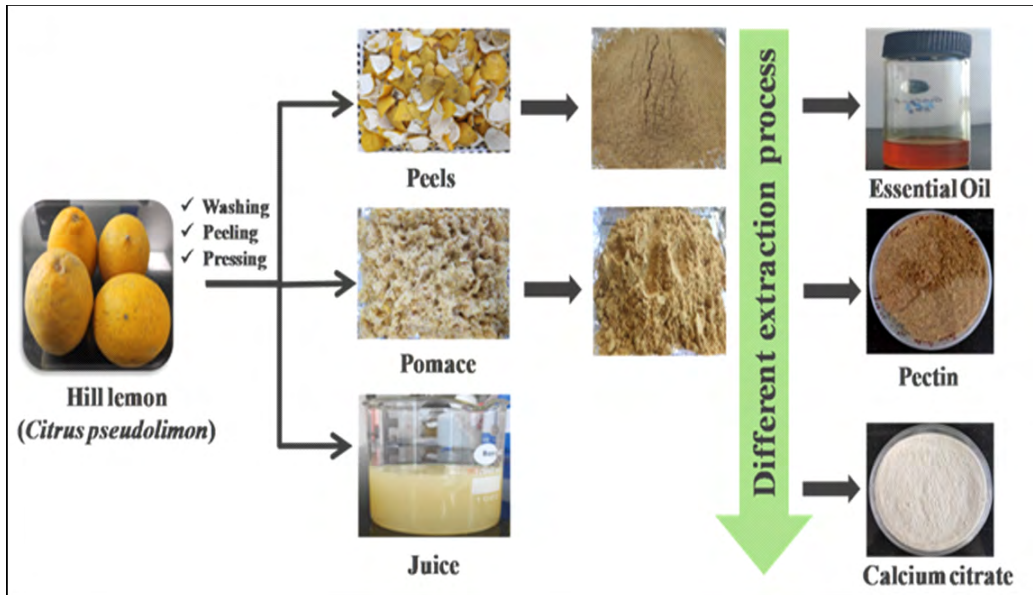
सिट्रस स्यूडोलेमन सिट्रस परिवार में से एक है जो जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश और उत्तराखंड जैसे भारतीय पहाड़ी राज्यों के उत्तरी पश्चिमी भाग में पाए जाते हैं। पहाड़ी नींबू की खेती कांडी क्षेत्र और हिमालय की शिवालिक पर्वत श्रृंखला की तलहटी में भी की जाती है। यह रुतसी के परिवार से संबंधित है। सिट्रस स्यूडोलेमन को हिल लेमन या गलगल भी कहा जाता है, यह सिट्रस की एक स्वदेशी प्रजाति मानी जाती है जो लेमन से आकृति में भिन्न है। हिमालयी क्षेत्र विशेषकर हिमाचल प्रदेश को कई पारंपरिक चिकित्सा प्रणालियों में औषधीय महत्व वाले बड़ी संख्या में पौधों का आशीर्वाद प्राप्त है। अपने फलों में उच्च अम्लता और शर्करा की मात्रा कम होने के कारण पहाड़ी नींबू भारत में एक सीमित सीमा तक संकुचित है। हिल लेमन कोल्ड हार्डी लेमन है और इसको सिट्रस कैंकर और सिट्रस लीफ माइनर से खतरा है। पहाड़ी नींबू विटामिन सी, फ्लेवोनोइड, खनिज और लवण का एक अच्छा स्रोत है। पहाड़ी नींबू (सिट्रस स्यूडोलेमन) एक अल्पविकसित खाद्य फल है जिसमें परिचित पौष्टिक गुण होते हैं। सिट्रस स्यूडोलेमन के फलों का उपयोग भोजन की तैयारी में किया जाता है। इस पौधे के

विभिन्न भागों को पारंपरिक रूप से भारत के उत्तरी राज्यों के भागों में घर में अचार और स्कवैश बनाने जैसे विभिन्न प्रकार से लोगों द्वारा उपयोग किया जाता है। चूंकि इस फल में उच्च अम्लता और छिलके की अधिक मोटाई होती है, इसलिए इसका अचार बिना खराब हुए लंबे समय तक बना रहता है। इसीलिए इसका उपयोग अचार बनाने में व्यावसायिक रूप से किया जाता है। पहाड़ी नींबू के रस का उपयोग कई खाद्य तैयारियों में खट्टे घटक के रूप में भी किया जाता है। इसके अलावा, गलगल सबसे महत्वपूर्ण है और ईश्वर द्वारा प्रदान फल की फसल हैं क्योंकि इसके पौधों को दूर दराज और बंजर भूमि में जैसे पंजाब के क्षेत्रों में उगाया जा सकता है। विभिन्न मूल्यवर्धित उत्पादों को तैयार करने के लिए अनौपचारिक फलों और सब्जियों का उपयोग किया जा सकता है। ये उत्पाद फाइबर और एंटीऑक्सिडेंट में पौष्टिक और समृद्ध हैं। अप्रत्यक्ष रूप से, इसका उपयोग पेक्टिन, सिट्रिक एसिड, नींबू पाउडर, आवश्यक तेल और अन्य बायोएक्टिव यौगिकों जैसे विभिन्न मूल्य वर्धित उत्पादों के उत्पादन के लिए किया जा सकता है। खट्टे के रस निर्माण उद्योगों में, रस निकालने के बाद शेष हिस्सों (छिलके, पोमस / गूदा, बीज आदि) के निष्कर्षण के बाद कचरे के रूप में फेंक दिया जाता है जिससे आर्थिक नुकसान होता है। तो, उस नुकसान को कम करने के लिए सिट्रस अपशिस्ट से बायोएक्टिव यौगिकों को निकलने की आवश्यकता है।

इसे देखते हुए, वर्तमान अध्ययन में मूल्यवर्धित उत्पादों जैसे कि आवश्यक तेल, पेक्टिन और कैल्शियम सिट्रेट का उद्घरण कम फलदार हिल नींबू (सिट्रस स्यूडोलेमन) से किया जा सकता है।

अनुसंधान प्रगति

पहाड़ी नींबू (सिट्रस स्यूडोलेमन) के विभिन्न भागों का उपयोग विभिन्न मूल्यवान यौगिकों को निकालने के लिए किया जाता था। पील ऑफ हिल नींबू का उपयोग आवश्यक तेल को 4.70% तक निकालने के लिए किया गया था (चित्र 3)।



चित्र 3. हिल नींबू (साइट्रस स्यूडोलिमोन) से विभिन्न मूल्यवर्धित उत्पादों के निष्कर्षण का प्रवाह संचित्र

C 02: Processing of galgal for value added products

India is the largest producer of lime and other species. India produces nearly four million metric tons of citrus fruits per annum. These citrus groups of fruits include sweet orange, kinnow, malta, mandarin, lemon, acid lime, pomello, grapefruit, etc. In India, Sweet orange and Kinnow mandarin are the two varieties that are produced commercially in large scale. Cultivation of this species is at great demand because of its nutritious properties as they are rich source of carotene (source of vitamin A), ascorbic acid (vitamin C) and folic acid. Citrus fruits also have therapeutic significance for various diseases like scurvy, diseases of joint and bones, piles, habitual constipation.

Citrus pseudolimon is one of the species belong to the citrus family which are found in the North Western part of Indian hill states like Jammu & Kashmir, Himachal Pradesh and Uttrakhand. Hill lemon is also found to be cultivated in the Kandi region and foothills of Shivalik mountain ranges of Himalayas. It belongs to the family of Rutaceae. Citrus pseudolimon also called as Hill lemon or Galgal is considered to be an indigenous species of Citrus which is morphologically distinct from Lemon. Himalayan region especially Himachal Pradesh is blessed with large number of plants with medicinal importance reported in several traditional medicine systems. Hill lemon is confined to a limited extent in India due to high acidity and less content of sugars in its fruits. Hill lemon is the cold hardy lemon and prone to citrus canker and citrus leaf minor. Hill lemon is a good source of Vitamin C, flavanoids, minerals and salts. Hill lemon (*Citrus pseudolimon*) is an underutilized edible

fruit crop with known nutritional properties. The fruits of *Citrus pseudolimon* are used in food preparations. Various parts of this plant are traditionally used by people in different ways like making pickles and squashes in home in the parts of Northern states of India. As this fruit contains high acidity and more thickness of peel, therefore its pickle can survive long time without any deterioration. That's why it is commercially used in making pickles. Hill lemon juice is also used as a souring agent in many food preparations. Furthermore, galgal is one of the most important and good food crop because its plants can be grown in far flung and barren land like in kandi areas of punjab. Underutilized fruits and vegetables could be used to prepare various value-added products. These products are nutritious and rich in fiber and antioxidants. Industrially, it can be used for the production of different value added products like pectin, citric acid, lemon powder, essential oil and other bioactive compounds. In citrus juice manufacturing industries, after extraction of juice remaining parts (peels, pomace/pulp, seeds etc) are thrown away as a waste which cause economic loss. So, in order to minimize that loss there is a need to procure bioactive compounds from the citrus waste. In view of this, present study involves the extraction of value added products like essential oil, pectin and calcium citrate from underutilized fruit Hill lemon (*Citrus pseudolimon*).

Research Progress

Different parts of the Hill lemon (*Citrus pseudolimon*) fruits were used to extract various valuable compounds. Peel of Hill lemon was used to extract essential oil to the extent of 4.70% (Fig. 3).

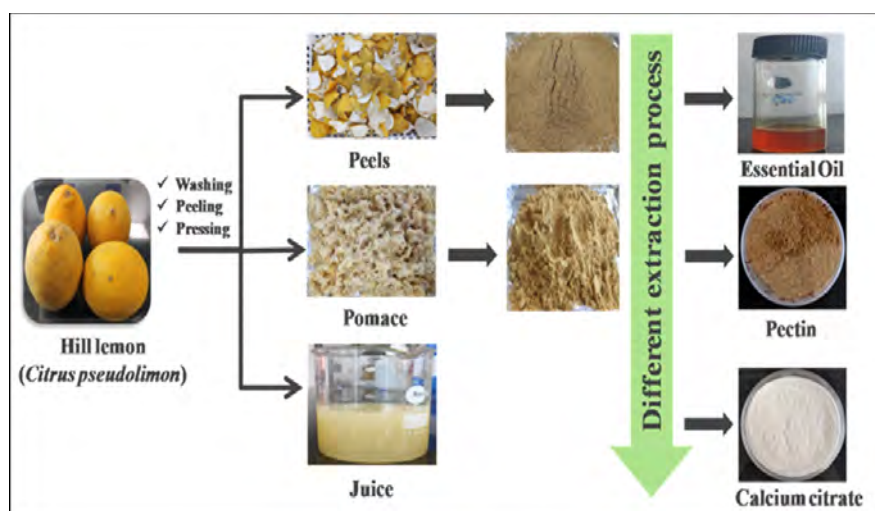


Figure 3. Flowchart of extraction of different value added products from Hill lemon (*Citrus pseudolimon*)

आवश्यक तेल में डी-लिमोनेन की उपस्थिति की पुष्टि जीसी-एमएस द्वारा की गयी थी। पेक्टिन निकालने के लिए हिल नींबू फल के पोमेस / पल्प का उपयोग किया गया था। हिल लेमन पोमेस / पल्प में पेक्टिन की पैदावार 21% थी। निकाली गई पेक्टिन में नमी और राख सामग्री क्रमशः 10.22% और 4% थी। पेक्टिन को विभिन्न भौतिक-रासायनिक गुणों जैसे एस्ट्रीफिकेशन, मिथॉक्सिल सामग्री और गैलेक्टुरोनिक एसिड सामग्री की डिग्री के द्वारा चिह्नित किया गया। ये कारक पेक्टिन की सांद्रण गुण को प्रभावित करते हैं और उत्पाद निर्माण के लिए उनकी प्रवृत्ति भी निर्धारित करते हैं जैसे कि जेली, डिजर्ट फिलिंग, और आइसक्रीम आदि। पहाड़ी नींबू से पेक्टिन को एफटीआईआर द्वारा चित्रित किया गया था जो कि समान प्रकार की चोटियों और वाणिज्यिक पेक्टिन के समान कार्यात्मक समूहों की उपस्थिति को दर्शाता था। 16.6% की उपज के साथ पहाड़ी नींबू के रस से

कैल्शियम साइट्रेट बरामद किया गया और इसे एफटीआईआर और टीजीए के माध्यम से पेश किया गया। हिल नींबू के रस से निकाले गए कैल्शियम साइट्रेट के स्पेक्ट्रम ने सीडीएच से मानक कैल्शियम साइट्रेट के समान चोटियों को दिखाया, जो पहाड़ी नींबू के रस से प्राप्त कैल्शियम साइट्रेट की अच्छी गुणवत्ता का दस्तावेजीकरण करता है।

मुख्य उपलब्धियां:

- पहाड़ी नींबू से तेल, पेक्टिन और साइट्रेट के निष्कर्षण के लिए अनुकूलित एकीकृत प्रक्रिया।
- पृथक मूल्य वर्धित योगिकों की विशेषता



Essential oil was characterized by GC-MS and confirmed the presence of d-limonene in it. Pomace/pulp of Hill lemon fruit was utilized to extract pectin. The yield of pectin in Hill lemon pomace/pulp was 21%. Moisture and Ash content in extracted pectin was 10.22% and 4% respectively. Pectin was characterized for various physico-chemical properties such as degree of esterification, methoxyl content and galacturonic acid content. These factors affect the gelling property of the pectin and also determine their tendency for product formation such as jellies, desert fillings, and ice-creams etc. Pectin from Hill lemon was also characterized by FTIR which showed the similar peaks and presence of same

functional groups as in commercial pectin. Calcium citrate was recovered from the Hill lemon juice with a yield of 16.6% and characterized through FTIR and TGA. The spectrum of the extracted calcium citrate from Hill lemon juice showed similar peaks to that of standard calcium citrate from CDH, documenting the good quality of obtained calcium citrate from juice of Hill lemon.

Salient Achievements

- Optimized integrated process for the extraction of oil, pectin and citrate from Hill lemon.
- Characterized the isolated value added compounds.



क्षेत्र: द

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

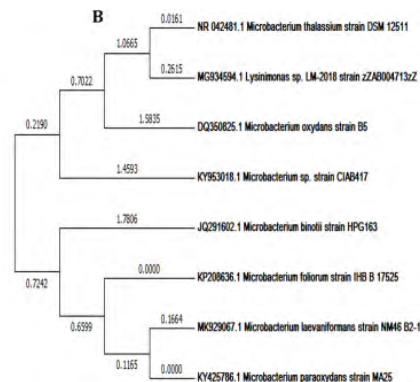
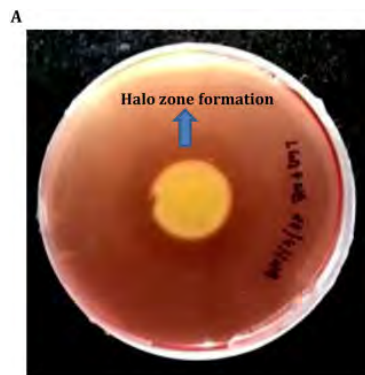
यह क्षेत्र उपलब्ध प्रजातियों के बीच उनकी प्राकृतिक उपलब्धता की बाधाओं को तोड़ने के लिए प्रसंस्करण विशिष्ट परिप्रेक्ष्य में उत्प्रेरक विशिष्टता और/या प्रदर्शन के विशिष्ट लाभों के लिए एंजाइमों के डिजाइन और उत्पादन के उद्देश्यों को पूरा करता है। मजबूत अनुप्रयोग की संभावनाओं के संबंध में मूल एंजाइमों की एक चयनित संख्या का उत्पादन, उनके किण्वक उत्पादन और/या उत्प्रेरक प्रतिक्रिया उत्पादों का उत्पादन भी किया गया। साथ ही, यह उच्च मूल्य के न्यूट्रास्युटिकल अणुओं, दुर्लभ शर्करा, कार्यात्मक अणुओं, भोजन और स्वाद योजक, रंग आदि के जेनोजेनिक उत्पादन के लिए जैवसंश्लेषण प्रौद्योगिकी/सिंथेटिक जीवविज्ञान की भर्ती करने वाले अनुसंधान कार्यक्रमों का इरादा रखता है।

डी 01. माइक्रोबायमस / एन्जइमस में बायोप्रोसेसिंग और सिंथेटिक जीव विज्ञान दृष्टिकोण के माध्यम से उनकी प्रभावकारिता में सुधार तथा अन्वेषण

कृषि-बायोमास से मूल्यवर्धित उत्पादों के विकास के लिए बायोप्रोसेस में उनके उपयोग के लिए संभावित हाइड्रोलाइटिक एन्जइमस की पहचान करने पर ध्यान केंद्रित करने के लिये मेटाजीनोममिक्स और सिंथेटिक जीवविज्ञान दृष्टिकोण का पालन किया जा रहा है। मेटाजीनोममिक्स दृष्टिकोण अप्राप्य का अनियंत्रित चयापचय मार्ग, एन्जइमस और अनुकूलन के एक समृद्ध संग्रह के रूप में कार्य करता है। इस तरह के जीन पूल नई जैव रासायनिक गतिविधियों के लिए खदान के लिए

विशेष रूप से उत्तेजक क्षमता प्रदान कर सकते हैं या एक बायोप्रोसेस के लिए अनुकूल नवीन एन्जइमस को विशेष सबस्ट्रेट और प्रयोगात्मक परिस्थिति के साथ संचालित करने की आवश्यकता होती है। मेटोजेनोम बायोकेटलिसिस, जैव ईंधन और बायोरेमेडिएशन में अनुप्रयोगों के लिए नवीन एन्जइमस के विशाल भंडार का प्रतिनिधित्व करते हैं। इससे पहले, हम ज्ञायलानेस उत्पादन के लिए एक संभावित जीवाणु एसीनेटोबैक्टर पिट्टी एमएएसके 25 (एमटीसीसी 25132) की पहचान पर सूचना दी है। क्रूड ज्ञायलानेस के चुंबकीय क्लीआ भौतिक रूप से उपचारित चावल के भूसे और मकई सिल को जयलोओलिगोसेकाराइड में बदला गया है जिसमें संभवतः जयलोपेंटोस और जयलोहेक्सोस की प्रबल मात्रा में उत्पादन किया गया है। सेब के पोमेस से एसिटिक एसिड उत्पादन के लिए एक इथेनॉल सहिष्णु जीवाणु एसिटोबैक्टर पेस्टुरियनस एसकेवाईए 25 की पहचान की गई है।

मेनन के मुख्य बैकबोन श्रृंखला में मौजूद बीटा -1,4-ग्लाइकोसिडिक लिंकेज पर कार्य करने के लिए अपनी उपजाऊ के कारण एमओएस जैसे मूल्य वर्धित उत्पाद में मन्नासे को हाइड्रॉलिसिस के लिए बड़े पैमाने पर शोषण किया गया है। इसके अलावा, मन्नासे लकड़ी, कागज और लुगदी पर विरंजन कार्रवाई करता है, इस प्रकार यह आहार और वस्त्र उद्योग दोनों के लिए अधिक मूल्यवान है। पशु आहार उद्योग के लिए एमओएस भी बहुत महत्व रखते हैं, मुख्य रूप से रोगजनक बैक्टीरिया के विच्छेदन के साथ बंधन की उनकी प्रवीणता के कारण। जिससे एमओएस को आंत की दीवार से बैक्टीरिया के लगाव में बाधा आती है और इस प्रकार, रोगजनक बैक्टीरिया को मेजबान के अंदर रोग स्तर तक गुणा स्थिरीकरण और उपनिवेशण को रोकते हैं।



चित्र 1. मन्ना समृद्ध प्लेट (ए) पर हेलो ज़ोन का गठन। माइक्रोबैक्टीरियम स्पीशीज की अधिकतम समानता दिखाने वाला फ्लोरोजेनेटिक पेड़। सीआईएबी 417 (KY953018.1) माइक्रोबैक्टीरियम ऑक्सिडेंस स्ट्रेन B5 (DQ350825.1) (B) के साथ।

Research 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, rare sugars, functional molecules, food and flavor additives, colors etc.

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 *Acinetobacter 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 xylooligosachharides with predominant amount of xylopentose and xylohexose. Identified an ethanol tolerant bacterium *Acetobacter pasteurianus* SKYAA25 for acetic acid production from apple pomace.

Mannanase has been extensively exploited for the hydrolysis of mannan rich biomass into value added product such as MOSs because of its property to act on the β -1,4-glycosidic linkage present in the main backbone chain of mannan. Also, mannanase performs bleaching action on wood, paper and pulp, thus making it more valuable for both food and textile industry. MOSs are also of great importance for animal feed industry, mainly due to their proficiency of binding with the fimbriae of pathogenic bacteria. Thereby MOSs hamper the bacterial attachment to the gut wall and thus, halt the pathogenic bacteria multiplication, stabilization and colonization upto disease level inside the host.

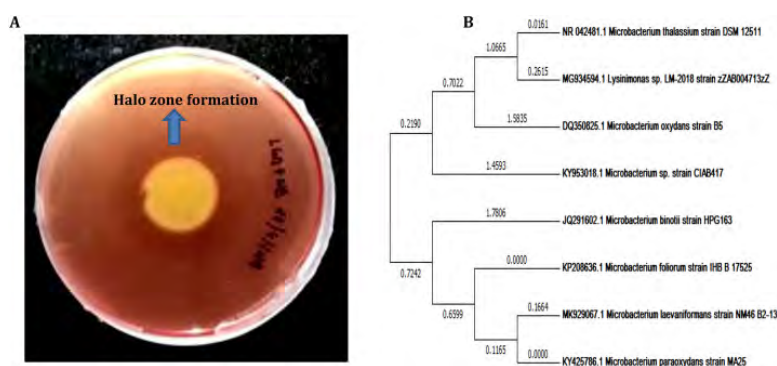
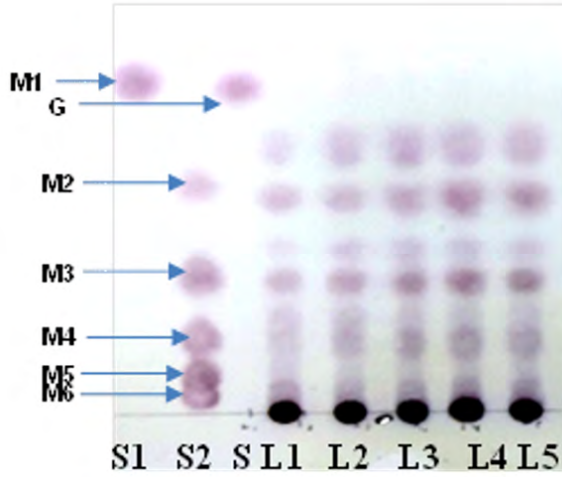


Figure 1. Halo zone formation on the mannan rich plate (A). Phylogenetic tree showing maximum similarity of *Microbacterium* sp. CIAB417 (KY953018.1) with *Microbacterium oxydans* strain B5 (DQ350825.1) (B).



चित्र 2. माइक्रोबैक्टीरियम स्पीशीज से कूड़ मन्नासे द्वारा एमओएस उत्पादन की पहचान। सीआईएबी 417 (S1- माननेसे, S2- मानक मैनुलिगोसोसेराइड्स) M1- माननेसे, M2- मैनोबिओसे, M3- मननोतरिओसे, M4- मननोटेट्रोसे, M5- मनोपंतोस, M6- मननोहेक्सॉस S- गलैक्टोस, L1-L5: टिड्डी बीन गम की प्रतिक्रियाओं का एमओएस स्वरूप।

विभिन्न बैक्टीरियल और फंगल प्रजातियां जैसे स्ट्रेप्टोमीस स्पीशीज, वाइब्रियो स्पीशीज, बेसिलस सबटिलिस, एरोमोनस हाइड्रोफिला, स्यूडोमोनस स्पीशीज, क्लोस्ट्रीडियम टर्टियम केटी -5 ए, थोमोमोनोस्पोरा फुस्का, ट्राइकोडर्मा रीसी, एस्पेरगिलस नाइजर, ए. ओडोरी, ए. ओडोरी मैनानेज एंजाइम के उत्पादन के लिए जिम्मेदार है। वाणिज्यिक रूप से उपलब्ध पॉलीसेकेराइड्स जैसे कूड़ एंजाइम का उपयोग करके टिड्डे बीन गम और ग्वार गम से एमओएस उत्पादन का प्रदर्शन किया गया है। ये व्यावसायिक रूप से उपलब्ध सबस्ट्रेट अपनी उच्च लागत के कारण एमओएस निर्माण के लिए आर्थिक रूप से प्रभावी नहीं हैं। दूसरी ओर, भारत में 72% सब्जियों और फलों को उनके प्रसंस्करण असमानता के कारण छोड़ दिया जाता है, जो कुल वैश्विक व्यापार का लगभग 1.4% है। इसलिए, वर्तमान स्थिति से पता चलता है कि एमओएस के उत्पादन के लिए मन्ना-समृद्ध बायोमास की हाइड्रोलिसिस किफायती और पर्यावरणीय स्थिरता दोनों आधारों पर अधिक व्यवहार्य हो सकती है। अध्ययन में पाया गया है कि एमओएस के उत्पादन के लिए खोपरा खाद्य, पाम कर्नेल खाद्य, स्पेंट कॉफी ग्राउंड और आलू के छिलके का छाल प्रभावी रूप से उपयोगी है। इस संबंध में, माइक्रोबैक्टीरियम एसपी सीआईएबी 417 का उत्पादन करने वाले मन्नासे का उपयोग करके एप्रो- अवशेषों से मैनुलिगोसाचाराइड (एमओएस) का उत्पादन किया गया था।

अनुसंधान प्रगति

मन्नासे सर्वव्यापी एन्ज़ाइम्स हैं और विभिन्न औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए उसका पता लगाया जा रहा है। इस अध्ययन में, एक नवीन जीवाणु माइक्रोबैक्टीरियम स्पीशीज (सी आई ए बी 417) की पहचान की गई और मैननैसेज के बाह्य उत्पादन के लिए विशेषता बताई गई है। माइक्रोबैक्टीरियम

स्पीशीज (सी आई ए बी 417) 37 डिग्री सेल्सियस के ऊष्मायन पर 36 घंटे के बाद अधिकतम मन्नासे का उत्पादन करने के लिए उपयोगी सिद्ध हुआ था। आइसोलेट द्वारा निर्मित मन्नासे की अधिकतम सक्रियता पीएच 6 और 50 डिग्री सेल्सियस के इष्टतम तापमान पर देखा गया था। कूड़ मन्नासे को टिड्डी बीन गम और एलोवेरा के हेमीसेलुलोज द्वारा मैनुलिगोसोसेराइड्स (एमओएस) बनाने में सक्षम पाया गया। उत्पादित एमओएस में मैनोबिओसे से लेकर मननोहेक्सॉस इकाइयों तक का मिश्रण पाया गया। मन्नासे को रंगों के विखंडन के लिए भी अन्वेषण किया गया था। 40% से अधिक ब्रोमोफेनॉल ब्लू और कोमासेई ब्लू आर -250 का विवर्ण देखा गया था। इसलिए, खाद्य और कपड़ा उद्योग में अनुप्रयोगों के लिए पहचाने जाने वाले बैक्टीरिया पैदा करने वाले मन्नासेज का बहुत महत्व हो सकता है (चित्र 1 & 2)।

मुख्य उपलब्धियां

- कृषि-अवशेषों से मैनुलिगोसोसेराइड्स उत्पादन के लिए एक संभावित जीवाणु माइक्रोबैक्टीरियम स्पीशीज सीआईएबी ४१७ की पहचान की गई है।
- पहचाने गए जीवाणु थर्मोटिल्लेंट और एसिडोफिलिक थे।
- आइसोलेट को टिड्डी बीन गम और एलोवेरा से हेमीसेलुलोज द्वारा मैनुलिगोसोसेराइड्स (एमओएस) का उत्पादन करने के लिए पाया गया था।
- आइसोलेट्स के मन्नासेज को कुशल विवर्ण करने के लिए देखा गया।

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

बड़ी मात्रा में अपशिष्ट जल (तरल मट्टा) डेयरी प्रसंस्करण के साथ-साथ डेयरी उत्पादों के छोटे पैमाने पर उत्पादकों से निकलता है, जो कि औद्योगिक अपशिष्टों के सबसे बड़े स्रोतों में से एक है। इस प्रकार, डेयरी उत्पादन से उत्पन्न अपशिष्ट जल और जैविक अवशेषों को बड़े आर्थिक मूल्य के उत्पादों में परिवर्तित करने की संभावना हो सकती है यदि उचित प्रक्रिया प्रौद्योगिकी कार्यरत हो। पनीर, और भारतीय छैना उत्पादन की प्रक्रिया में मट्टा एक प्रमुख आनुषंगिक उपज है। दूध से छेना सामग्री को अलग करने के बाद बचा हुआ तरल विलयन मट्टा है। उपर्युक्त के मद्देनजर, यह स्पष्ट है कि चूंकि मट्टा में कई तत्व होते हैं, जिन्हें एक एकीकृत मल्टी-मॉड्यूलर तरीके से पुनर्प्राप्त और / या मूल्य वर्धित उत्पादों में बदला जा सकता है, जिससे एक पूर्ण संसाधन पुनर्प्राप्ति तकनीक बनाई जाए जो उत्पादकों द्वारा उचित रूप से नियुक्त की जा सके जो पसंद, उपयुक्तता, सामर्थ्य, रुचि और उद्देश्य, अर्थशास्त्र एवम व्यवसाय के अन्य दृष्टिकोण से उनके लिए उपयुक्त है। इस दृष्टिकोण 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।

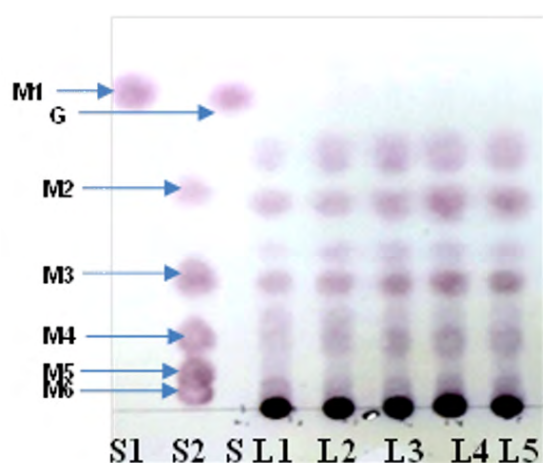


Figure 2. Identification of MOSs production from LBG by crude mannanase from *Microbacterium* sp. CIAB417 (S1-Mannose, S2-Standard manno-oligosaccharides) M1-Mannose, M2-Mannobiose, M3-Mannotriose, M4-Mannotetrose, M5-Mannopentose, M6-Mannohexose, S-galactose, L1-L5: MOSs pattern from reactions of locust bean gum.

Various bacterial and fungal species such as *Streptomyces* sp., *Vibrio* sp., *Bacillus subtilis*, *Aeromonas hydrophila*, *Pseudomonas* sp., *Clostridium tertium* KT-5A, *Thermomonospora fusca*, *Trichoderma reesei*, *Aspergillus niger*, *A. awamori* and *Sclerotium rolfsii* are reported to actively produce mannanase enzyme. MOSs production from the commercially available polysaccharides such as locust bean gum and guar gum using crude enzyme has been demonstrated. These commercially available substrates are not economically effective for manufacturing MOSs because of their high cost. On the other hand 72% of the vegetables and fruits in India are discarded due to their processing unevenness, which revolve around 1.4% of total global trade. Therefore present situation realizes that hydrolysis of mannan-rich biomass for the production of MOSs could be more viable on both economical and environment sustainability grounds. Studies have reported the effective utilization of copra meal, palm kernel meal, spent coffee ground and potato peel waste for the production of MOSs. In this regard, production of manno-oligosaccharide (MOS) from agro-residues by using mannanase producing *Microbacterium* sp. CIAB417 was conducted.

Research Progress

Mannanases are ubiquitous enzymes and are being explored for diverse industrial applications. In this study, a novel bacterial strain *Microbacterium* sp. CIAB417 was identified and characterized for extracellular production of mannanase. *Microbacterium* sp. CIAB417 was found to produce maximum mannanase after 36 h of incubation at

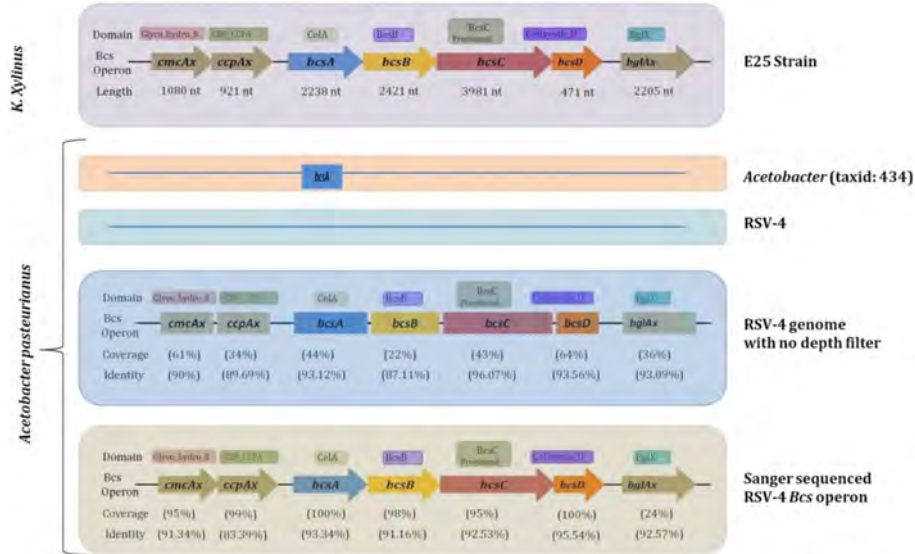
37°C. Mannanase produced by the isolate was observed for maximum activity at optimum pH of 6 and optimum temperature of 50°C. Crude mannanase was found to be capable of producing manno-oligosaccharides (MOS) by hydrolyzing hemicellulose from locust bean gum and Aloe vera. The produced MOS was characterized and found to be mixture of mannobiose to mannohexose units. Mannanase was also explored for decolorization of dyes. More than 40% of bromophenol blue and coomassie blue R-250 were observed to be decolorized. Hence, the identified bacterial strain producing mannanase could be of great significance for applications in food and textile industry (Figs. 1 & 2).

Salient Achievements

- Identified a potential bacterium *Microbacterium* sp. CIAB417 for manno-oligosaccharides production from agro-residues.
- The identified bacterium was thermotolerant and acidophilic.
- Isolate was found to produce manno-oligosaccharides (MOS) by hydrolyzing hemicellulose from locust bean gum and Aloe vera
- Mannanase of the isolate was observed for efficient dye decolorization.

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 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.



चित्र 3. बैक्टीरियल सेलुलोज ऑपेरॉन होने की संभावना एसिटोबैक्टर पेस्टुरियस आरएसवी -4 में की गई है। बैंगनी रंग का सबसे ऊपरी बॉक्स प्रतिनिधि बीके ऑपेरॉन है जैसा कि के. जैलिनस इ 25 मानक स्ट्रेन में बताया गया है। इसमें तीन कोर उत्प्रेरक जीन बीसीएसए, बीसीएसबी और बीसीएससी और चार उपसाधक जीन सीएमसीएक्स, सीसीपीएक्स, बीसीएसडी और बीजीएलएक्स शामिल हैं। नारंगी बॉक्स एसिटोबैक्टर जीनस (टेक्सिड: 434) में इन जीनों के होमोलॉग का वर्णन मिलता है, जब बीएलएएस विश्लेषण द्वारा एनसीबीआई डेटाबेस में खोजा जाता है। एनसीबीआई में बीसीएसए के रूप में जमा किए गए कुछ आंशिक एसिटोबैक्टर पेस्टुरियस अनुक्रमों ने होमोलॉजी दिखाया है। अगला, एसिटोबैक्टर पेस्टुरियस आरएसवी -4 के मसौदा जीनोम में इन जीनों के होमोलॉग का प्रतिनिधित्व करता है। इन जीनों में से किसी के लिए कोई होमोलॉग मसौदा जीनोम में नहीं मिला। ब्लू बॉक्स बिना किसी गहराई के फिल्टर के साथ इकट्ठे जीनोम में होमोलॉग का प्रतिनिधित्व करता है। सभी बीसीएस ऑपेरॉन जीन के लिए होमोलॉग्स की भविष्यवाणी अस्थायी प्रश्न आवृत्त क्षेत्र और पहचान के साथ की गई थी। हालांकि, चूंकि ये आंशिक अनुक्रम थे, इसलिए उनके अभिविन्यास की पुष्टि नहीं की जा सकती थी। अंतिम बॉक्स सेंगर अनुक्रमण के माध्यम से स्थायी बीएस ऑपेरॉन जीन का प्रतिनिधित्व करता है। इन जीनों का उन्मुखीकरण मानक के. जाइलिनस इ 25 तनाव के समान था।

अनुसंधान प्रगति

हाल ही में, हमने एक एसिटोबैक्टर पेस्टुरियस आरएसवी -4 की पहचान की है और उच्च तन्वयता छमता वाले बैक्टीरिया सेलुलोज का उत्पादन करने की सूचना दी है। विश्व स्तर पर इसकी आनुवांशिक संरचना को समझने के लिए, वर्तमान अध्ययन में एसिटोबैक्टर पेस्टुरियस आरएसवी -4 का एक प्रारूप जीनोम अनुक्रम प्रस्तुत किया गया था। संकलित जीनोम में कुल ३.८ एमबीपी की योगदान देने वाली १०९ कंटेस्ट्स थीं। अनुमानित कोडिंग डीएनए अनुक्रम ३३११ थे, जिनमें से लगभग ७०% कार्यों को सौंपा गया था। जीनोम स्तर के फ्लोरोजेनेटिक विश्लेषण से पता चला है कि आरएसवी -4 ए. पेस्टुरियस से संबंधित है। आरएसवी -4 के जीनोम विश्लेषण में ग्लाइकोलाइसिस अधूरा पाया गया, जबकि पैंटोज-फॉस्फेट मार्ग में शामिल जीन / एंजाइम मौजूद थे। अंतिम मसौदा जीनोम अनुक्रम में बैक्टीरियल सेलुलोज सिंटेज (बीसीएस) ऑपेरॉन का अभाव था। हालांकि, सेंगर अनुक्रमण द्वारा ऑपेरॉन की उपस्थिति कच्चे जीनोमिक अनुक्रमों में स्पष्ट थी। इसलिए, एसिटोबैक्टर पेस्टुरियस आरएसवी -4 में बीसीएस ऑपेरॉन की उपस्थिति ने बैक्टीरिया सेलुलोज उत्पादन के लिए अपनी क्षमता का दस्तावेजीकरण किया है (चित्र 3&4)।

बैक्टीरियल सेलुलोज उत्पादन के लिए सतह से आयतन अनुपात का अनुकूलन किया गया था। स्थिर परिस्थितियों में, बीसी का उत्पादन कल्चर मीडियम के इष्टतम वातन पर निर्भर है जिसे अनुपात सतह से मात्रा (एस/वी) तक

गणना की जा सकती है। इस अध्ययन में, बीसी के अधिकतम उत्पादन के लिए सापेक्ष आर्द्रता (आरएच) 65 count 5% और रोगाणुओं (सीएफएम) के लिए 100 गिनती की कल्चर अवस्था के लिए 0.22 सेमी-1 सबसे अच्छा एस/वी होना पाया गया। ऑक्सीजन की अधिक उपलब्धता के कारण बीसी का उत्पादन वायु-तरल अंतराफलक में हुआ। यह निहित है कि एस/वी अनुपात में वृद्धि ने बीसी उत्पादन को बढ़ाया है। वर्तमान अध्ययन में, 0.22 सेमी-1 एस/वी अनुपात को उच्चतम बीसी उत्पादकता और सबसे कम उप-उत्पाद गठन के अनुरूप चुना गया था (तालिका 1 & चित्र 5)। बैक्टीरिया लैक्टोज के ग्लूकोज की मात्रा (ग्लूकोज और गैलेक्टोज के एक डाईसैकेराइड) और बैक्टीरियल सेलुलोज उत्पादन के बाद बचा हुआ मट्टा मीडियम के अवशिष्ट का उपयोग करके बैक्टीरियल सेलुलोज का उत्पादन करता है जिसमें गैलेक्टोज शामिल था, जिसका उपयोग लगभग शून्य कैलोरी, उच्च शर्करा वाले दुर्लभ चीनी (मोनोसैकेराइड) डी- टैगैटोज का उत्पादन करने के लिए किया गया था जो कि नेटिव और स्थिर पुनः संयोजक एल-अरेबिनोज आइसोमेरेज एंजाइम का उपयोग करके 40% से अधिक रूपांतरण दर के साथ डी- टैगैटोज प्राप्त हुआ। लैक्टोज के एक पॉट रूपांतरण को टैगैटोज में प्राप्त करने के लिए, एक दोहरी एंजाइम धातु-कार्बनिक संकर क्रिस्टल का निर्माण मैंगनीज फॉस्फेट के आत्म-संयोजन के माध्यम से किया गया था, जिसमें बीटा-गैलेक्टोसीडेज और एल-अरेबिनोज आइसोमेरेज एम्बेडेड है। संश्लेषित क्रिस्टल की तरह पदानुक्रमित प्रणाली (MnHC@+Gal+L-AI) को संरचनात्मक विशेषताओं और उत्प्रेरक प्रतिक्रियाओं के लिए बड़े पैमाने पर चित्रित किया गया था (चित्र 6)।

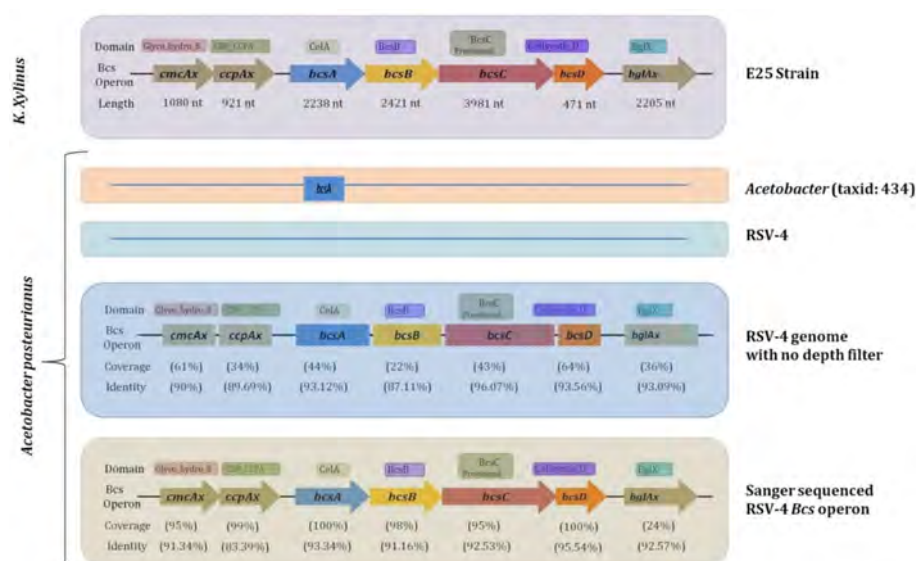


Figure 3. Bacterial cellulose operon predicted in *Acetobacter pasteurianus* RSV-4. Topmost box in purple is the representative bcs operon as reported in *K. xylinus* E25 reference strain. It consists of three core catalytic genes *bcsA*, *bcsB* and *bcsC* and four accessory genes *cmcAx*, *ccpAx*, *bcsD* and *bglAx*. Orange box represents the homologs of these genes in *Acetobacter* genus (taxid:434) when searched in NCBI database by BLAST analysis. Only few partial *Acetobacter pasteurianus* sequences deposited as *bcsA* in NCBI showed homology. Next, represents the homologs of these genes in draft genome of *Acetobacter pasteurianus* RSV-4. No homolog for any of these genes was found in the draft genome. Blue box represents the homologs in genome assembled with no depth filter. Homologs for all the bcs operon genes were predicted with variable query coverage and identity. However, since these were partial sequences, their orientation could not be confirmed. Last box represent the confirmed bcs operon genes through Sanger sequencing. The orientation of these genes was similar to the reference *K. xylinus* E25 strain.

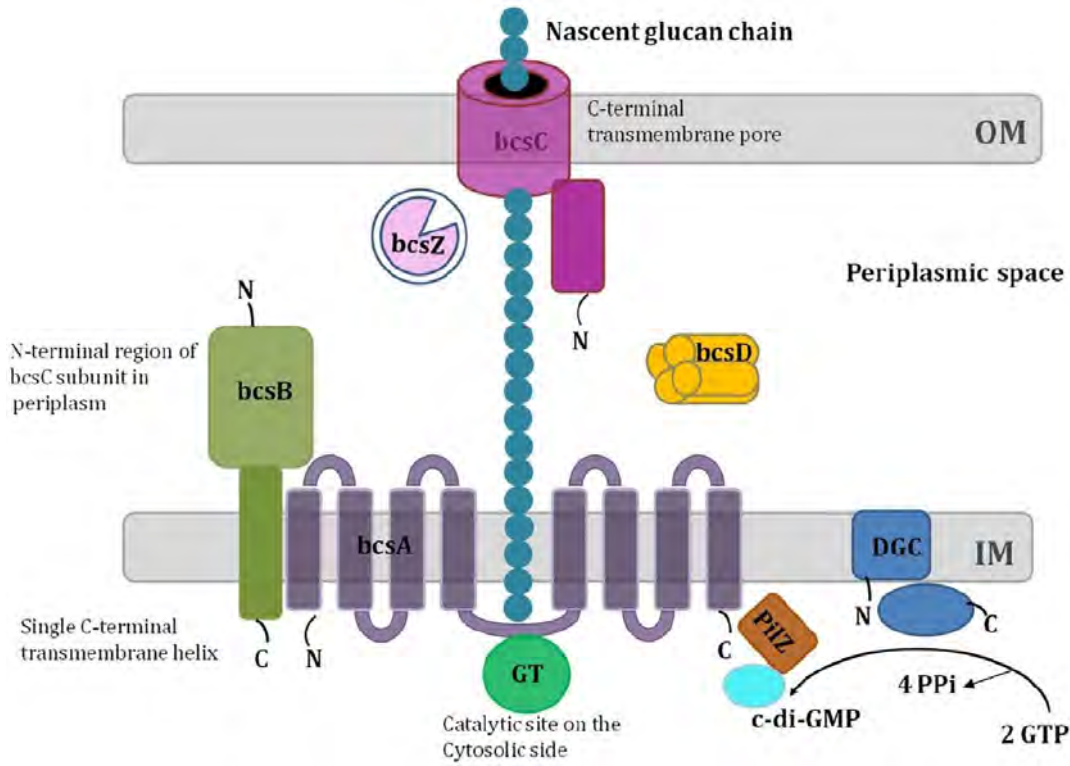
Research Progress

Recently, we have identified an *Acetobacter pasteurianus* RSV-4 and reported to produce high tensile strength bacterial cellulose. In order to globally understand its genetic structure, a draft genome sequence of *Acetobacter pasteurianus* RSV-4 was performed in the present study. The assembled genome had 101 contigs contributing to a total length of 3.8 Mbp. Predicted coding DNA sequences were 3311, of which approximately 70% were assigned the functions. Genome level phylogenetic analysis revealed that RSV-4 belongs to *A. pasteurianus*. Glycolysis was found to be incomplete in the genome analysis of RSV-4, while the genes/enzymes involved in pentose-phosphate pathway were present. The final draft genome sequence lacked bacterial cellulose synthase (*bcs*) operon. However, the presence of operon was evident in raw genomic sequences by Sanger sequencing. Therefore, presence of bcs operon in *Acetobacter pasteurianus* RSV-4 has documented its potential for bacterial cellulose production (Fig. 3&4).

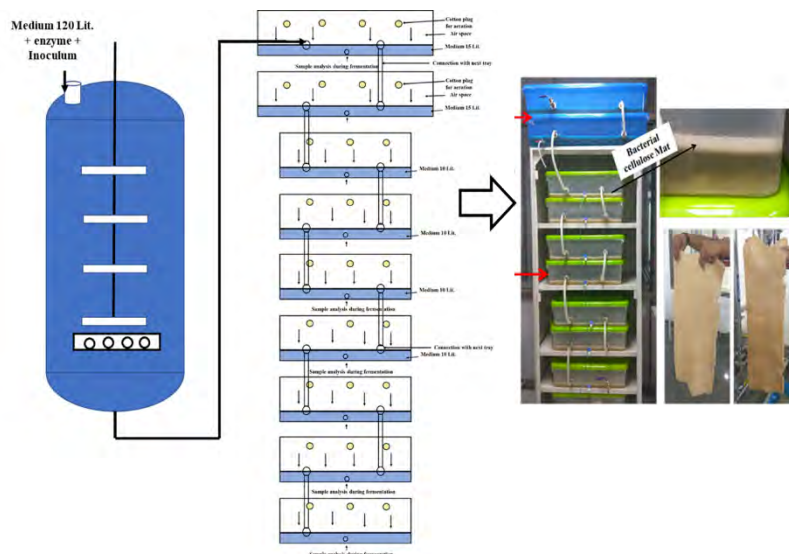
Optimization of surface to volume ratio for bacterial cellulose production was conducted. In static conditions, the production of BC is dependent upon optimal aeration of the culture medium that can be calculated by the ratio surface to volume (S/V). In this study, 0.22 cm⁻¹ was

found to be the best S/V for given culture conditions of relative humidity (RH) 65±5% and 100 count for microbes (cfm) for the maximum production of BC. The BC production occurred at the air-liquid interface because of the higher oxygen availability. This implied that an increase in the S/V ratio has enhanced the BC production. In present study, the 0.22 cm⁻¹ S/V ratio was chosen according to the highest BC productivity and the lowest by-product formation (Table 1 & Fig. 5).

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. To achieve one pot conversion of lactose to tagatose, a dual enzyme metal-organic hybrid crystal was constructed through self-assembling of manganese phosphate embedded with β-galactosidase and L-arabinose isomerase for facile synthesis of rare sugar D-tagatose. Synthesised crystal like hierarchical system (MnHC@β-Gal+L-AI) was extensively characterized for structural features and catalytic reactions (Fig. 6).



चित्र 4. बैक्टीरियल सेलुलोज सिंथेज कॉम्प्लेक्स की भविष्यवाणी एसिटोबैक्टर पेस्ट्यूरिनस आरएसवी -4 में की जाती है। बीसीएसए और बीसीएसबी बैक्टीरिया सेल्युलोज सिंथेज का उत्प्रेरक कोर बनाते हैं। बीसीएसए एक ट्रांसमैम्ब्रेन प्रोटीन है जिसमें उत्प्रेरक साइट और सी-डाय-जीएमपी के माध्यम से सक्रियण के लिए एक पीआईएलजेड डोमेन है। बीसीएसबी एक एकल सी-टर्मिनल ट्रांसमैम्ब्रेन हेलिक्स (टीएमएच) के साथ साइटोप्लाज्मिक डिल्ली के सहारे जुड़ा हुआ है। बीसीएससी को एक ट्रांसमैम्ब्रेन सूर्राख बनाकर सेल के बाहर ग्लूकोन चेन के परिवहन की सुविधा के लिए सूचित किया जाता है। बीसीएसडी का सेलुलोज के क्रिस्टलीकरण में एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाने के लिए भविष्यवाणी की जाती है जबकि सीएमसीएस या बीसीएसजेड को अलग-अलग ग्लूकेन चेन को नीचा दिखाने के लिए परिकल्पित किया जाता है।



चित्र 5. कुल मात्रा 120 एल के विभिन्न आकार के परस्पर ट्रे में बैक्टीरियल सेलुलोज का उत्पादन दो अलग-अलग आकार के ट्रे के आयाम बाईं ओर दिखाए गए हैं। एक ट्रे (ऊपरी दाएं) में मट्टा मीडियम पर गठित बैक्टीरियल सेल्युलोज चटाई और मट्टा मीडियम (निचले दाएं) से प्राप्त गीला जीवाणु सेलुलोज चटाई।

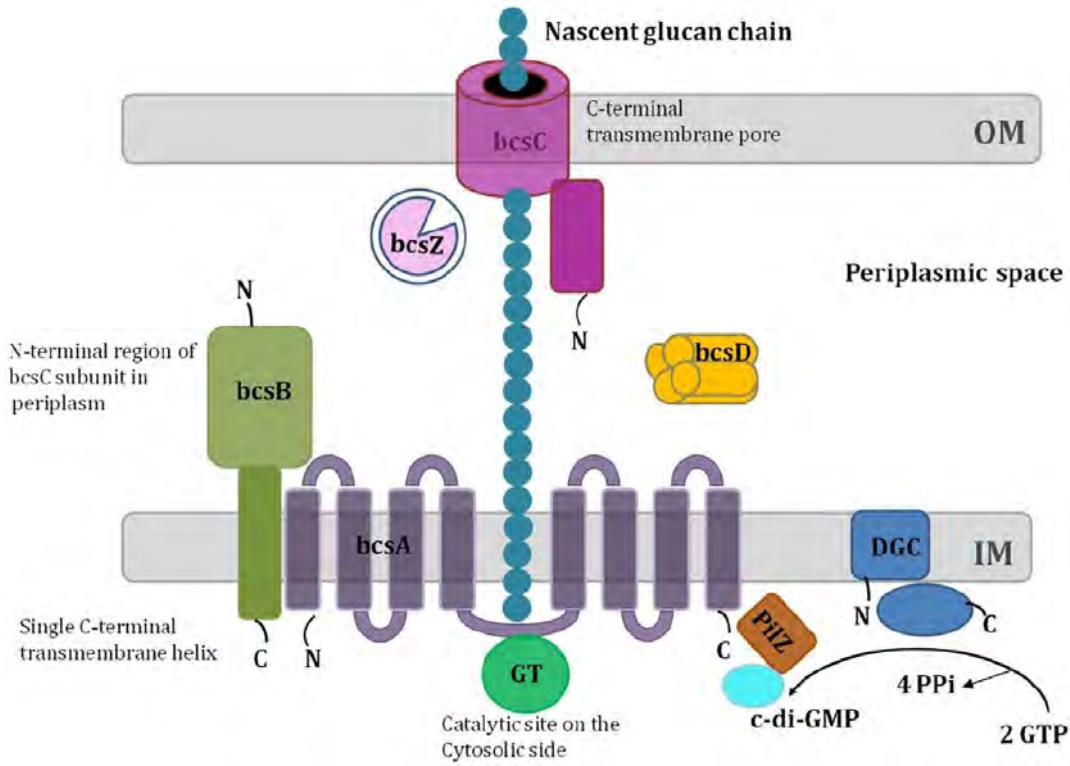


Figure 4. Bacterial cellulose synthase complex predicted in *Acetobacter pasteurianus* RSV-4. bcsA and bcsB form the catalytic core of bacterial cellulose synthase. bcsA is a transmembrane protein having catalytic site and a PiZ domain for activation via c-di-GMP. bcsB is anchored to cytoplasmic membrane with a single C-terminal transmembrane helix (TMH). bcsC is reported to facilitate the transport of glucan chains outside the cell by forming a transmembrane pore. bcsD is predicted to play an important role in crystallization of cellulose while cmcAx or bcsZ is hypothesized to degrade individual glucan chains.

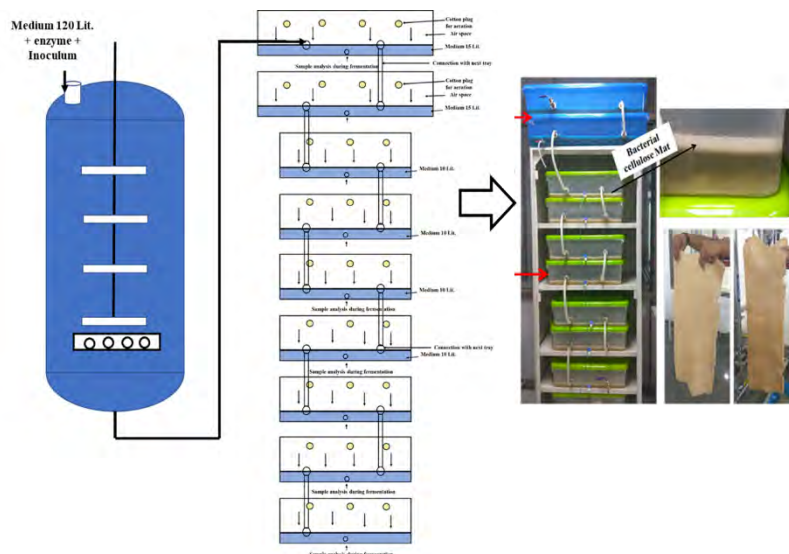
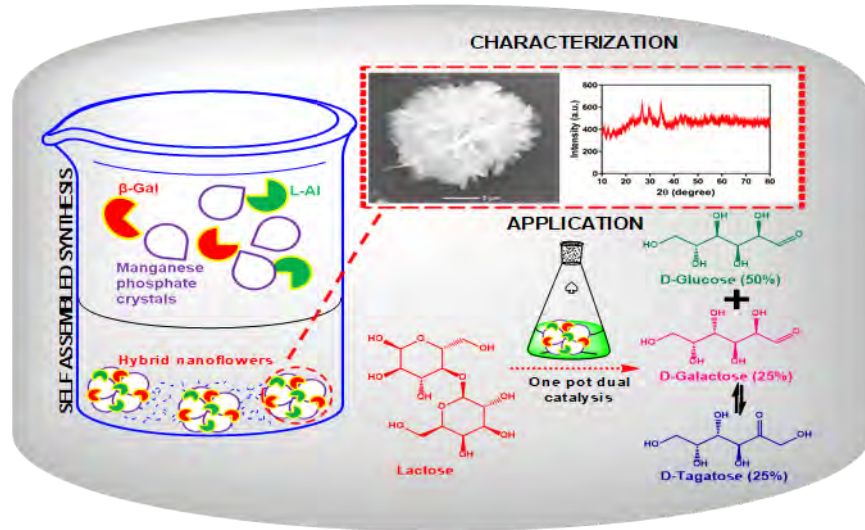


Figure 5. Production of bacterial cellulose in different size interconnected trays of total volume 120 L. Dimensions of two different sizes of trays are shown at left side. Bacterial cellulose mat formed on whey medium in a tray (upper right) and wet bacterial cellulose mat obtained from whey medium (lower right).

तालिका 1. 100x55x16 सेमी की प्लास्टिक ट्रे में सेलुलोज एकाग्रता पर एस/वी गुणांक का प्रभाव

Medium volume (L)	Surface S (cm ²)	S/V (cm ⁻¹)	Membrane thickness (cm)	Dry membrane (g)	BC concentration (g/L)
10± 0.2	5500	0.33± 0.02	1.5± 1.2	56.2± 1.5	5.6± 1.2
15± 0.4	5500	0.22± 0.01	2.3± 1.2	84.5 ± 1.8	5.6± 1.2
20± 0.4	5500	0.17± 0.002	2.6± 1.2	116.4± 2.2	5.8± 1.2
25± 0.5	5500	0.13± 0.001	2.6± 1.2	146.4± 2.6	5.8± 1.2
30± 0.6	5500	0.11± 0.001	1.8± 1.2	156.8± 2.3	5.2± 1.2



चित्र 6. मट्टा लैक्टोज के प्रत्यक्ष परिवर्तन के लिए एक दोहरी एंजाइम धातु हाइब्रिड क्रिस्टल एक उच्च मूल्य दुर्लभ चीनी डी-टैगैटोज में: संश्लेषण, लक्षण वर्णन और एक स्थायी प्रक्रिया।

परिणामों ने संकेत दिया कि हाइब्रिड क्रिस्टल पर स्थिरीकरण के बाद, बीटा-गैलेक्टोसिडेज और एल-अरेबिनोज आइसोमरेज की गतिविधि क्रमशः 1.6 और 1.5 गुना से बढ़ी थी। विकसित MnHC @Gal + L-AI ने कम लागत वाले सबस्ट्रेट मट्टा लैक्टोज (100%) के डी-ग्लूकोज (~50%), डी-गैलेक्टोज (~25%) और डी-टैगैटोज (~25%) में शुद्ध संतुलन स्तर रूपांतरण के साथ एक उत्कृष्ट दक्षता का प्रदर्शन किया। इसके अलावा, गढ़े हुए संकर क्रिस्टल ने कोफेक्टर उत्थान क्षमता प्रदर्शित की। इसलिए, विकसित हाइब्रिड प्रणाली को एक बैच स्तर के रूपांतरण में 5 से अधिक बार कुशलता से पुनः उपयोग करने के लिए मनाया गया था। इसलिए, विकसित दोहरे एंजाइम आधारित हाइब्रिड क्रिस्टल दुर्लभ चीनी डी-टैगैटोज में मट्टा लैक्टोज के प्रत्यक्ष परिवर्तन के लिए एक मंच प्रौद्योगिकी प्रदान करता है।

मुख्य उपलब्धियां

- पहचान किए गए बैक्टीरिया के स्ट्रेन के साथ, बैक्टीरियल सेलुलोज उत्पादन की 120 ली. पैमाने की प्रक्रिया को सतह के लिए मट्टा मीडियम के लिए आयतन अनुपात के लिए अनुकूलित की गई थी।
- पहचाने गए एसिटोबैक्टर पेस्टूरिनस आरएसवी -4 के संपूर्ण जीनोम

अनुक्रमण का प्रदर्शन किया गया था और स्ट्रेन द्वारा बैक्टीरिया सेलुलोज संश्लेषण के तंत्र को उकेरा गया था।

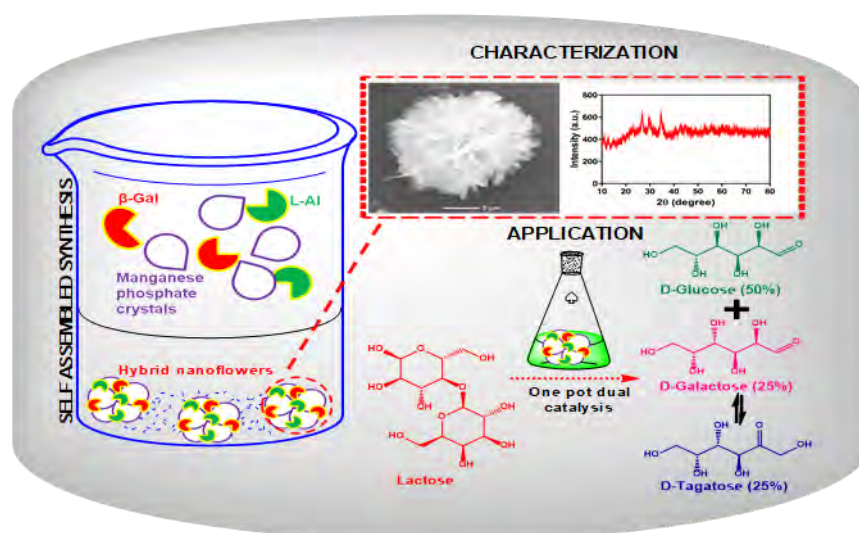
- लैक्टोज से टैगैटोज के प्रत्यक्ष संश्लेषण की प्रक्रिया को दो एंजाइमों बीटा-गैलेक्टोसिडेस और एल-अरेबिनोज आइसोमरेज से युक्त नवीन हाइब्रिड क्रिस्टल का उपयोग करके अनुकूलित किया गया है।

डी 03: डी-फ्रक्टोज को डी-एलुलोज के एपिमेराइजेशन के लिए एक नवीन डी-एलुलोज 3-एपिमेरेज

कम कैलोरी और विविध स्वास्थ्य लाभ के साथ मीठे बायोमॉलिक्युलस की समाज में बहुत मांग है। डी-एलुलोज डी-फ्रक्टोज का सी-३ एपिमेर है। यह जीआरएस स्थिति की एक सुरक्षित चीनी है। कई रिपोर्टों में इसके एंटी-डायबिटिक और मोटापा-रोधी क्षमता का प्रदर्शन किया गया है। इसके अलावा, इसके एंटी-हाइपरलिपिडेमिक और न्यूरोप्रोटेक्टिव प्रभाव भी बताए गए हैं।

Table 1. Influence of S/V coefficient on the cellulose concentration in plastic tray of 100x55x16 cm

Medium volume (L)	Surface S (cm ²)	S/V (cm ⁻¹)	Membrane thickness (cm)	Dry membrane (g)	BC concentration (g/L)
10± 0.2	5500	0.33± 0.02	1.5± 1.2	56.2± 1.5	5.6± 1.2
15± 0.4	5500	0.22± 0.01	2.3± 1.2	84.5 ± 1.8	5.6± 1.2
20± 0.4	5500	0.17± 0.002	2.6± 1.2	116.4± 2.2	5.8± 1.2
25± 0.5	5500	0.13± 0.001	2.6± 1.2	146.4± 2.6	5.8± 1.2
30± 0.6	5500	0.11± 0.001	1.8± 1.2	156.8± 2.3	5.2± 1.2

**Figure 6.** A dual enzyme metal hybrid crystal for the direct transformation of whey lactose into a high value rare sugar D-tagatose: synthesis, characterization and a sustainable process.

Results indicated that upon immobilization onto hybrid crystal, the activity of β -galactosidase and L-arabinose isomerase was enhanced by a factor of 1.6 and 1.5 fold, respectively. The developed MnHC@ β -Gal + L-AI exhibited an excellent efficiency with a net equilibrium level conversion of low cost substrate whey lactose (100%) into D-glucose (~50%), D-galactose (~25%) and D-tagatose (~25%). In addition, the fabricated hybrid crystals displayed cofactor regeneration ability. Therefore, the developed hybrid system was observed to be efficiently reused for more than 5 times in a batch level conversion. Hence, the developed dual enzyme based hybrid crystal provides a platform technology for the direct transformation of whey lactose into rare sugar D-tagatose.

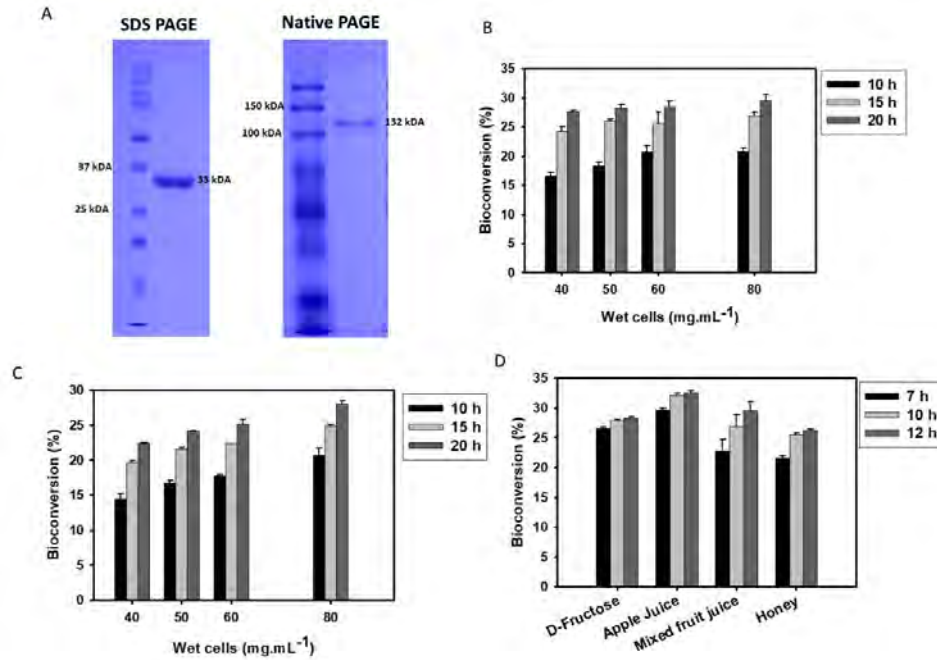
Salient Achievements

- With the identified bacterial strain, 120 L scale process of bacterial cellulose production was optimized for surface to volume ratio for whey medium.

- Whole genome sequencing of the identified *Acetobacter pasteurianus* RSV-4 was performed and unraveled the mechanism of bacterial cellulose synthesis by the strain.
- Process of direct synthesis of tagatose from lactose has been optimized by using the developed
- novel hybrid crystal consisting of two enzymes beta-galactosidase and L-arabinose isomerase.

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

Sweet biomolecules of reduced calorie and multifarious health benefits are very demanding in the society. D-allulose is a C-3 epimer of D-fructose. It is a safe sugar of GRAS status. In many reports its anti-diabetic and anti-obesity potential have been demonstrated. Furthermore, its anti-hyperlipidemic and neuroprotective effects have also been reported.



चित्र 7. ए) बी. सबटिलिस में व्यक्त डीएईएम का विश्लेषण (NusA टैग के बिना), एसडीएस-पेज और नेटिव-पेज से किया गया। बी) 500 ग्राम/लीटर डी-फ्रक्टोज के साथ व्होल सेल उत्प्रेरक प्रतिक्रिया। सी) 700 ग्राम/लीटर डी-फ्रक्टोज के साथ व्होल सेल उत्प्रेरक प्रतिक्रिया। डी) फीडस्टॉक युक्त डी-फ्रक्टोज के साथ व्होल सेल उत्प्रेरक प्रतिक्रिया। वैल्यूज तीन प्रतिकृति \pm मानक विचलन का मतलब है।

डी-फ्रक्टोज से डी-एलुलोज के उत्प्रेरक परिवर्तन को डी-एलुलोज ३-एपिमेरेज एंजाइम द्वारा निष्पादित किया जाता है। आज की तिथि में, डी-एलुलोज के उत्पादन के लिए सीमित संख्या में जीवाणु एंजाइमों की सूचना उपलब्ध है। हाल ही में, हमने चरम तापमान के गर्म-वसंत के नमूने से उत्पन्न मेटाजेनोमिक्स संसाधन से एक नवीन डी-एलुलोज ३-एपिमेरेस (डीएईएम) की खोज और लक्षण का वर्णन किया है। थर्मल स्प्रिंग मेटाजीनोम से डी-एलुलोज ३-एपिमेरेस की यह पहली रिपोर्ट है। एंजाइम का लक्षण वर्णन से पता चलता है कि यह एंजाइम, डीएईएम, सबसे अधिक थर्मोटोलरेंट डी-एलुलोज ३-एपिमेरेज है जो आज तक रिपोर्ट किया गया है।

अनुसंधान की प्रगति

होल सेल उत्प्रेरक प्रतिक्रिया को, बायो मॉलिक्यूलस उत्पादन के लिए एक उपयुक्त विधि माना जाता है क्योंकि यह एंजाइम के निष्कर्षण और शुद्धिकरण की थकाऊ प्रक्रिया से बचा जाता है। होल सेल बायोकैटेलिस्ट सिस्टम, बायोकैटेलिस्ट की सुरक्षा करता है, और इस प्रकार, एक अधिक स्थिरता प्रदान करता है। इसलिए, डीएईएम को एक सुरक्षित-ग्रेड सूक्ष्मजीव, बैसिलस सबटिलिस में इंटरसेल्युलर रूप से एक्सप्रेस किया गया था। ट्रांसफॉर्मेट बी. सबटिलिस कोशिकाओं के सेल एक्सट्रेक्ट को एसडीएस पेज विश्लेषण द्वारा, डीएईएम प्रोटीन को एक्सामिन किया गया (चित्र 7a)। बी. सबटिलिस कोशिकाओं को ३७ डिग्री सेल्सियस, २४ घंटे के लिए, १.५० आरपीएम पर एक फरमेंटर में सुसंस्कृत किया गया था। कोशिकाओं को हावैस्टेड, धोया और फिर रिसस्पेंडेड किया गया ५ मिली मोलर ट्रिस बफर (पीएच ७)। होल पुनः संयोजक कोशिकाओं (४० से ८० ग्राम/लीटर गीली कोशिकाओं) को ५०० ग्राम/लीटर और ७०० ग्राम/लीटर सांद्रता में डी-फ्रक्टोज के इलाज के

लिए नियोजित किया गया था। व्होल सेल-उत्प्रेरित प्रतिक्रिया ६० डिग्री सेल्सियस पर Co^{++} (१ मिली मोलर) की उपस्थिति में की गई थी। होल सेल उत्प्रेरक के परिणामस्वरूप ५०० ग्राम/लीटर डी-फ्रक्टोज से १.५० ग्राम/लीटर डी-एलुलोज की अधिकतम उपज हुई, यानी, लगभग ३०% रूपांतरण (चित्र 7b)। 700 ग्राम/लीटर डी-फ्रक्टोज के मामले में, डी-एलुलोज की उपज लगभग 196 ग्राम/लीटर थी (चित्र 7c)। फ्रक्टोज से युक्त नमूनों (सेब का रस, मिश्रित फलों का रस और शहद) के उपचार के परिणामस्वरूप 26-32% डी-एलुलोज की रूपांतरण उपज हुई (चित्र 7d)। होल सेल उत्प्रेरक ने इन नमूनों में सुक्रोज और डी-ग्लूकोज की संकेंद्रण में बदलाव नहीं किया।

हाल ही में, हमने प्रोबायोटिक स्ट्रेन, बैसिलस स्पीशीज से एक नवीन डी-एलुलोज ३-एपिमेरेज को कैरेक्टेराइज किया है। अमीनो एसिड के स्तर पर, जीन ने डी-एलुलोज 3-एपिमेरेज (डीएई) से ३१.९२% से ७४.२९% अंतर दिखाया, जो आज तक डी-एलुलोज उत्पादन के लिए कैरेक्टेराइज है। जीन को एंजाइम उत्पादन के लिए बैसिलस सबटिलिस में व्यक्त किया गया था। होल पुनः संयोजन कोशिकाएं डी-फ्रक्टोज से डी-एलुलोज परिवर्तन को उत्प्रेरित करने में सक्षम थीं। एंजाइम उत्प्रेरक रूप से तापमान (३५ डिग्री सेल्सियस - ७० डिग्री सेल्सियस) और पीएच (५-११) की एक विस्तृत श्रृंखला में डी-फ्रक्टोज को डी-एलुलोज में बदल सकता है। डी-फ्रक्टोज से डी-एलुलोज बायोकाॅनवर्जन उपज लगभग २९% इष्टतम प्रतिक्रिया स्थिति के तहत प्राप्त की गई है। इसके अलावा, एंजाइम लक्षण वर्णन प्रयोग प्रगति पर हैं।

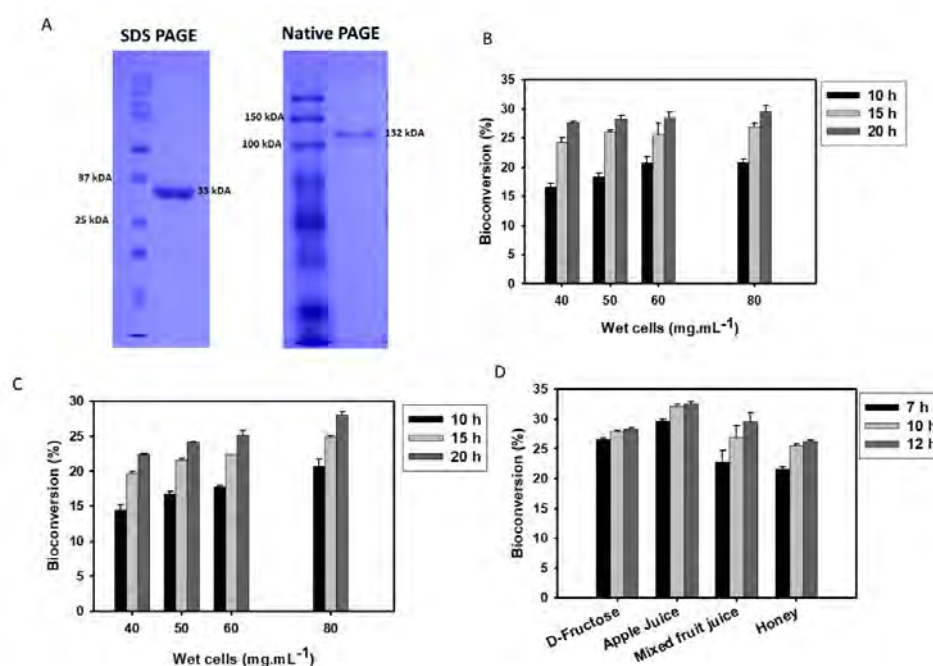


Figure 7. A) SDS-PAGE and Native-Page analysis of DaeM (without NusA tag), expressed in *B. subtilis*. B) Whole-cell catalysis reaction with 500 g/L D-Fructose. C) Whole-cell catalysis reaction with 700 g/L D-Fructose. D) Whole-cell catalysis reaction with D-Fructose containing feedstocks. Values are mean of three replications \pm standard deviation.

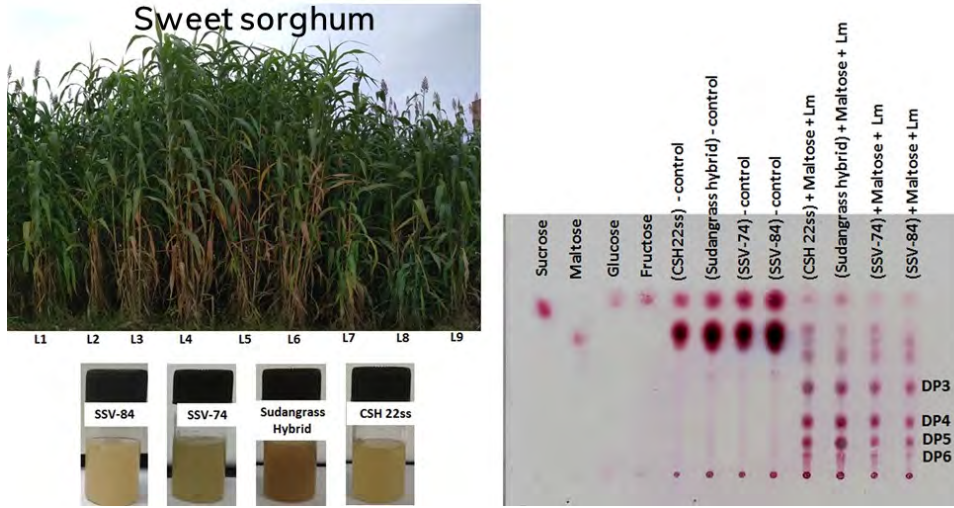
The catalytic transformation of D-fructose to D-allulose is executed by D-allulose 3-epimerase enzyme. To date, a limited number of bacterial enzymes have been reported for the production of D-allulose. Recently, we have discovered and characterized a novel D-allulose 3-epimerase (DaeM) from the metagenomics resource generated from the sample of a hot-spring of extreme temperature. This is the first report of a D-allulose 3-epimerase from thermal spring metagenome. Enzyme characterization suggests this enzyme, DaeM, to be the most thermotolerant D-allulose 3-epimerase reported to date.

Research Progress

The whole-cell catalysis reaction is considered as a suitable method for biomolecule production as it avoids the tedious process of extraction and purification of enzyme. Whole-cell biocatalyst system protects the biocatalyst, and thus, provides a greater stability. Therefore, DaeM was expressed intracellularly in a safe-grade microorganism, *Bacillus subtilis*. The transformed *B. subtilis* cells were examined to contain DaeM protein SDS page analysis of the cell extract (Fig. 7A). *B. subtilis* cells were cultured in a fermenter at 37 °C, 150 RPM for 24 h. The cells were harvested, washed, and resuspended in 25 mM Tris buffer (pH 7). The whole recombinant cells (40

to 80 g/L wet cells) were employed to treat D-fructose in 500 g/L and 700 g/L concentrations. Whole-cell catalysis reaction was performed in the presence of Co⁺⁺ (1 mM) at 60 °C. The whole-cell catalysis resulted the maximum yield of 150 mg/mL D-allulose from 500 g/L D-fructose, i.e., about 30% conversion (Fig. 7B). In the case of 700 g/L D-Fructose, the yield of D-allulose was about 196 g/L (Fig. 7C). The treatment of fructose containing samples (apple juice, mixed fruit juice, and honey) resulted conversion yield of 26-32% D-allulose. The whole-cell catalysis did not alter the concentration of sucrose and D-Glucose in these samples (Fig. 7D).

Recently, we have characterized a novel D-allulose 3-epimerase from a probiotic strain of *Bacillus* sp. At amino acid level, the genes showed 31.92% to 74.29% difference from the D-allulose 3-epimerases (DAE) characterize for D-allulose production to date. The gene was expressed in the *Bacillus subtilis* for enzyme production. The whole recombinant cells were capable to catalyze the transformation of D-fructose to D-allulose. The enzyme can catalytically transform D-fructose to D-allulose in a wide range of temperature (35 °C -70 °C) and pH (5-11). The D-fructose to D-allulose bioconversion yield of about 29% has been obtained under optimal reaction condition. Further, enzyme characterization experiments are in progress.



चित्र 8. मीठा सोरघम की खेती, ससवी-84 (लेन L1), ससवी-74 (लेन L2), सुदांग्रास हाइब्रिड (लेन L3 से L6), सीसएच 22सस (लेन L7 से L9) और उनका डंठल-रसा माइक्रोबियल प्रसंस्करण द्वारा मीठे सोरघम के रस में ऑल्लिगोसैकराइड का उत्पादन दिखाते हुए टीएलसी। (एलएम: एल मेसेंटरोइड्स)।

मुख्य उपलब्धियाँ

- डी-फ्रक्टोज और डी-फ्रक्टोज युक्त फीडस्टॉक्स से डी-एलुलोज उत्पादन के लिए बेसिलस सबटिलिस आधारित व्हाल सेल कैटालिसीस की प्रक्रिया स्थापित की गई है।

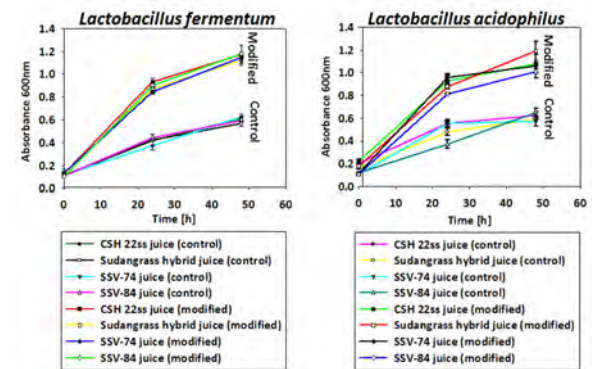
डी 04: स्वीट सोरघम डंठल बायोमास का एक कार्यात्मक पेय में सत्यापन।

स्वीट सोरघम में चीनी से भरपूर डंठल होते हैं। इसके डंठल बायोमास में लगभग 75 % रस होता है, जिसमें किण्वित शर्करा को 12-23 % की सीमा में मापा जाता है, जिसमें एक बड़ा अनुपात (लगभग 75 %) सुक्रोज होता है। इसलिए, इसे बायोएथेनॉल उत्पादन के लिए एक महत्वपूर्ण फीडस्टॉक माना जाता है। इसका 90-130 दिनों का एक छोटा वनस्पति चक्र होता है। यह उर्वरकों और पानी की अपेक्षाकृत कम आवश्यकता के साथ, बीज द्वारा प्रचारित किया जा सकता है। इसका रस फेनोलिक और फ्लेवोनोइड यौगिकों में समृद्ध है, जो एंटीऑक्सिडेंट और विरोधी भड़काऊ गुणों के लिए जाना जाता है। परियोजना का उद्देश्य रस में सुक्रोज को प्रीबायोटिक ऑल्लिगोसेकराइड में परिवर्तित करना है। इस प्रकार, स्वीट सोरघम डंठल रस को प्रीबायोटिक अणुओं में समृद्ध एक कार्यात्मक पेय में ट्रांसफॉर्म किया गया।

अनुसंधान की प्रगति

सीआईएबी के प्रायोगिक क्षेत्र में निम्नलिखित चार मीठे ज्वार की खेती की गई: सीसएच 22सस, सुदांग्रास हाइब्रिड, ससवी-74, और ससवी-84। परिपक्वता के समय, डंठल काटा गया और रस को एक यांत्रिक चिमटा से निकाला गया। चार कल्टीवर्स में लगभग 0.18 से 0.29 एल रस प्रति किलोग्राम डंठल बायोमास प्राप्त किया गया था। रस को निष्फल, अपकेंद्रित और फिल्टर किया गया था। रस का भौतिक-रासायनिक लक्षण वर्णन किया गया था। रस में चीनी की सान्द्रता 81-107

ग्राम प्रति लीटर थी, जिसमें से 68-81 % सुक्रोज था। डंठल-रस में मैक्रोन्यूट्रिएंट खनिज, जैसे, पोटेशियम (95 से 103 मिमी), मैग्नीशियम (14-15 मिमी), सोडियम (3-6 मिमी), और कैल्शियम (1.4-1.8 मिमी) होते हैं। सूक्ष्म पोषक तत्वों का भी पता लगाया गया, जैसे, जस्ता, लोहा, तांबा और सेलेनियम। कुल फेनोलिक सामग्री 60 से 71 मिलीग्राम गैलिक एसिड के बराबर (जीई) प्रति 100 ग्राम डंठल के रस में थी। कुल फ्लेवोनोइड सामग्री को 100 ग्राम रस में 35 से 57 मिलीग्राम क्वेरसेटिन समकक्ष (क्यूई) के रूप में दर्ज किया गया था। एस्कॉर्बिक एसिड की मात्रा 10 से 12 मिलीग्राम प्रति 100 ग्राम रस में थी।



चित्र 9. ऑल्लिगोसैकराइड्स में लैक्टोबैसिलस एसिडोफिलस और लैक्टोबैसिलस फेरमेंटम की ग्रोथ प्रोफाइल समृद्ध स्वीट सोरघम रस (संशोधित) और अनुपचारित स्वीट सोरघम रस (नियंत्रण)। (स्वीट सोरघम की खेती- सीसएच 22सस, सुदांग्रास हाइब्रिड, ससवी-84 और ससवी-74)। महत्व का स्तर ($P \leq 0.05$) नियंत्रण में प्रोबायोटिक्स की वृद्धि का अध्ययन ऑल्लिगोसेकराइड समृद्ध स्वीट सोरघम डंठल रस (संशोधित) और अनुपचारित स्वीट सोरघम रस (नियंत्रण) में किया गया।

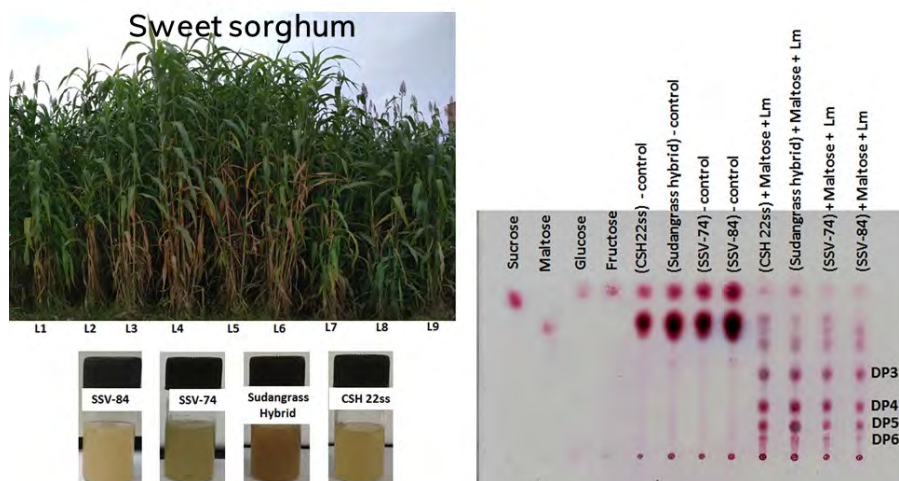


Figure 8. Sweet Sorghum cultivars, SSV-84 (lane L1), SSV-74 (lane L2), Sudangrass hybrid (lane L3 to L6), CSH 22ss (lane L7 to L9) and their stalk-juice. TLC showing oligosaccharides production in sweet sorghum juice by microbial processing. (Lm: *L. mesenteroides*).

Salient Achievements

- The process of *Bacillus subtilis* based whole-cell catalysis has been established for D-allulose production from D-fructose and D-fructose containing feedstocks.

D 04: Valorisation of sweet sorghum stalk biomass into a functional beverage

Sweet sorghum has sugar-rich stalks. Its stalk biomass contains about 75% juice, in which fermentable sugars have been measured in the range of 12-23%, with a major proportion (about 75%) sucrose. Therefore, it is considered as an important feedstock for bioethanol production. It has a shorter vegetative cycle of 90-130 days. It can be propagated by seeds, with relatively lesser requirement of fertilizers and water. Its juice is rich in phenolic and flavonoid compounds, which are known to have antioxidant and anti-inflammatory properties. The aim of the project is to convert the sucrose in juice into prebiotic oligosaccharides. Thus, transformation of sweet sorghum stalk juice into a functional beverage, rich in prebiotic molecules.

Research Progress

The following four sweet sorghum cultivars were grown in the experimental field of CIAB: CSH 22ss, Sudangrass hybrid, SSV-74, and SSV-84. At maturity, the stalks were harvested and subjected to a mechanical extractor for juice. About 0.18 to 0.29 L juice per kg of stalk biomass was obtained in the four cultivars. The juice was sterilized, centrifuged, and filtered. Physico-chemical

characterization of juice was done. The sugar concentration was about 81-107 g/L in the juice, out of which 68-81% was sucrose. The stalk-juice also contained macronutrients minerals, e.g., potassium (95 to 103 mM), magnesium (14-15 mM), sodium (3-6 mM), and calcium (1.4-1.8 mM). The micronutrient minerals were also detected, e.g., zinc, iron, copper, and selenium. The total phenolic content was in the range of 60 to 71 mg gallic acid equivalent (GAE) per 100 grams of stalk juice. The total flavonoid content was recorded as 35 to 57 mg quercetin equivalent (QE) per 100 g juice. The ascorbic acid content was 10 to 12 mg per 100 g of juice.

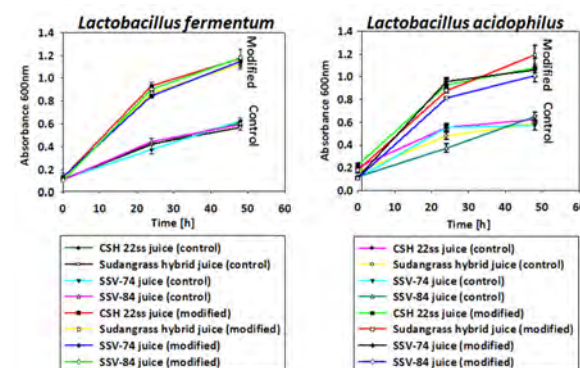


Figure 9. Growth profile of *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus fermentum* in oligosaccharides enriched sweet sorghum juice (modified) and untreated sweet sorghum juice (control). (Sweet sorghum cultivars- CSH 22ss, Sudangrass hybrid, SSV-74 and SSV-84). Level of significance ($p \leq 0.05$) was studied for growth of probiotics in control and oligosaccharide enriched sweet sorghum stalk juice.

लैक्टिक एसिड जीवाणु जीनस, ल्यूकोनोस्टोक एसपी, को काफी हद तक सुरक्षित सूक्ष्मजीव माना जाता है। इसका डेयरी उद्योग में उपयोग का एक लंबा इतिहास रहा है। हमने बैक्टीरिया, एल मेसेन्टेरोइड्स एमटीसीसी 10508, के तनाव के साथ रस को संसाधित किया है। फिर बैक्टीरिया कोशिकाओं को हटाने के लिए रस को सेंट्रीफ्यूज और माइक्रोफिल्टर किया गया। स्वीट सोरघम जूस में इस स्ट्रेन की वृद्धि ने सुक्रोज को स्वीकर्ता अणु, माल्टोज की उपस्थिति में ग्लूकोलीगोसेकेराइड्स में बदल दिया। टीएलसी और एचपीएलसी विश्लेषणों ने पतले मीठे शर्बत के रस में 3-6 डीपी के 5-6 ग्राम प्रति लीटर माल्टो-ग्लूकोलीगोसेकेराइड्स के उत्पादन की पुष्टि की (चित्र 8)।

रस को डबल एंजाइम (डेक्सट्रांसक्रेज और डेक्सट्रानेज) के साथ भी संसाधित किया गया था, जो एल्लिनेट-पेक्टिन मोटियों में एनकैप्सुलेटेड सिस्टम था। इसके परिणामस्वरूप रस में ओलिगोसेकेराइड का उत्पादन बढ़ा, 3-10 डीपी का 15 से 17 ग्राम / एल। यह डेक्सट्रांसक्रस और डेक्सट्रानेज की सहक्रियात्मक कार्रवाई के कारण है।

संसाधित मीठे शर्बत के रस की एंटीऑक्सीडेंट विशेषता माइक्रोबियल या एंजाइमी प्रसंस्करण के बाद कम या ज्यादा अप्रभावित होने के लिए दर्ज की गई थी। संशोधित रस (चित्र 9) में प्रोबायोटिक उपभेदों की काफी बेहतर वृद्धि नोट की गई थी। इसके अलावा, रस में संवेदी मापदंडों को नहीं बदला गया था।

मुख्य उपलब्धियाँ

- प्रोबायोटिक फ्रंक्शन के एक कार्यात्मक पेय में स्वीट सोरघम डंठल के रस के सत्यापन के लिए एक प्रक्रिया का विकास।

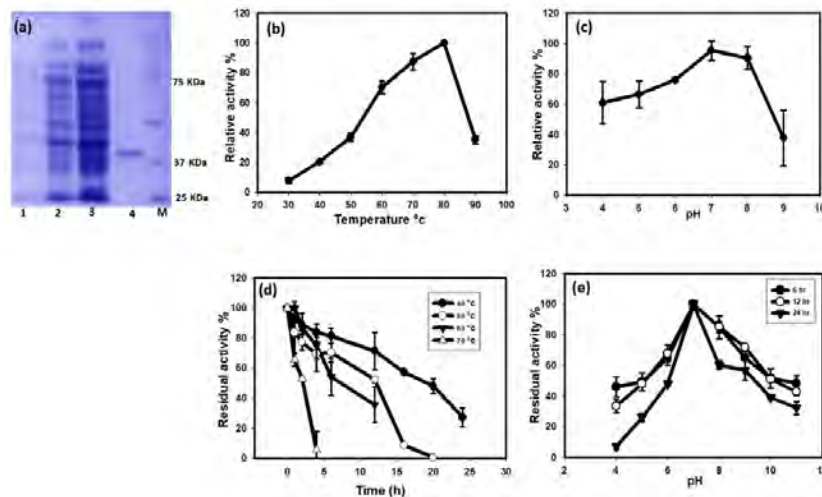
डी 05: स्वीट सोरघम बायोमास से जाइलो-ओलिगोसेकेराइड उत्पादन के लिए एक नावेल जाइलैनेसिस की खोज।

जाइलन दूसरा सबसे प्रचुर मात्रा में कृषि-बायोमास व्युत्पन्न कार्बोहाइड्रेट बहुलक

है। यह कार्यात्मक जाइलो-ओलिगोसेकेराइड (एक्सोस) का एक प्राकृतिक स्रोत माना जाता है, जो आंत के माइक्रोबायोटा को बढ़ाने में सक्षम हैं। जाइलैनेसिस बायोमास के जाइलन को हाइड्रोलिसिस करके एक्सोस में उत्प्रेरित करने में महत्वपूर्ण हैं। जीएच10 परिवार के जाइलैनेसिस, एक बेहतर उत्प्रेरक दक्षता और जाइलन बायोमास की विस्तृत श्रृंखला का प्रदर्शन करने के लिए जाने जाते हैं। इसके अलावा, विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों, जैसे, खाद्य, पेय, फ्रीड, कागज और लुगदी उद्योगों में जाइलैनेसिस की एक बड़ी क्षमता है। उंचा थर्मल सहिष्णुता के साथ जाइलैनेसिस प्रतिक्रिया की बढ़ी हुई दर, उच्च सबस्ट्रेट घुलनशीलता, माइक्रोबियल संदूषण की कम संभावना आदि का लाभ प्रदान करते हैं, हालांकि, अधिकांश जीएच10 जाइलैनेसिस 50°C से अधिक तापमान को सहन करने में असमर्थ हैं। इसलिए, हमने बायोमास प्रसंस्करण अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त एक नावेल जीएच10 जाइलैनेसिस की खोज और लक्षण वर्णन के लिए, सर्जुआ, छत्तीसगढ़ में स्थित एक अत्यधिक तापमान वाले गर्म पानी के झरने से उत्पन्न मेटागोनोमिक संसाधन का पता लगाया है।

अनुसंधान की प्रगति

एक नावेल जीएच10 जाइलैनेसिस (एक्सवाईएन एम्1) की पहचान के लिए चरम तापमान गर्म वसंत मेटाजीनोम का खनन किया गया था। न्यूक्लियोटाइड स्तर पर, जीन सार्वजनिक न्यूक्लियोटाइड डेटाबेस (एनसीबीआई एनआर) में किसी भी डीएनए के टुकड़े के साथ मैच नहीं दिखाता था। प्रोटीन स्तर पर, इसने थर्मोटोगा सपा एंफ्रजेसस 3-बी.1 से एक जीएच10 जाइलैनेसिस (एएए90913.1) के साथ 44% की अधिकतम पहचान प्रदर्शित किया। नावेल जीएच10 जाइलैनेसिस (एक्सवाईएन एम्1) विषम मेजबान, ई. कोलाई में व्यक्त किया गया था, और प्रोटीन को शुद्ध करके उसकी जैव रसायन की विशेषता जाइलन सबस्ट्रेट का उपयोग कर खोजी।



चित्र 10. शुद्ध एक्सवाईएन एम्1 प्रोटीन के जैव रसायनिक गुण। शुद्ध एक्सवाईएन एम्1 (क), एंजाइम की गतिविधि पर तापमान और पीएच के प्रभाव (ख और ग), पीएच 7 (एंजाइम) पर एंजाइम की स्थिरता पर तापमान का प्रभाव (घ), और एंजाइम की स्थिरता पर पीएच के प्रभाव का 25°C पर विश्लेषण। (ड) एसडीएस पृष्ठ में लेन का विवरण: लेन 1- बिना-प्रेरित क्रूड सेल एक्सट्रेक्ट, लेन 2- इंडक्शन के 8 घंटे के बाद क्रूड सेल एक्सट्रेक्ट, लेन 3- इंडक्शन के 16 घंटे के बाद क्रूड सेल एक्सट्रेक्ट, लेन 4- शुद्ध प्रोटीन, और लेन एम - प्रोटीन मार्कर।

The lactic acid bacterial genus, *Leuconostoc* sp., is largely considered as safe microorganism. It has a long history of its use in dairy industry. We have processed the juice with the bacterial strain, *L. mesenteroides* MTCC10508. The juice was then centrifuged and microfiltered to remove the bacterial cells. The growth of this strain in sweet sorghum juice transformed sucrose into glucooligosaccharides, in the presence of the acceptor molecule, maltose. TLC and HPLC analyses confirmed the production of 5-6 g/L malto-glucooligosaccharides of 3-6 DP in the diluted sweet sorghum juice, containing about 20 g/L sucrose (Fig. 8).

The juice was also processed with the double enzyme (dextransucrase and dextranase) encapsulated system in alginate-pectin beads. This resulted enhanced production of oligosaccharides in juice, 15 to 17 g/L, of 3-10 DP. This is due to synergistic action of dextransucrase and dextranase. The antioxidant characteristic of the processed sweet sorghum juice was recorded to be more or less unaffected after microbial or enzymatic processing. A significantly better growth of probiotic strains was noted in the modified juice (Fig. 9). Moreover, sensory parameters in the juice were not altered.

Salient Achievements

- Development of A process for valorisation of sweet soghum stalk juice into a functional beverage of prebiotic function.

D 05: A novel xylanase for xylooligosaccharide production from sweet sorghum biomass

Xylan is the second most abundant agri-biomass derived

carbohydrate polymer. It is considered as a natural source of functional xylooligosaccharides (XOS), which are capable to enhance the gut microbiota. Xylanases are crucial in catalysing the hydrolysis of xylan biomass into XOS. Xylanases of GH10 family are known to exhibit a better catalytic efficiency and wide range of xylan biomass. Apart from this, xylanases have a great application potential in various industrial sectors, e.g., food, beverages, feed, paper and pulp industries. Xylanases with elevated thermal tolerance offer advantage of increased rate of reaction, higher substrate solubility, reduced chances of microbial contamination, etc. However, most of the GH10 xylanases are unable to tolerate more than 50 °C temperature. Therefore, we have explored the metagenomic resource generated from an extreme temperature hot spring located in Surguja, Chhatisgarh, for the discovery and characterization of a novel GH10 xylanase, suitable for biomass processing applications.

Research Progress

The extreme temperature hot spring metagenome was mined for the identification of a novel GH10 xylanase (XynM1). At nucleotide level, the gene did not show match with any DNA fragment in the public nucleotide database (NCBI NR). At protein level, it exhibited the maximum identity of 44% with a GH10 xylanase (AAA90913.1) from *Thermotoga* sp. strain FjSS3-B.1. The novel xylanase gene (xynM1) was expressed in the heterologous host, *E. coli*, and the protein was purified and biochemically characterized by using beechwood xylan as substrate.

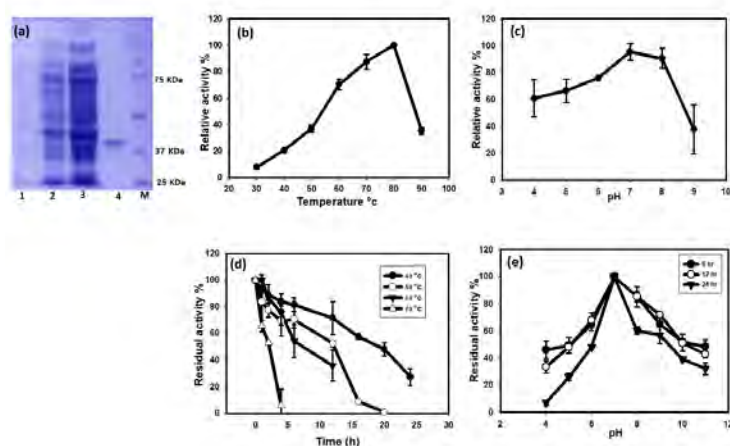
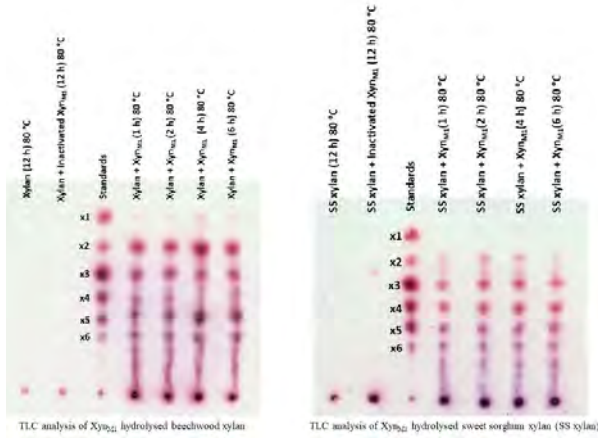


Figure 10. Biochemical properties of purified XynM1 protein. The SDS-PAGE analysis of purified XynM1 (a), effects of temperature and pH on the enzyme's activity (b and c), effect of temperature on the enzyme's stability at pH 7 (d), and effect of pH on the enzyme's stability at 25°C (e). Description of lanes in SDS PAGE: Lane 1- un-induced crude cell extract, Lane 2- crude cell extract after 8 h of induction, Lane 3- crude cell extract after 16 h of induction, Lane 4- purified protein, and Lane M- protein marker.



चित्र 11. एक्सवाईएन एम्1 द्वारा जाइलन बायोमास हाइड्रोलाइज्ड का टीएलसी विश्लेषण।

नावेल जीएच10 जाइलैनेसिस (एक्सवाईएन एम्1) 80°C पर इष्टतम गतिविधि के साथ 60-80 के तापमान रेंज में काफी उच्च (70-100%) उत्प्रेरक गतिविधि का प्रदर्शन किया। गतिविधि 6-8 की पीएच रेंज में अधिक थी, जिसमें पीएच तटस्थ के रूप में इष्टतम था। एक्सवाईएन एम्1 ने 6 घंटे का आधा जीवन 60°C और 1.5 घंटे का प्रदर्शन 70°C (चित्र 10) किया। इसने 1-5 एम एनएसीएल की उपस्थिति में अपनी प्रारंभिक गतिविधि के 50% को बरकरार रखते हुए, नमक की स्थिति के लिए काफी अच्छी सहिष्णुता दिखाया। बीचवुड जाइलन के हाइड्रोलाइसिस ने क्सोस 2-6 और उच्च डीपी का उत्पादन किया। एचपीएलसी विश्लेषण का अनुमान है कि 1% बीचवुड जाइलन से 24-32% क्सोस उपज है। 6 से अधिक डीपी के एक्सओएस की उपज को अनसुलझे चोटियों के कारण मापा नहीं जा सका।

जाइलन को स्वीट सोरघम डंठल बायोमास से निकाला गया था। निकाले गए जाइलन को एफटीआईआर द्वारा चित्रित किया गया था। स्वीट सोरघम डंठल बायोमास से जाइलन की उपज लगभग 25% होने का अनुमान लगाया गया था। जाइलैनेसिस (एक्सवाईएन एम्1) के साथ जाइलन से 2-6 और उच्च डीपी के क्सोस परिणामस्वरूप पाए गए। क्सोस की अनुमानित उपज 1% स्वीट सोरघम डंठल बायोमास जाइलन से 30% थी। क्सोस बायोमॉलिक्युलस की उपस्थिति में एक बढ़ी हुई प्रोबायोटिक बैक्टीरिया की वृद्धि दर्ज की गई थी (चित्र 11)।

मुख्य उपलब्धियाँ

- स्वीट सोरघम डंठल बायोमास से प्रोबायोटिक फंक्शन कार्यात्मक जाइलो-ओलिगोसेकेराइड जैविक अणुओं की वैधता के लिए एक प्रक्रिया का विकास।



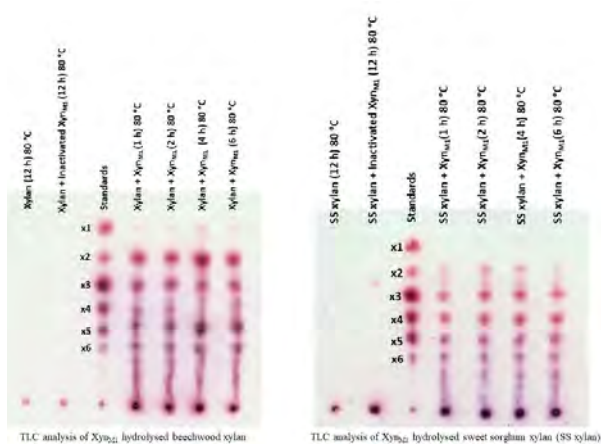


Figure 11. TLC analysis of xylan biomass hydrolyzed by XynM1

The novel xylanase (XynM1) exhibited substantially high (70-100%) catalytic activity in the temperature range of 60-80 °C, with optimal activity at 80 °C. The activity was higher in the pH range of 6-8, with pH neutral as optimum. XynM1 displayed the half-life of 6 h at 60 °C, and 1.5 h at 70 °C (Fig. 10). It showed substantially good tolerance to salt condition, by retaining 50% of its initial activity in the presence of 1-5 M NaCl.

The hydrolysis of beechwood xylan led to the production of XOS 2-6 and higher DP. HPLC analysis estimated 24-32% XOS yield from 1% beechwood xylan. The yield of XOS of the DP higher than 6 could not be measured due to unresolved peaks. Xylan was extracted from sweet sorghum stalk biomass. The extracted xylan was characterized by FTIR. The yield of xylan from sweet sorghum bagasse was estimated to be about 25%. The xylan treated with the xylanase (XynM1) resulted XOS of 2-6 and higher DP. The estimated yield of XOS was 30% from 1% sweet sorghum xylan. An enhanced probiotic bacterial growth was recorded in the presence of XOS biomolecules (Fig. 11).

Salient Achievements

- Development of a process for valorisation of sweet sorghum stalk bagasse into a functional xylooligosaccharide biomolecules of prebiotic function.



सीआईएबी से प्रकाशन और पेटेंट
Publications and Patents from CIAB

प्रकाशन

- ठाकुर के, चोवेक एम, कुमार वी, पुरोहित ए, वशिष्ठ ए, कुमार वी, सुदेश कुमार यादव 2020 मेटाजेनोमिक दृष्टिकोण के माध्यम से नवीन एंजाइमों के लिए टोस अपशिष्ट लैंडफिल में सूक्ष्मजीव समुदायों की जैवपूर्ववर्षण क्षमता. विश्व जे. माइक्रोबायोल. बायोटेक्नोल 36:34
- राणा एस, मेहता डी, बंसल वी, शिवहारे यूएस, सुदेश कुमार यादव 2020 स्ट्रॉबेरी फल के इन-पैकेज शेल्फ-लाइफ में वायुमंडलीय शीत प्लाज्मा (एसीपी) उपचार में सुधार. जे. फूड साइंस टेक्नोल. 57: 102-11
- सुचेता, मिश्रा एन एन, सुदेश कुमार यादव 2020 आंतराधिक माइक्रोवेव, अल्ट्रासाउंड और पारंपरिक उत्पाक का उपयोग करके काली गाजर के पोमस से पेक्टिन का निष्कर्षण: काइनेटिक्स, लक्षण वर्णन और प्रक्रिया अर्थशास्त्र. फूड एट्रोकोलिडिस 102: 105592
- मेहता डी, सुदेश कुमार यादव 2020 बायोएक्टिव यौगिकों पर वायुमंडलीय गैर-थर्मल प्लाज्मा और हाइड्रोथर्मल उपचार का प्रभाव और स्ट्रॉबेरी जूस की माइक्रोबियल निष्क्रियता: एक बाधा प्रौद्योगिकी दृष्टिकोण. खाद्य विज्ञान तकनीक इंटर. 26 (1): 3-101
- सुचेता, चतुर्वेदी के, सुदेश कुमार यादव 2019 अल्ट्रासोनिकस की सहायता से काली-गाजर में एंथोसायनिन स्थिरता, नमक-मसाले के संसेचन में सहायता की गुणवत्ता प्रतिधारण और गर्म हवा संवहन सुखाने पर रोगाणुरोधी प्रभावकारिता प्राप्त करना. अल्ट्रासोनिकस सोनोकेमिस्ट्री 58: 104661
- कुमार वी, संधू पीपी, अहलूवालिया वी, मिश्रा बीबी, सुदेश कुमार यादव* 2019 भुट्टा से उत्पादित सिलिटोल के विषहरण और पुनर्प्राप्ति के लिए बेहतर अपस्ट्रीम प्रसंस्करण. बायोरेसौर. टेक्नोल. 291: 121931
- वशिष्ठ ए, ठाकुर के, कौलधर वी एस, कुमार वी, सुदेश कुमार यादव 2019 अपशिष्ट बैलेरीकरण: सेब के पोमस से एसिटिक एसिड उत्पादन के लिए एक इथेनॉल सहिष्णु जीवाणु एसिटोबैक्टर पेस्टुरियनस एसकेवाईए 25 की पहचान. विज्ञान के. कुल पर्यावरण. 690: 956-9641
- पुरोहित ए, कुमार वी, चोवेक एम, सुदेश कुमार यादव 2019 स्पिरुलिना प्लैटैसिस से उच्च शुद्धता सी-फाइकोसैनिन का प्रसंस्करण-स्वतंत्र एक्सट्रैसेल्युलर उत्पादन. एसीएस बायोमेडिकल साइंस एंड इंजीनियरिंग 7: 3237-32451
- बारसैन बीएल, पुरोहित ए, कुमार ए, जोशी आर, हालन वी, सुदेश कुमार यादव 2020 पिपिकेजीपिपिएस. एसएसयू पिक्नोरहिजा कुरूआ में हेटेरोमेरिक जीपिपिएस बनाने के लिए दो पिपिकेजीपिपिएस के साथ बातचीत करता है: पिक्नोसाइड बायोसिंथेटिक मार्ग में आणविक अंतर्दृष्टि. प्लांट फिजियोलॉजी और बायोकेमिस्ट्री. डीओआई: 10.1016/j.plaphy.2020.05.029
- कुमारी ए, सुदेश कुमार यादव 2019 पॉली लैक्टिक एसिड-क्वैरसेटिन नैनोफोर्मुलेशन सिजिजियम क्यूमिन लीफ एक्सट्रैक्ट का उपयोग करके संश्लेषित किया जाता है जो कमरे के तापमान पर टमाटर के शेल्फ जीवन को बेहतर बनाता है. इंटर. जे. पोस्टहर्वेस्ट टेक्नोल. इनोव. 6: 1-151
- पी पाल, एस कुमार, एम एमा देवी और एस सर्वणमुरुगन 2020 गैर-कीमती संक्रमण धातु ऑक्साइड आधारित उत्प्रेरक द्वारा 5-फॉर्माइल फ्यूरान-2-कार्बोक्जिलिक एसिड के लिए 5-हाइड्रॉक्सीमेथाइलफ्यूरल का ऑक्सीकरण. जे. सुपरक्रिट. द्रव, 160, 104812
- पी पाल और एस सारावनमुरुगन 2020 '5 के लिए 5- हाइड्रॉक्सी मिथाइल फुरफुराल के चयनात्मक ऑक्सीकरण के लिए हेटरोस्ट्रक्टेड मैंगनीज उत्प्रेरक,' 5-डिफॉर्मिलफुराण, 'केमकेटकेम 12, 2324
- एच ली, सी वांग, वाई जू, जेड यू, एस. सर्वानामुगन, जेड वी, एस यांग, आर लुके 2020 'सेल्युलॉसिक फीडस्टॉक से फ्यूरेनिक बायोफ्यूल के तरल-चरण संश्लेषण में विषमता (डी) क्लोरीनेशन-सक्षम नियंत्रण।' हरा रसायन 22, 637
- एम एम देवी, एन अग्रवाल और एस सरवनमुरुगन 2020 राइस स्ट्रॉ: वैल्यू-एडेड कार्बोनेशियस मैटेरियल्स के लिए एक प्रमुख अक्षय लिग्नोसेल्युलॉसिक बायोमास, 'वर्तमान ग्रीन केमिस्ट्री, डीओआई: 10.2174/2213346106666191127120259
- एम मेल्लियान-रोड्रिगज़, एस सर्वानामुगन, एस मियर, एस. केमस और ए रिहागर 2019 'आरयू-उत्प्रेरित ऑक्सीडेटिव क्लीवेज ऑफ गुआइसील ग्लिसरॉल-ए-गुआइडिलल ईथर - एक प्रतिनिधि --O-4 लिग्निन मॉडल कंपाउंड,' काटलिस्ट्स 9, 832
- एम ए यादू और एस सर्वानामुगन 2019 'फ्रुक्टोज में ग्लूकोज के संशोधित एल्यूमिना-कैटालिस्ट आइसोमेराइजेशन पर टिन ग्राफ्टेड,' एप्लाइड कैट ए: जनरल, 582, 117094

Publications

- Thakur K, Chowank M, Kumar V, Purohit A, Vashisht A, Kumar V, Sudesh Kumar Yadav. 2020. Bioprospecting potential of microbial communities in solid waste landfills for novel enzymes through metagenomic approach. *World J. Microbiol. Biotechnol.* 36:34.
- Rana S, Mehtaa D, Bansal V, Shivhare US, Sudesh Kumar Yadav. 2020. Atmospheric cold plasma (ACP) treatment improved in-package shelf-life of strawberry fruit. *J Food Sci Technol* 57: 102-112.
- Sucheta, Misra N N, Sudesh Kumar Yadav. 2020. Extraction of pectin from black carrot pomace using intermittent microwave, ultrasound and conventional heating: Kinetics, characterization and process economics. *Food Hydrocolloids*, 102: 105592.
- Mehta D, Sudesh Kumar Yadav. 2020. Impact of atmospheric non-thermal plasma and hydrothermal treatment on bioactive compounds and microbial inactivation of strawberry juice: A hurdle technology approach. *Food Sci Technol Int.* 26(1):3-10.
- Sharma N, Sucheta, Dangi S, Sudesh Kumar Yadav. 2019. Long-term storability of potato tubers in aspect of biochemical changes and overall quality index affected by different packaging materials in refrigerated and non-refrigerated storage. *Potato Research*. DOI: 10.1007/s11540-019-09441-0.
- Sucheta, Chaturvedi K, Sudesh Kumar Yadav. 2019. Ultrasonication assisted salt-spices impregnation in black carrots to attain anthocyanins stability, quality retention and antimicrobial efficacy on hot-air convective drying. *Ultrasonics Sonochemistry*. 58: 104661.
- Kumar V, Sandhu PP, Ahluwalia V, Mishra BB, Sudesh Kumar Yadav. 2019. Improved upstream processing for detoxification and recovery of xylitol produced from corncob. *Bioresour Technol.* 291: 121931.
- Vashisht A, Thakur K, Kauldhar BS, Kumar V, Sudesh Kumar Yadav. 2019. Waste valorization: Identification of an ethanol tolerant bacterium *Acetobacter pasteurianus* SKYAA25 for acetic acid production from apple pomace. *Sci Total Environ.* 690:956-964.
- Purohit A, Kumar V, Chowank M, Sudesh Kumar Yadav. 2019. Processing-Independent Extracellular Production of High Purity C-Phycocyanin from *Spirulina platensis*. *ACS Biomaterials Science & Engineering* 7: 3237-3245.
- Barsain BL, Purohit A, Kumar A, Joshi R, Hallan V, Sudesh Kumar Yadav. 2020. PkGGPPS.SSU interacts with two PkGGPPS to form heteromeric GPPS in *Picrorhiza kurrooa*: Molecular insights into the picroside biosynthetic pathway. *Plant Physiology and Biochemistry*. DOI: 10.1016/j.plaphy.2020.05.029.
- Kumari A, Sudesh Kumar Yadav. 2019. Poly lactic acid-quercetin nanoformulation synthesized using *Syzygium cumini* leaf extract improves the shelf life of tomato at room temperature. *Int. J. Postharvest Technol. Innov.* 6:1-15.
- P. Pal, S. Kumar, M. M. Devi and S. Sarvanamurugan. 2020. 'Oxidation of 5-Hydroxymethylfurfural to 5-Formyl Furan-2-Carboxylic Acid by Non-Precious Transition Metal Oxide Based Catalyst,' *J. Supercrit. Fluid*, 160, 104812.
- P. Pal and S. Sarvanamurugan. 2020. 'Heterostructured manganese catalysts for the selective oxidation of 5-hydroxymethylfurfural to 2, 5-diformylfuran,' *ChemCatChem* 12, 2324.
- H. Li, C. Wang, Y. Xu, Z. Yu, S. Sarvanamurugan, Z.Wu, S. Yang, R. Luque. 2020. 'Heterogeneous (de)chlorination-enabled control of reactivity in liquid-phase synthesis of furanic biofuel from cellulosic feedstock,' *Green Chem.* 22, 637.
- M. M. Devi, N. Aggarwal and S. Sarvanamurugan. 2020. 'Rice Straw: A Major Renewable Lignocellulosic Biomass for Value-Added Carbonaceous Materials,' *Current Green Chemistry*, DOI : 10.2174/2213346106666191127120259.
- M. Melián-Rodríguez, S. Sarvanamurugan, S. Meier, S. Kegnæs and A. Riisager. 2019. 'Ru-catalyzed oxidative cleavage of guaiacyl glycerol- β -guaiacyl ether - a representative β -O-4 lignin model compound,' *Catalysts* 9, 832.
- M. A. Yattoo and S. Sarvanamurugan. 2019. 'Tin Grafted on Modified Alumina-Catalysed Isomerisation of Glucose to Fructose,' *Appl. Cat. A: Gen.*, 582, 117094.

- एच. वू., डब्ल्यू. डी., एस. सरवनमुरुगन, एच. ली, एस. यांग 2019 'जैव-आधारित किटो अम्लों के स्थानांतरण हाइड्रो-एमीनेशन/साइक्लाइजेशन के माध्यम से एन-असुरक्षित लैक्टम के लिए एक अर्ध-कैटैलिटिक विलायक रहित दृष्टिकोण,' एसीएस सस्टेनेबल केम. इंजी. 7, 10207
- सिंगला जी, कृष्णिया एम*, संधू पी, सांगवान आरएस, पनेसर पि एस 2019 फाइबर से समृद्ध उत्पादों को तैयार करने के लिए किन्नु उद्योग के उत्पाद का मूल्य संवर्धन. फूड साइंस एंड टेक्नोलॉजी जर्नल. 56, 1575-1582
- कौर आर, ठाकुर एनएस, चांदना एस, भौमिक जे. 2020 एग्री-बायोमास आधारित लिग्निन व्युत्पन्न जिंक ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट्स के रूप में होनहार यूवी प्रोटेक्टेंट-कम-एंटीमाइक्रोबियल एजेंट. जर्नल ऑफ मैटेरियल्स केमिस्ट्री बी, 8, 260-269
- रेड्डी वाईएन, ठाकुर एनएस, भौमिक जे 2020 नैनोइंटरवेंशन के माध्यम से पानी में पॉलीपीयरोल्स की फोटोकैटलिटिक क्षमता का उपयोग करना: संश्लेषण और बायोडिग्रेडेबल पॉलीपीरोइल नैनोकैप्स के फोटोफिजिकल मूल्यांकन. केमनैनोमेट 6, 239-247
- चंदना एस, ठाकुर एनएस, रेड्डी वाईएन, कौर आर, भौमिक जे 2019 इंजीनियरिंग लिग्निन ने द्विधात्विक नैनोकम्पलेक्सों को स्थिर किया: संरचना, यंत्रवत् व्याख्या, एंटीऑक्सिडेंट और रोगाणुरोधी क्षमता. एसीएस बायोमेट्री साइंस एंड इंजीनियरिंग 5, 3212-3227
- चंदना एस, भारद्वाज एसके, पॉल एस, भौमिक जे. 2020 सिंथेसिस, और लिग्निन-व्युत्पन्न हाइड्रोजेल के अनुप्रयोग, इन: शर्मा ए., कुमार ए (एड्स) लिग्निन। पॉलिमर और समग्र सामग्री पर सिंगर श्रृंखला. सिंगर, चम, 231-252
- पॉल एस, भारद्वाज एसके, कौर आर, भौमिक जे. 2020 लिग्निन-व्युत्पन्न संकर सामग्री प्रदूषकों के पृथक्करण के लिए होनहार विज्ञापनदाताओं के रूप में, अध्याय 8, 225-261, संपादकों: चेरनिश्वा एट अल; कुशल पृथक्करण प्रक्रियाओं, एसीएस संगोष्ठी श्रृंखला में बहु-विषयक अग्रिम; अमेरिकन केमिकल सोसायटी: वाशिंगटन, डीसी
- एम सिंह, एन पांडे, पी द्विवेदी, वी कुमार, बीबी मिश्रा 2019 खट्टे अपशिष्ट से अक्षय फीडस्टॉक के रूप में डी-लिमोनेन से संश्लेषित एक पुनः प्रयोज्य ब्रोन्स्टेड एसिड के साथ सुगंधित बायोमास से ज़ाइलोज, लेवुलिनिक एसिड और लिग्निन का उत्पादन. बायोरसोर्स टेक्नोलॉजी 293, 122105
- वी कुमार, पीपी संधू, वी अहलूवालिया, बीबी मिश्रा, एसके यादव 2019 कॉर्नकोब से उत्पादित सिलिटोल के विषहरण और पुनर्प्राप्ति के लिए बेहतर अपस्ट्रीम प्रसंस्करण, बायोरसोर्स टेक्नोलॉजी 291, 121931
- 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 ऑफ माइक्रोएन्कैप्सुलेशन 36, 2151
- जोशी एन, शर्मा एम, सिंह एसपी 2020 सीलोओलिगोसैकराइड उत्पादन के लिए एक चरम तापमान गर्म पानी के झरने से एक नवीन सीलनसे की विशेषता की है। एप्लाइड माइक्रोबायोलॉजी और बायोटेक्नोलॉजी 104: 4889-4901
- पटेल एस, कौशल जी, सिंह एसपी 2020 बैसिलस सबटिलिस पूरे सेल कटैलिसिस द्वारा एक थर्मल जलीय निवास स्थान और डी-एलुलोज उत्पादन के मेटोजेनोम से एक नवीन डी-एलुलोज 3-एपिमेरेज जीन. एप्लाइड एंड एनवायर्नमेंटल माइक्रोबायोलॉजी 86 (05), e02605-19
- कुमार जे, शर्मा एन, कौशल जी, समुलपटपम एस, साहू डी, राय एके, सिंह एसपी 2018 सिक्किम हिमालय के पारंपरिक किण्वित सोयाबीन उत्पाद, किन्मेमा के टैक्सोनोमिक और कार्यात्मक विशेषताओं में मेटागोनोमिक अंतर्दृष्टि. फ्रंटियर्स इन माइक्रोबायोलॉजी 10, 1744
- नारनोलिया एलके, अग्रवाल एन, पटेल एसएन, सिंह एसपी 2019 बैसिलस एट्रोपेयस से लैकैस के काइनेटिक लक्षण वर्णन, और मुक्त और स्थिर रूपों में रस स्पष्टीकरण में इसकी क्षमता. जर्नल ऑफ माइक्रोबायोलॉजी 57, 900-909
- शर्मा एम, सांगवान आरएस, खटकर बीएस, सिंह एसपी 2019 सुक्रोज फीडस्टॉक्स से ऑलिगोसैकराइड उत्पादन के लिए डेक्सट्रानसुक्रस और डेक्सट्रानेज के अल्जाइनेट-पेक्टिन सह-एनकैप्सुलेशन. बायोप्रोसेस एंड बायोसिस्टम्स इंजीनियरिंग 42 (10), 1681-1693
- नारनोलिया एलके, कौशल जी, सिंह एसपी 2019 गुलाब-सुगंधित जीरियम में लंबे समय तक गैर-कोडिंग आरएनए और मआइ आरएनए एस जो कि टेरपीन और टार्टरिक एसिड जैवसंश्लेषण को विनियमित करते हैं. फइबीएस लेटर्स 593, 2235-2249
- अग्रवाल एन, नारनोलिया एलके, सिंह एसपी 2019 तापीय जलीय निवास के मेटागोनोम से एक उपन्यास एमाइलोलुसुक्रेज जीन की विशेषता, और सुक्रोज बायोमास से ट्यूरोनोज उत्पादन में इसका उपयोग. एंजाइम और माइक्रोबियल प्रौद्योगिकी 131, 109372
- प्लांट बायोलॉजी और पर्यावरणीय चुनौतियों में आणविक दृष्टिकोण. सिंगर प्रकृति. 2019. आईएसबीएन 978-981-15-0689-5, संपादक: सिंह एसपी, उपाध्याय एसके, पांडे ए, कुमार एस.

- H. Wu, W. Dai, S. Saravanamurugan, H. Li, S. Yang. 2019. 'A quasi-catalytic solventless approach to N-unprotected lactams via transfer hydro-amination/cyclization of bio-based keto acids,' ACS Sustainable Chem. Eng., 7, 10207.
- Singla G, Krishania M, Sandhu P, Sangwan R. S, Panesar P. S . 2019. Value addition of kinnow industry byproducts for the preparation of fiber enriched extruded products, Journal of Food Science and Technology. 56, 1575-1582.
- Kaur R, Thakur NS, Chandna S, Bhaumik J. 2020. Development of agri-biomass based lignin derived zinc oxide nanocomposites as promising UV protectant-cum-antimicrobial agents. Journal of Materials Chemistry B, 8, 260-269.
- Reddy YN, Thakur NS, Bhaumik J. 2020. Harnessing the photocatalytic potential of polypyrroles in water through nanointervention: synthesis and photophysical evaluation of biodegradable polypyrrolic nanoencapsulates, ChemNanoMat 6, 239-247.
- Chandna S, Thakur NS, Reddy YN, Kaur R, Bhaumik J. 2019. Engineering lignin stabilized bimetallic nanocomplexes: structure, mechanistic elucidation, antioxidant and antimicrobial potential. ACS Biomaterial Science and Engineering 5, 3212-3227.
- Chandna S, Bhardwaj SK, Paul S, Bhaumik J. Synthesis, and applications of lignin-derived hydrogels, In: Sharma S., Kumar A. 2020. (eds) Lignin. Springer Series on Polymer and Composite Materials. Springer, Cham, 231-252.
- Paul S, Bhardwaj SK, Kaur R, Bhaumik J. 2020. Lignin-derived hybrid materials as promising adsorbents for the separation of pollutants, Chapter 8, 225-261, Editors: Chernyshova et al.; Multidisciplinary Advances in Efficient Separation Processes, ACS Symposium Series; American Chemical Society: Washington, DC.
- M Singh, N Pandey, P Dwivedi, V Kumar, BB Mishra. 2019. Production of xylose, levulinic acid, and lignin from spent aromatic biomass with a recyclable Brønsted acid synthesized from d-limonene as renewable feedstock from citrus waste, Bioresource Technology 293, 122105.
- V Kumar, PP Sandhu, V Ahluwalia, BB Mishra, SK Yadav. 2019. Improved upstream processing for detoxification and recovery of xylitol produced from corncob, Bioresource Technology 291, 121931.
- 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 36, 215.
- Joshi N, Sharma M, Singh S P. 2020. Characterization of a novel xylanase from an extreme temperature hot spring metagenome for xylooligosaccharide production, Applied Microbiology and Biotechnology 104:4889-4901.
- Patel S, Kaushal G, Singh S.P.2020. A novel D-Allulose 3-epimerase gene from the metagenome of a thermal aquatic habitat and D-Allulose production by Bacillus subtilis whole-cell catalysis. Applied and Environmental Microbiology 86 (05), e02605-19.
- Kumar J, Sharma N, Kaushal G, Samurailatpam S, Sahoo D, Rai AK, Singh S. P. 2019. Metagenomic insights into the taxonomic and functional features of Kinema, a traditional fermented soybean product of Sikkim Himalaya. Frontiers in Microbiology 10, 1744.
- Narnoliya L K, Agarwal N, Patel S N, Singh S P. 2019. Kinetic characterization of laccase from Bacillus atrophaeus, and its potential in juice clarification in free and immobilized forms. Journal of Microbiology 57, 900-909.
- Sharma M, Sangwan RS, Khatkar BS, Singh SP 2019. Alginate-pectin co-encapsulation of dextranucrase and dextranase for oligosaccharide production from sucrose feedstocks. Bioprocess and Biosystems Engineering 42 (10), 1681–1693.
- Narnoliya LK, Kaushal G, Singh SP. 2019. Long non-coding RNAs and miRNAs regulating terpene and tartaric acid biosynthesis in rose-scented geranium. FEBS Letters 593, 2235–2249.
- Agarwal N, Narnoliya LK, Singh SP. 2019. Characterization of a novel amylosucrase gene from the metagenome of a thermal aquatic habitat, and its use in turanose production from sucrose biomass. Enzyme and Microbial Technology 131, 109372.
- Molecular Approaches in Plant Biology and Environmental Challenges. Springer Nature. 2019. ISBN 978-981-15-0689-5, Editors: Singh SP, Upadhyay SK, Pandey A, Kumar S.

- कुमार, एस, शर्मा, एस, कंसल, एस के और एलुमलाई, एस 2020 जलीय रूपांतरण में ग्लूकोज का कुशल रूपांतरण एक्सट्रस-असिस्टेड आइसोमेराइजेशन के माध्यम से कैक्टोजिड द्वारा अंतर्जात पॉलीमाइन स्पर्मिन में जलीय चरण. एसीएस ओमेगा, 5 (5), 2406-2418।
- मनीषा ठाकुर, अमिता शर्मा, विशाखा अहलावत, मुन्ना भट्टाचार्य, सास्वत गोस्वामी 2020 "चावल के भूसे से सेल्युलोज नैनोकणों के उत्पादन के लिए प्रक्रिया अनुकूलन एक सेल्युलोज व्युत्पन्न किया गया" एनर्जी टेक्नोलॉजीज के लिए सामग्री विज्ञान, 3, 328-354
- मुन्ना भट्टाचार्य, सास्वत गोस्वामी 2020 "माइक्रोएल्यो - भविष्य की औद्योगिक संभावनाओं के लिए एक हरे बहु-उत्पाद वाली बायो-फोरफिनिटी" बायोकाटलिसिस और कृषि जैव प्रौद्योगिकी, 25, 101580।
- किताब में नैनोफोरेग्री 2019 आधारित पत्रों से "कृषि और पर्यावरण नैनो प्रौद्योगिकी: नवाचार और परिप्रेक्ष्य", कैम्ब्रिज पब्लिशर्स से प्रकाशित किया जा रहा है "मूल्य निर्धारण रणनीतियाँ माध्यमिक कृषि-अपशिष्ट उपयोग के लिए: वैश्विक जैव-प्रौद्योगिकी और हरित पर्यावरण में योगदान" सास्वत गोस्वामी #, अमिता शर्मा, मनीषा ठाकुर, अंजना, हर्षदीप राणा।
- पुस्तक के लिए - "बायोपॉलिमर-आधारित नैनोफिल्म: प्रौद्योगिकी और अनुप्रयोग" एल्सेवियर से प्रकाशित किया जा रहा है। पुस्तक का अध्याय: "पुलनान फिल्मों और प्राकृतिक यौगिक: अनुप्रयोग और दृष्टिकोण" सास्वत गोस्वामी * अमिता शर्मा, अंजना, मुन्ना भट्टाचार्य

पेटेंट आवेदन

- किन्नो रस उद्योग अपशिष्ट से समृद्ध आहार फाइबर खाद्य पाउडर के विकास के लिए एक हरी रणनीति और इसके उपयोग, पेटेंट आवेदन संख्या 201911017743
- लिमिन नैनोकैरियर्स और उनके कार्यात्मक गुणों के मूल्यांकन को संश्लेषित करने के लिए एक सुस्पष्ट, हरी और उच्च उपज प्रक्रिया, पेटेंट आवेदन संख्या 201911011852
- एग्री-बायोमास व्युत्पन्न लिमिन आधारित हरी धातु ऑक्साइड नैनोकम्पोजिट यूवी सुरक्षात्मक, रोगाणुरोधी और फोटोकैटलिटिक अनुप्रयोगों के लिए, पेटेंट आवेदन संख्या 201811048498
- गुलाब ऑक्साइड और गुलाब ऑक्साइड के उत्पादन की प्रक्रिया के साथ सिट्रोनेला आवश्यक तेल की खुशबू में सुधार की प्रक्रिया , पेटेंट आवेदन संख्या 201611009275
- कर्क्यूमिन फोर्टिफाइड मट्टा प्रोटीन पाउडर, पेटेंट आवेदन संख्या 201911037518
- फल या सब्जी के पौधों, पौधों के हिस्सों और उनके अर्क और अवशेषों से लगभग शून्य कैलोरी मीठे चीनी के उत्पादन के लिए एक प्रक्रिया, और उसी का उपयोग, पेटेंट आवेदन संख्या 201611003411
- स्टार्च बायोमास से प्रतिरोधी स्टार्च के उत्पादन के लिए एक तरीका है जो एक हॉट स्प्रिंग मेट्रोमोम से एक नवीन टाइप 1 पुलुलनेज को नियोजित, पेटेंट आवेदन संख्या 202011013475
- गामा-एमिनोब्यूटाइरेट (गाबा) के उत्पादन के लिए एक विधि एक नवीन ग्लूटामेट डेकार्बॉक्साइलेज (जीएडी) जीन का उपयोग, पेटेंट आवेदन संख्या 201911030305
- एक नवीन क्षारीय सहिष्णु पेक्टेट लाइसेज को नियोजित देने वाले प्लांट बायोमास के कुशल रीटिंग और बायोस्कोपिंग के लिए एक प्रक्रिया, पेटेंट आवेदन संख्या 201911030029

- Kumar, S., Sharma, S., Kansal, S. K., & Elumalai, S. 2020. Efficient Conversion of Glucose into Fructose via Extraction-Assisted Isomerization Catalyzed by Endogenous Polyamine Spermine in the Aqueous Phase. *ACS omega*, 5(5), 2406-2418.
- Manisha Thakur, Amita Sharma, Vishakha Ahlawat, Munna Bhattacharya, Saswata Goswami. 2020. "Process optimization for the production of cellulose nanocrystals from rice straw derived α -cellulose" *Materials Science for Energy Technologies*, 3, 328-354.
- Munna Bhattacharya, Saswata Goswami. 2020. "Microalgae – A green multi-product biorefinery for future industrial prospects" *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 25, 101580.
- From NanoforAgri 2019 based papers in the book "Agricultural and Environmental Nanotechnology: Innovations and Perspectives", being published from Cambridge Publishers "Value Additive Strategies towards Secondary Agro-waste utilization: The Contribution to Global Bioeconomy and Green Environment" Saswata Goswami, Amita Sharma, Manisha Thakur, Anjana, Harshdeep Rana.
- For the book – "Biopolymer-based nanofilm: Technology and applications" being published from Elsevier. Book Chapter: "Pullulan films and natural compounds: applications and perspectives". Saswata Goswami, Amita Sharma, Anjana, Munna Bhattacharya.

Patents Filed/Granted

- 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.
- A Facile, green and high yielding process to synthesize lignin nanocarriers and evaluation of their functional properties thereof, Patent File No. 201911011852.
- Agri-biomass derived lignin based green metal oxide nanocomposites for UV protective, antimicrobial and photocatalytic applications, Patent File No. 201811048498.
- A Process of fragrance improvement of citronella essential oil by its enrichment with rose oxide and a process of production of rose oxide and uses thereof, Patent File No. 201611009275, Patent Grant no. 323241,
- Curcumin fortified whey protein powder, Application No. 201911037518.
- A process for the production of nearly zero calorie sweet sugar from fruit or vegetable plants, plant parts and their extracts and residues, and uses of the same, Patent File No. 201611003411, Patent Grant no. 333203.
- A method for the production of resistant starch from starch biomass employing a novel type-1 pullulanase from a hot spring metagenome, Patent File No. 202011013475.
- A method for the production of gamma-aminobutyrate (GABA) using a novel glutamate decarboxylase (GAD) gene, and uses thereof, Patent File No. 201911030305.
- A process for efficient retting and bioscouring of plant biomass employing a novel alkaline tolerant pectate lyase, Patent File No. 201911030029.

बाहया अनुदान और फंडिंग
Extramural Grants and Fundings

बाह्य अनुदान और फंडिंग 2019-20

- कंसल्टेंसी रिसर्च प्रोजेक्ट 'सी-शुगर्स रेजिन-आधारित कैटालर्स के लिए बायोमास-डिराइव्ड ग्लाइकोलाडिहाइड के चयनात्मक परिवर्तन' का हकदार है, हल्दोर टोपसो, डेनमार्क (5.25 लाख) छह महीने के लिए बढ़ाया - चल रहा है (मार्च 2020)
- एग्रो-बायोमास व्युत्पन्न लिपिन आधारित कम-लागत, पानी प्रतिरोधी, स्वयं-सफाई वाले नैनोफिल्म डीएसटी-एग्रोटेक अनुदान, 60 लाख (INR), बजट स्वीकृत (2020-2022)
- जैव ईंधन और कृषि उत्पादों के सतत उत्पादन के लिए कृषि अवशेषों के एकीकृत बायोप्रोसेसिंग के लिए ब्रिक्स प्रौद्योगिकी मंच (परियोजना समन्वयक और पीआई; डीएसटी, जीओआई : 50 लाख)
- एसईआरबी द्वारा प्रारंभिक कैरियर रिसर्च अवार्ड परियोजना (2017-2020): थर्मो-एंसिडिक डी-साइकोस 3-एपिमेरेज़ के विकास के लिए प्रोटीन इंजीनियरिंग और जीन खनन रणनीति, कार्यात्मक उत्पाद बनाने में उपयोगी। अनुदान- ₹ 48.41 लाख
- डीबीटी परियोजना (2017-2019) द्वारा आईबीएसडी-सीईएबी भागीदारी परियोजना:सिक्किम हिमालय के उच्च ऊंचाई वाले क्षेत्र के चरम नीचेस 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 रासायनिक विशेषज्ञों की पहचान। अनुदान- ₹ 43.0 लाख
- डीबीटी परियोजना (2017-2020):मीठे शर्बत से कार्यात्मक उत्पाद के उत्पादन का एक नवीन दृष्टिकोण। अनुदान- ₹ 83.81 लाख
- माइक्रोबियल किण्वन प्रौद्योगिकी के मूल चरण से कैरोटीनॉयड की प्रक्रिया का विकास: एकोई लाइफ स्पेक प्राइवेट लिमिटेड, चेन्नई, ₹ 30 लाख (लगभग)
- मूल्यवर्धित उत्पाद विकास के लिए चावल के अवशेषों का उपयोग (सीईएबी फ्लैगशिप प्रोजेक्ट; डीबीटी, जीओआई से 4.23 करोड़)
- पंजाब के कंडी क्षेत्र में ग्रामीण बायोटेक नवाचार और अनुप्रयोग केंद्र (RBIAC) की स्थापना: 1.6 करोड़ डीबीटी, जीओआई
- पंजाब में माध्यमिक कृषि/खाद्य प्रसंस्करण उद्यमी नेटवर्क की स्थापना: 2.3 करोड़ बाईरक डीबीटी, जीओआई
- ताजा उत्पादन आपूर्ति श्रृंखला और भंडारण प्रणालियों का विकास और अनुकूलन (न्यूटन-भाभा प्रोजेक्ट डीबीटी, भारत सरकार से 50 लाख)
- चावल मिलिंग को बढ़ाया और चावल मिलिंग सह-उत्पाद का अधिकतम मूल्यांकन किया (न्यूटन-भाभा प्रोजेक्ट डीबीटी, जीओआई से 40 लाख)
- इंडो-स्वीडन प्रोजेक्ट : चावल के भूसे और अन्य कृषि-बायोमास से उच्च ऊर्जा घनत्व के उत्पादन के लिए प्रौद्योगिकी का विकास और सत्यापन।(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)
- बायोप्लास्टिक्स के लिए डाउनस्ट्रीम डाइकारबॉक्सिलिक एसिड- प्रेकर्स में एग्रो अवशेष का परिवर्तन- नैनोकणों के साथ एनकोलेटेड जिओलाइट्स (इसीआरए योजना के तहत एसईआरबी - डीएसटी द्वारा स्वीकृत (33 लाख)
- लिग्नेसेलुलोजिस बायोमास के कुशल वलओरिजाशं के लिए इंजीनियरिंग प्रकाश संश्लेषक नैनोकण इसीआरए योजना के तहत एसईआरबी - डीएसटी द्वारा स्वीकृत (44 लाख रुपये)
- प्रारंभिक कैरियर अनुसंधान (ईसीआर / 2016/001237) - एसईआरबी (डीएसटी) अनुदान "मूल्य वर्धित पोषाहार उत्पादों के लिए किन्नो जूस उद्योग का रसायन-एंजाइमेटिक प्रसंस्करण" 24 मार्च, 2017 से शुरू (45.42 लाख रुपये)।
- डीएसटी: ब्रिक्स परियोजना जैव ईंधन और कृषि उत्पादों के सतत उत्पादन के लिए कृषि अवशेषों के एकीकृत बायोप्रोसेसिंग के लिए ब्रिक्स प्रौद्योगिकी मंच कुल बजट: 40 लाख

Extramural Grant and Funding details during 2019-20

- Consultancy Research Project entitled 'Selective Transformation of Biomass-Derived Glycolaldehyde to C4-Sugars Resin-based Catalysts' with Haldor Topsoe, Denmark (5.25 Lakhs) – extended for six months - ongoing (March 2020).
- Agro-biomass derived lignin based low-cost, water-resistant, self-cleaning nanofilms. DST-Agrotech grant, 60 lakhs (INR), budget sanctioned (2020-2022).
- BRICS Technology Platform for integrated bioprocessing of agriculture residues for eco sustainable production of biofuels and by-products (Project Coordinator and PI; 50 lakhs from DST, GoI)
- Early Career Research Award project by SERB (2017-2020): Protein engineering and gene mining strategies for the development of thermo-acidic D-psicose 3-epimerase, useful in generating functional products. Grant- Rs. 48.41 lakhs.
- IBSD-CIAB Partnership project by DBT (2017-2019): 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. Grant- Rs. 43.0 lakhs.
- DBT project (2017-2020): A novel approach of production of functional product from sweet sorghum. Grant- Rs. 83.81 lakhs.
- Process Development of Carotenoids from the basic stage of Microbial Fermentation Technology”, Funded by By Accord Life Spec Pvt. Ltd., Chennai, for Rs. 30 lakhs (Approx.), status approved.
- 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 DBT, GOI).
- Enhanced rice milling and maximised valorisation of rice milling co-product (Newton-Bhabha Project Rs. 40 lakhs from BDT, GOI).
- 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. 4.5 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).
- Early Career 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



SSPJ & Co.
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, 2020, 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, 2020 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 made the provision for Leave encashment and gratuity for Rs. 8,24,432 and Rs. 6,45,568 respectively at the end of the year which is not in compliance of Accounting Standard-15 "Accounting for Retirement Benefits" issued by Institute of Chartered Accountants of India (Refer Para K of Accounting Policies).*

Place: Mohali
Dated: 27.08.2020

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

(CA Suresh Kumar Goyal)
Partner
Membership No 099279
UDIN:- 20099279AAAAACH2348



- **Delhi Office:** 105, Roots Tower, Plot No. 7, Laxmi Nagar District Centre, Laxmi Nagar, Delhi-110092
- **Chandigarh Office:** Third Floor, SCO 210-211, Sector 34 A, Chandigarh-160022
- **Landline:** 0172-5002611 | Email: suresh@spjca.in | Web: www.spjca.in
- **Office also at:** Ahmedabad, Mumbai, Faridabad, Noida and Bathinda

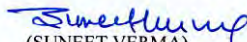
FORM OF FINANCIAL STATEMENTS (NON PROFIT ORGANIZATION)
CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING
(FORMERLY BIO PROCESSING UNIT)

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

BALANCE SHEET AS AT 31st MARCH 2020

(Amounts in Rs.)

CORPUS/CAPITAL FUND AND LIABILITIES	Schedule	Current Year	Previous Year
Corpus/Capital Fund	1	57,84,30,193	55,06,19,800
Reserves and Surplus	2	1	1
Earmarked / Endowment/ Project Grants	3	3,07,04,525	3,93,32,722
Secured Loans and Borrowings	4	-	-
Unsecured Loans and Borrowings	5	-	-
Defferred Current Liabilities	6	-	-
Current Liabilities and Provisions	7	1,74,08,195	1,69,44,181
TOTAL		62,65,42,914	60,68,96,704
ASSETS	Schedule	Current Year	Previous Year
Fixed Assets	8	47,81,61,380	45,39,60,168
Investments- from Earmarked/Endowment funds	9	-	-
Investments - Others	10	-	-
Current Assets, Loans & Advances etc.	11	14,83,81,534	15,29,36,536
TOTAL		62,65,42,914	60,68,96,704
Significant Accounting Policies	24		
Contingent liabilities and notes on accounts	25		

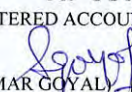

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

Dated: 27/08/2020

Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेषी एय अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

For S S P J & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279




FORM OF FINANCIAL STATEMENTS (NON-PROFIT ORGANISATIONS)
CENTER OF INNOVATIVE & APPLIED BIOPROCESSING
(FORMERLY BIOPROCESSING UNIT)
Knowledge City, Sector 81, PO Manauli, SAS Nagar, Mohali

INCOME AND EXPENDITURE ACCOUNT
FOR THE YEAR ENDED 31st MARCH 2020

(Amount in Rs.)

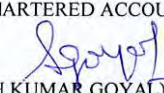
INCOME	Schedule	Current Year	Previous Year
Income from Sales/Services	12	-	-
Grants in aid /subsidies	13	7,17,00,000	7,52,00,000
Fees/subscriptions	14	-	-
Income from Investments (Income on investment from earmarked/endowment funds transferred to funds)	15	-	-
Income from Royalty, Publication etc.	16	-	-
Interest Earned	17	61,67,807	52,03,748
Other Income	18	24,35,340	27,07,767
Increase/decrease in stock of finished goods & work-in-progress	19	-	-
TOTAL(A)		8,03,03,147	8,31,11,515
EXPENDITURE	Schedule	Current Year	Previous Year
Establishment Expenses	20	2,31,88,118	2,10,93,124
Other Administrative Expenses	21	3,51,89,410	2,83,85,614
Research & Development Expenditure (Incl. Grants, Subsidies etc)	21A	2,13,51,896	2,29,65,049
Expenditure on grants, Subsidies etc.	22	-	-
Interest	23	-	-
Depreciation	8	6,26,37,372	5,41,54,209
TOTAL(B)		14,23,66,796	12,65,97,996
Balance (+)surplus/ ((-)-deficit) (A-B)		-6,20,63,649	-4,34,86,481
Deficit carried to Schedule-7 (Payable to Government)			
Balance being surplus/ (deficit) carried to Capital Fund (Schedule 1)		-6,20,63,649	-4,34,86,481
Significant Accounting Policies	24		
Contingent liabilities and notes on accounts	25		

For SSPJ & CO.
 CHARTERED ACCOUNTANTS


 (SUNEET VERMA)
 MANAGER FINANCE
 Dated: 27/08/2020
 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. AMULYA K. PANDA)
 CHIEF EXECUTIVE OFFICER
 डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
 मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
 नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
 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


 (CA SURESH KUMAR GOYAL)
 PARTNER
 Membership No. 099279

UDIN :- 20099279AAAACH2348



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 31.03.2020

(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	2,21,09,403	2,07,76,627
i) In current accounts			(b) Administrative Expenses		
ii) In deposit Accounts	13,32,15,651	9,82,10,533	(i) Travelling & conveyance expenses	6,88,220	3,52,062
iii) In Savings Accounts	49,70,902	15,46,257	(ii) Postage, Telephone & communication charges	3,22,795	4,08,795
II. Grants Received			(iii) Office and Admn Expenses	5,12,128	6,81,738
(i) Capital Grant	6,00,00,000	5,00,00,000	(iv) Advertisement & Publicity	9,00,842	8,80,745
(ii) Revenue Grant	7,17,00,000	7,52,00,000	(v) Repair & Maintenance	17,61,055	10,51,653
III. Other Incomes and receipts			(vi) Printing & stationery	6,70,551	4,91,447
a) Tender Fees	74,474	86,619	(vii) Manpower - Outsourcing	95,76,430	86,79,094
b) Ph. D Fee	91,540	1,27,360	(viii) Fees & Honorarium	6,29,633	2,14,000
c) RTI Fee	502	302	(ix) Electricity & Water charges	90,85,480	77,65,674
d) Interest received	56,86,012	53,33,343	(x) Workshop/Seminar Expenses	13,95,454	2,72,982
e) Overhead income from extra mural projects	4,21,695	12,14,874	(xi) Vehicles Running & maintenance	2,81,822	3,96,418
f) Income from Sample analysis	36,100	9,500	(xii) CMCs/AMCs General	22,28,581	7,65,613
g) Rental Income	13,56,851	9,00,172	(xiii) Watch & Ward Expenses	14,57,897	19,78,408
h) Technology Transfer	1,34,325	-	(c) Research and Development Expenditure		
i) Training Fee	4,57,785	84,575	(i) Chemicals & Consumables	1,03,81,194	1,44,36,781
j) Others (Misc.)	79,006	59,884	(ii) Fellowship and Stipend	72,73,759	54,42,361
(k) External projects and fellowships (Including interest earned)	1,67,17,980	3,54,10,554	(iii) Computer Software & Accessories	13,82,252	7,14,853
(l) Earnest Money Deposits		3,48,750	(iv) Research Work Expenses	13,36,344	18,96,322
(m) Security Deposits		4,77,950	(v) Patent Filing Expenses	1,86,466	31,840
(n) Caution Money deposited by students	5,000	20,000	(vi) Research publication expenses	86,993	22,297
(o) Staff Welfare fund	36,816	32,073	(vii) Sequencing Expenses	-	1,52,220
(p) TDS refund received from IT Dept.	40,410		(viii) Recognition Fee & Membership fee	6,00,000	2,000
(q) Refund of service tax	34,52,779		II. Expenditure on Fixed Assets & Capital Work-in-Progress		
			(a) Purchase of Fixed Assets		
			(i) Library Books	-	2,59,600
			(ii) Scientific Equipments & Accessories	4,93,13,544	2,54,42,826
			(iii) Computers and Peripherals	4,80,739	25,14,974
			(iv) Office Equipments	1,90,791	99,515
			(v) Office & Guest House Furniture	4,01,969	6,56,675
			(b) Expenditure on Main Campus Building		
			(i) Development of main campus	16,84,822	72,27,775
			III. Other Project Payments		
			(iii) External projects and fellowships	2,49,71,700	2,72,60,898
			IV. Other Payments		
			(i) Interest refunded to CFI	52,03,748	-
			(ii) TDS refund receivable from IT Dept.	1,000	-
			(iii) Earnest Money Deposits	80,950	-
			(iv) Security Deposits	6,43,078	-
			V. Closing Balance		
			a) Cash in Hand		
			b) Bank Balances		
			i) In Current Accounts		
			ii) In Deposit Accounts	13,68,39,340	13,32,15,651
			iii) In Savings Accounts	57,98,849	49,70,902
Grand Total	29,84,77,828	26,90,62,746	Grand Total	29,84,77,828	26,90,62,746

For S S P J & CO
CHARTERED ACCOUNTANTS

(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279

UDIN:-20099279AAAACH2348

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE
Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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

(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमृत्यु क. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

FORM OF FINANCIAL STATEMENTS (NON-PROFIT ORGANISATIONS)
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 31.03.2020

SCHEDULE-1
CORPUS/CAPITAL FUND

(Amount in Rs.)


Particulars	Current Year	Previous Year
Balance as at the beginning of the year	55,06,19,800	54,41,06,276
Add : Contributions towards corpus/capital fund	6,00,00,000	5,00,00,000
Add : Fixed Assets Created out of Project Grants	2,98,74,041	5
Less/(Deduct) : balance of net expenses transferred from the income & expenditure a/c	-6,20,63,649	-4,34,86,481
BALANCE AS AT THE YEAR -END	57,84,30,193	55,06,19,800

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

Dated: 27/08/2020
 Place: Mohali

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

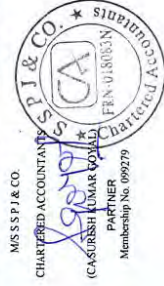

 (DR. AMULYA K. PANDA)
 CHIEF EXECUTIVE OFFICER
 डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
 मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
 नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र
 Center of Innovative and Applied Bioprocessing
 जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
 Department of Biotechnology, Govt. of India
 सेक्टर - 81 (नॉलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
 मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India


 (CA SURESH KUMAR GOYAL)
 PARTNER
 Membership No. 099279



SCHEDULE 03- EARMARKE/ENDOWMENT / PROJECT GRANTS

Sr. No.	Project Name	Additions			TOTAL (a+b+c)	Utilisation expenditure					Net Balance as on 31.03.2020				
		a) Opening balance as on 01.04.2019	b) Additions during the Year	c) Accrued Interest/ Recd. on Investment		Refund	TOTAL	Chemical & Consumable	Fellowships	i) Capital Expenditure		Overhead Exp	Contingency Expt/rev etc		
1	Innovative and Bio-technology of Technologies for Improved Production and Enhanced shelf life of Tomato and Onion (GAE-105)	15,633.00			15,633.00										15,633.00
2	Transformation of agro residue rice straw - into downstream products for the production of bioplastics - with microalgae based bioreactors (GAE-106)	84,039.00	12,01,030.00	12,795.00	12,97,864.00		4,26,800.00				1,81,386.00			47,277.00	6,55,463.00
3	Protein engineering and gene mining strategies for the development of thermo-stable 3-oxopantase, useful in the production of bioplastics (GAE-108)	-28,072.00	9,00,000.00	9,735.00	8,81,663.00	74,550.00	4,06,157.00				3,74,485.00			2,000.00	8,81,663.00
4	Chemio-Enzymatic Processing for the Bio-based Industry for Value Added Nutritional Products (GAE-109)	2,12,642.00	10,11,320.00	21,884.00	12,45,846.00		3,35,271.00				5,43,137.00			30,196.00	8,78,408.00
5	Structural and Functional characterization of microgenin of sweet sorghum (GAE-11)	2,75,394.00			2,75,394.00		2,23,790.00				4,78,373.00			50,864.00	2,75,394.00
6	A novel approach of production of functional products from regenerative Photocatalytic Nanoparticles for Efficient and Sustainable Production of Bio-based Polymers (GAE-12)	22,07,252.00	9,86,173.00	22,901.00	32,16,326.00	15,76,290.00	8,10,968.00				4,78,373.00			50,864.00	29,16,495.00
7	Developing & Optimization of Fresh Produce Supply chain and storage Systems (GAE-13)	5,90,227.00	3,88,190.00	14,502.00	9,92,919.00		4,20,965.00				81,988.00			27,676.00	5,29,729.00
8	Developing & Optimization of Fresh Produce Supply chain and storage Systems (GAE-13)	13,62,127.00	8,25,707.00	26,086.00	22,13,920.00	6,45,636.00	5,11,555.00				1,95,440.00			69,146.00	14,21,777.00
9	Protein Engineering for the production of novel protein bioplastics based on poly (lactide) and lignane for various food applications (GAE-14)	14,26,250.00	61,8,315.00	36,006.00	20,80,571.00	8,29,725.00	3,73,843.00				2,12,700.00			27,718.00	7,96,354.00
10	Setting up of Secondary Agriculture Food Processing Unit for the production of value added products (GAE-15)	1,24,96,800.00	20,17,000.00	1,97,305.00	1,47,11,105.00	17,612.00	12,04,647.00				2,89,279.00			29,400.00	15,40,938.00
11	Setting up of Food Processing Unit for the production of value added products (GAE-15)	31,18,940.00		1,48,098.00	32,67,038.00		3,00,000.00				39,051.00			5,655.00	3,44,706.00
12	Utilization of Rice Residues for Value Added Product (GAE-16)	1,41,79,120.00		3,36,951.00	1,45,16,071.00	10,23,823.00	16,73,665.00				51,64,561.00			85,465.00	79,47,514.00
13	BRUS technology platform for integrated bioprocessing of agriculture residues for eco-sustainable production of biobeds and bio-moisture (GAE-17)		16,27,683.00	36,178.00	16,63,861.00		5,15,334.00				55,804.00			31,353.00	7,33,312.00
14	Agreement for co-synthesis Research project (Transformation of biomass-derived glycolaldehyde using chemocatalysis)		10,84,335.00		10,84,335.00		3,32,794.00				3,62,775.00			17,561.00	9,32,301.00
15	565 Petrus Private Limited, Hyderabad	10,00,000.00			10,00,000.00										
16	National Post Doc Fellows	2,49,554.00			2,49,554.00										
17	DBT JRF/DBT Fellowship	99,975.00	49,921.00		1,49,896.00		1,22,715.00				1,74,530.00			2,230.00	2,99,475.00
18	DBT INSPIRE JRF/DBT Fellowship	48,000.00	7,45,985.00		7,93,985.00		6,95,903.00				8,05,903.00			2,38,103.00	7,38,103.00
19	ICDR Fellowship		16,87,846.00		16,87,846.00		17,35,846.00				21,865.00			9,20,443.00	9,20,443.00
20	ICDR Fellowship		3,66,717.00		3,66,717.00		3,50,050.00				16,667.00			3,66,717.00	3,66,717.00
21	ICSP Fellowship	34,841.00	22,00,000.00		22,00,000.00		8,79,032.00				1,37,660.00			22,00,000.00	22,00,000.00
	Total	3,93,32,722.00	1,48,55,639.00	8,62,441.00	5,60,50,702.00	41,67,636.00	1,04,81,169.00				83,55,234.00			4,42,543.00	2,11,78,541.00



M/S S S P J & CO.

CHARTERED ACCOUNTANTS

(CA SURBH KUMAR VOHRA)

PARTNER

Membership No. 099279

DR. AMULYA K. PANDA
 CHIEF EXECUTIVE OFFICER
 मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
 नवोन्मेष एवं अनुसंधान जैव-प्रसंस्करण केंद्र
 Center of Innovative & Applied Bioprocessing
 जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
 Department of Biotechnology, Govt. of India
 सैक्टर - 81 (मॉडेल सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
 मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India

Suneet Verma
 MANAGER FINANCE
 Date: 27.03.2020
 Place: Mohali

Suneet Verma / सुनील वर्मा
 Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
 Center of Innovative & Applied Bioprocessing
 नवोन्मेष एवं अनुसंधान जैव-प्रसंस्करण केंद्र
 Dept of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
 Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

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	-	-


(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

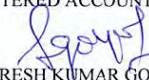
Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

डॉ. अमृत्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

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


(CA SURESH KUMAR GOVAL) & CO.
PARTNER
Membership No. 099279



SCHEDULE-6
DEFERRED CREDIT LIABILITIES

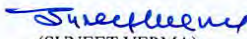
(Amount in Rs.)

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	38,38,168	16,19,858
b) For Securities	3,55,218	9,98,296
c) Earnest Money Deposit	18,04,000	18,84,950
d) Caution Money deposited by students	25,000	20,000.00
e) Staff Welfare fund	68,889	32,073.00
2. Interest accrued but not due on:		
a) Secured Loans/Borrowings		
b) Unsecured Loans/Borrowings		
3. Statutory Liabilities		
a) TDS Payable	2,47,381	2,74,500
b) GST Payable	21,180	17,968
b) Punjab Development Tax	2,400	3,600
4. Other Current Liabilities		
a) Manpower (Salary) Payable	24,12,436	24,20,816
i) NPS contribution	2,72,074	2,93,010
b) Other Expenses Payable	11,69,259	41,75,362
c) Interest refundable to CFI	57,22,190	52,03,748
TOTAL(A)	1,59,38,195	1,69,44,181
B) PROVISIONS		
1. Gratuity	6,45,568	-
2. Superannuation/Pension	-	-
3. Leave Encashment	8,24,432	-
TOTAL(B)	14,70,000	-
C) Amount transferred from General Reserve- Opening Balance		-
D) Surplus being payable to Government - Opening Balance	-	
Less- Loss of current year		
TOTAL(A+B)	1,74,08,195	1,69,44,181

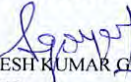

(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

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


(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279



SCHEDULE-8
FIXED ASSETS

Sl. No.	Description	Depreciation Rate	GROSS BLOCK					DEPRECIATION			NET BLOCK			
			Cost/ Valuation as at beginning of the year	Additions during the year	Deduction during the year	Cost/ Valuation at the year end	As at the beginning of the year	Depreciation during the year	Total at the year end	As at the Current Year End	As at the Previous Year End			
A	Fixed Assets Procured from Govt. Grants													
I	LAND		1,04,19	UPTO 30.09.19	AFTER 30.09.19	2019-20	31.03.20	1,04,19	2019-20	31.03.20	31.03.20	31.03.19		
II	BUILDINGS													
	a) On Leased Land	10%	43,46,10,336	6,86,438	66,09,634	-	44,19,66,408	7,70,84,657	3,61,54,692	11,32,39,349	32,87,27,059	35,75,35,679		
	b) On Owned Land	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	c) Ownership Premises	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	d) Other Superstructures	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
III	PLANT, MACHINERY & EQUIPMENT													
	Equipments	15%	11,63,65,749	1,84,87,941	2,84,30,891	-	16,32,84,581	3,87,11,989	1,65,53,572	5,52,65,561	10,80,19,020	7,76,53,760		
IV	Vehicles	15%	17,37,666	-	-	-	17,37,666	7,71,809	1,44,879	9,16,688	8,20,978	9,65,857		
V	Furniture & Fixtures	10%	1,60,49,938	3,18,439	83,530	-	1,64,51,907	38,24,480	12,38,566	50,53,046	1,13,68,861	1,22,25,438		
VI	Computers/Peripherals	40%	1,03,13,464	4,56,839	23,900	-	1,07,94,203	59,11,852	19,48,160	78,60,012	29,34,191	44,01,612		
VII	Library Books	40%	5,94,473	-	-	-	5,94,473	3,71,105	89,347	4,60,452	1,34,021	2,23,368		
VIII	Office Equipments	10%	11,86,000	1,38,600	52,191	-	13,76,791	2,32,612	1,11,808	3,44,420	10,32,371	9,53,388		
	TOTAL OF CURRENT YEAR (A)		88,08,57,627	2,00,88,257	3,52,00,146	-	63,62,06,030	12,69,08,504	5,62,61,024	18,31,69,528	45,30,36,502	45,39,49,123		
B	Fixed Asset Created from Projects Grants:													
	Equipments	15%	10	2,79,31,295	19,03,198	-	2,98,34,503	-	63,51,038	2,34,83,465	-	10		
	Furniture & Fixtures	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	Computers/Peripherals	40%	-	18,768	-	-	18,768	-	12,011	12,011	6,757	-		
	Library Books	40%	-	20,780	-	-	20,780	-	13,299	13,299	7,481	-		
	Office Equipments	10%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		
	TOTAL OF FIXED ASSETS PROCURED FROM PROJECTS (B)		10	2,79,70,843	19,03,198	-	2,98,74,051	-	63,76,348	63,76,348	2,34,97,703	10		
	TOTAL (A+B)		88,08,57,637	4,80,59,100	3,71,63,344	-	66,60,80,081	12,69,08,504	6,26,37,372	18,95,45,876	47,65,34,205	45,39,49,133		
XI	PREVIOUS YEAR													
	a) Expenditure on Assets/Fixed Assets													
	b) Expenditure on Plant Activities													
	TOTAL OF PREVIOUS YEAR													
XII	CAPITAL WORK-IN-PROGRESS													
	a) Main Campus At Sec 81													
	d) Equipment		11,035	-	16,27,175	-	16,27,175	-	-	-	16,27,175	11,035		
	TOTAL OF CURRENT YEAR (CWIP) (B)		11,035	-	16,27,175	-	16,27,175	-	-	-	16,27,175	11,035		
	TOTAL (A+B)		88,08,68,672	4,80,59,100	3,87,90,519	-	66,77,07,256	12,69,08,504	6,26,37,372	18,95,45,876	47,81,61,380	45,39,60,168		



(DR. AMULYA K. PANJABI)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमूल्य कु. पंजाबी / Dr. Amulya K. Panuja
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रौद्योगिकी केंद्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार

Suneet Verma / सुनीत वर्मा
(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE
Date: 27/08/2020
Place: Mohali
Suneet Verma (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रौद्योगिकी केंद्र
Govt of India / भारत सरकार
Dept. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071

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	-	-


(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

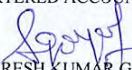
Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

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


(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER


Membership No. 099279-



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	13,68,39,340	13,32,15,651
-On Savings accounts		
(i) State Bank of India A/c	57,98,849	49,70,902
TOTAL(A)	14,26,38,189	13,81,86,553
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	22,577	23,072
e) Others(specify)		
(i) TDS Receivable	1,64,183	2,03,593
(ii) M/s Eurofins Genomics	1,690	-
(iii) Deposit with PMC	40,27,080	1,31,51,109
(iv) Bioprocessing India Conference		91,900
(v) Booninisa, Thailand		29,857
(vi) Director INST	1,06,414	3,20,640
(vii) M/s Enzyme Biosciences Pvt. Ltd.	9,794	
3. Income accrued:		
a) on investments from earmarked/endowment funds		
b) on Investments		
c) on loans & advances		
d) on Fixed Deposits with bank	13,95,607	9,13,812
e) on Savings Bank Account		
4. Claims Receivable	-	-
TOTAL(B)	57,43,345	1,47,49,983
TOTAL(A+B)	14,83,81,534	15,29,36,536



(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

M/S SSPJ & CO.
CHARTERED ACCOUNTANTS


(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279



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	7,17,00,000	7,52,00,000
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	7,17,00,000	7,52,00,000

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	-	-


(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

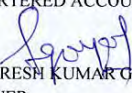
Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

11 of 19

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


(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279




SCHEDULE-16
INCOME FROM ROYALTY/PUBLICATIONS, ETC.

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


SCHEDULE-17
INTEREST EARNED

Particulars	(Amount in Rs.)	
	Current Year	Previous Year
1. On Term Deposits		
a) With Scheduled Banks (including accrued interest):	59,19,188	50,29,108
b) With Non-Scheduled Banks:		
2. On Savings Accounts:		
a) With Scheduled Banks:	2,43,771	1,74,640
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	4,848	-
TOTAL	61,67,807	52,03,748


(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

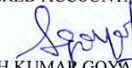
Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सेक्टर - 81 (मॉलेज 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



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	74,474	91,540
b) Ph. D Fee	91,540	1,27,360
c) RTI Fee	502	302
d) Overhead income from extra mural projects	4,21,695	12,14,874
e) Income from Sample analysis	36,100	9,500
f) Rental Income	11,39,913	11,19,732
g) Technology Transfer	1,34,325	-
h) Training Fee	4,57,785	84,575
i) Others (Misc.)	79,006	59,884
TOTAL	24,35,340	27,07,767

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)	-	-



(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

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


(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279



SCHEDULE-20
ESTABLISHMENT EXPENSES

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Manpower Salaries, Wages and Allowances	2,17,18,118	2,10,93,124
2. Provision for Gratuity and leave encashment	14,70,000	
TOTAL	2,31,88,118	2,10,93,124

SCHEDULE-21
OTHER ADMINISTRATIVE EXPENSES ETC.


(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Travelling & conveyance expenses	6,88,220	3,52,062
2. Postage, Telephone & communication charges	3,40,495	3,85,381
3. Office & Admn Expenses	5,10,172	6,64,814
4. Advt. & publicity	9,01,780	4,58,951
5. Repair & Maintenance	17,61,055	10,51,653
6. Printing & stationery	6,70,807	4,91,447
7. Outsourcing	99,04,091	85,07,102
8. Fees & Honorarium	6,29,633	2,14,000
9. Electricity & Water charges	86,41,730	77,80,735
10. Workshop/Seminar Expenses	14,87,354	2,72,982
11. Vehicles Running & maintenance	2,81,822	3,71,901
12. CMCs/AMCs General	22,28,342	7,67,459
13. Watch & Ward Expenses	14,57,897	18,63,379
14. Interest earned refundable to CFI	56,86,012	52,03,748
TOTAL	3,51,89,410	2,83,85,614

SCHEDULE-21 A
RESEARCH & DEVELOPMENT EXPENDITURE (INCL. GRANTS AND SUBSIDIES ETC.)

(Amount in Rs.)

Particulars	Current Year	Previous Year
1. Chemical & Consumables	1,02,36,290	1,45,90,963
2. Fellowships & Stipend	74,68,597	54,46,815
3. Computer Software & Accessories	13,82,252	7,14,853
4. Plantation & Horticulture Expenses	13,91,298	20,04,061
5. Patent Filing Fee	1,86,466	31,840
6. Research Publication Expenses	86,993	22,297
7. Sequencing Services	-	1,52,220
8. Recognition fee & Membership fee	6,00,000	2,000
TOTAL	2,13,51,896	2,29,65,049



(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

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


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER
डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

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


(CA SURESH KUMAR GOYAL)
PARTNER
Membership No. 099279



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	-	-


(SUNEET VERMA)
MANAGER FINANCE

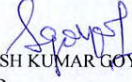
Dated: 27/08/2020
Place: Mohali

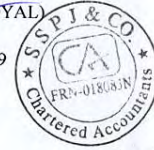
Suneet Verma / सुनीत वर्मा
Manager (Finance) / प्रबंधक वित्त
Center of Innovative & Applied Bioprocessing
नवोन्नेय एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केन्द्र
Govt. of India / भारत सरकार
Deptt. of Biotechnology / जैवप्रौद्योगिकी विभाग
Mohali, Punjab / मोहाली, पंजाब-160071


(DR. AMULYA K. PANDA)
CHIEF EXECUTIVE OFFICER

डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्नेय 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

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


(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 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 2020 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. As per the advice of the audit, the Fixed Assets created out of the external funded projects/fellowships have also been taken at cost of acquisition inclusive of inward freight, duties and taxes and incidental and direct expenses related to acquisition 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 including fixed assets created out of projects have been charged as per the rate prescribed in the Income Tax Act-1961 on written down value method. The depreciation on fixed assets created out of project has been charged from the date of its acquisition, during the year 2019-20.

F) MISCELLANEOUS EXPENDITURE

There is no deferred revenue expenditure during 2019-20.

G) ACCOUNTING FOR SALES

Being an Institution there is no sales during the year under consideration.

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 2019-20, recurring grants amounting to Rs.7,17,00,000/- has been received for the purpose as shown in schedule-13. Non-recurring Grants amounting to Rs. 6,00,00,000/- have been shown as addition to Corpus/ Capital Fund (schedule-I).

Interest earned on Govt. Grant amounting to Rs. 57,22,190/- (Rs. 56,86,012/- of core grant and Rs.36,178/- of project grant) 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, 2020 pertaining to FY 2019-20, 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 2019-20, 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.

Provision of Gratuity and leave encashment amounting to Rs. 6,45,568 and Rs. 8,24,432 respectively has been made in the books of account during the year 2019-20 as per the Finance Committee approval in 9th meeting held on 21-08-2019.

For Center of Innovative & Applied Bioprocessing


Manager Finance

Dated: 27/08/2020

Place: Mohali

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


Chief Executive Office
डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
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

For S S P J & CO.
Chartered Accountants

(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 2019-20. It is virtually a copy of Cash Book/Institute's accounts. The total receipt as shown in Receipt & Payment Account comes to Rs.16,02,91,275/-, which include Rs. 13,17,00,000/- received as recurring and non-recurring grants from DBT, grant of Rs. 1,67,17,980/- for externally funded projects and Rs. 1,18,73,295/- from other receipts. Total amount of Rs.15,58,39,640/- 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. 8,03,03,147/- which includes Recurring Grant from DBT, Interest earned and Other Resources.

Total expenditure (before depreciation) comes to Rs.7,97,29,424/-, which also includes Rs. 56,86,012/- of interest earned on Grants, which is refundable to Govt., and depreciation of Rs.6,26,37,372/- has been charged in the current FY 2019-20. Further the amount of Rs.6,20,63,649/- being the excess of expenses over income has been transferred to Corpus/Capital Fund (Schedule-1).

3. Fixed Assets

In respect of Fixed assets created from grant from DBT, during the FY 2019-20, a sum of RS. 18,36,156/- has been earned as interest on deposits with M/s RITES Ltd. and Rs.34,52,779/- received as refund of service tax, which has been adjusted against Main campus building capitalized during the year (Schedule 8).

In respect of Fixed Assets created out of the external funded projects/fellowships, as advised by the audit, the institution has booked all such fixed assets during the period 01/04/2016 to 31/03/2020 amounting to RS. 2,98,74,041/- by booking under the head "Fixed Asset Created from Projects Grants" (Schedule 8) and credited the corresponding accounting head "CORPUS/CAPITAL FUND". Further, total depreciation on such fixed assets since 01/04/2016 amounting to RS. 63,76,348/- (including depreciation for prior period upto 31/03/2019 amounting to RS. 23,90,645/-) has been charged to Income and Expenditure Account for F.Y. 2019-20.

4. Depreciation

Depreciation on fixed assets including fixed assets created out of projects have been charged as per the rate prescribed in the Income Tax Act-1961 on written down value method. The depreciation on fixed assets created out of project has been charged from the date of its acquisition during the year 2019-20.

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 2020, there is a balance of Rs. 3,07,04,525/- 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. 8,62,441/- 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

For S S P J & CO.

Chartered Accountants


Manager Finance

Dated: 27/08/2020

Place: Mohali

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


Chief Executive Officer

डॉ. अमूल्य कु. पंडा / Dr. Amulya K. Panda
मुख्य कार्यकारी अधिकारी / Chief Executive Officer
नवोन्मेष एवं अनुप्रयुक्त जैव-प्रसंस्करण केंद्र
Center of Innovative and Applied Bioprocessing
जैव प्रौद्योगिकी विभाग, भारत सरकार
Department of Biotechnology, Govt. of India
सेक्टर - 81 (नोलेज सिटी) / Sector-81 (Knowledge City)
मोहाली (पंजाब), भारत / Mohali (Punjab), India


(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

- 11-13 दिसंबर, 2019 के दौरान सीआईएबी मोहाली में "बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी 2019) में नवाचार" पर आयोजित सम्मेलन
- 13-16 अक्टूबर, 2019 के दौरान सीआईएबी, मोहाली (सीआईएबी-सब 2019) में "माध्यमिक कृषि और बायोप्रोसेसिंग" पर कार्यशाला का आयोजन किया गया।
- 7-9 अगस्त, 2019 के दौरान सीआईएबी, एनएबीआई और एनआईएफटीईएम, सोनीपत द्वारा संयुक्त रूप से फूड बायोटेक्नोलॉजी में वर्तमान रुझानों पर एक कार्यशाला का आयोजन किया गया।
- 18 नवंबर, 2019 को सीआईएबी और NABI, मोहाली द्वारा संयुक्त रूप से चिंतन 2019 और युवा वैज्ञानिक संगोष्ठी का आयोजन किया गया।

Events

- Organized Conference on “Innovations in Bioprocess Technology (IBT 2019)” at CIAB Mohali during 11-13 December, 2019.
- Organized Workshop on “Secondary Agriculture and Bioprocessing” at CIAB, Mohali (CIAB-SAB2019) during 13-16 October, 2019.
- Organized a Workshop on Current Trends in Food Biotechnology jointly by CIAB, NABI and NIFTEM, Sonapat during August 7-9, 2019.
- Organized Chintan 2019 and Young Scientist Symposium jointly by CIAB and NABI, Mohali on Nov. 18-19, 2019.

सीआईएबी कर्मचारियों द्वारा व्याख्यान, प्रस्तुतीकरण तथा कार्यक्रम सहभागिता
**Awards, Lectures, Presentations & Events Participation
of CIAB Staff**

पुरस्कार

- डॉ. एस. सर्वानामुर्गन को ऊर्जा, पर्यावरण और स्थिरता के लिए अंतर्राष्ट्रीय सोसायटी का फैलो चुना गया, भारत (2020)
- सुश्री प्रियंका पाल, पीएचडी स्कॉलर को 6-8 जनवरी 2020 के दौरान वेल्लोर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, वेल्लोर में आयोजित अंतर्राष्ट्रीय कॉन्फ्रेंस ऑन इमर्जिंग ट्रेड्स इन कैटलिंग 'में सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार मिला।
- श्री पीएचडी स्कॉलर, साहिल कुमार को 16 नवंबर, 2019 को चंडीगढ़ के पंजाब विश्वविद्यालय में आयोजित स्वच्छ ऊर्जा और सुरक्षित पर्यावरण के लिए कैटालिसिस पर राष्ट्रीय कार्यशाला में सर्वश्रेष्ठ पोस्टर प्रस्तुति पुरस्कार मिला।
- 5-7 दिसंबर 2019, लखनऊ विश्वविद्यालय, रसायन विज्ञान विभाग में अंतर्राष्ट्रीय कार्बोहाइड्रेट सम्मेलन कार्बो XXXIV में मौखिक बातचीत।
- सीआईएबी टीम, श्री सत्य नारायण पटेल और डॉ. सुधीर पी। सिंह द्वारा डी-ऑल्यूज पर शोध कार्य, सोसाइटी फॉर रिसर्च एंड इनिशिएटिव्स फॉर सस्टेनेबल टेक्नोलॉजीज और इंस्टीट्यूट्स, भारत द्वारा गांधीवादी युवा तकनीकी नवाचार पुरस्कार प्राप्त किया।
- डॉ. सास्वत गोस्वामी ने अमेरिकन इंस्टीट्यूट ऑफ केमिकल इंजीनियरिंग (एआईसीएचइ) की सदस्यता प्राप्त हुई।
- श्री संदीप कुमार, पीएचडी स्कॉलर ने 13-15 मार्च, 2019 को चंडीगढ़ रीजन इनोवेशन एंड नॉलेज कलस्टर (सीआरआईकेसी) के सहयोग से पंजाब यूनिवर्सिटी, चंडीगढ़ द्वारा आयोजित "न्यू इंडिया के लिए विज्ञान और प्रौद्योगिकी" पर 13 वीं चंडीगढ़ साइंस कांग्रेस में दूसरा पुरस्कार प्राप्त किया।
- श्री सत्य नारायण पटेल, पीएचडी स्कॉलर को बायोटेक्नोलॉजी रिसर्च सोसाइटी, इंडिया द्वारा अन्ना यूनिवर्सिटी-सेंटर फॉर बायोटेक्नोलॉजी (एयू-सीबीटी) एक्सीलेंस अवार्ड मिला।

आमंत्रित वार्ता

- डॉ. एस. सर्वानामुर्गन ने 6-8 जनवरी 2020 को वेल्लोर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी, वेल्लोर, भारत में कैटालिसिस में उभरते रुझान पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में सॉलर्स के साथ शुगर से उच्च-मूल्य वाले प्लेटफॉर्म केमिकल्स: क्रूसियल रोल ऑफ एसिड साइट्स नामक एक वार्ता की।
- डॉ. एस. सर्वानामुर्गन ने 11-13 दिसंबर 2019 के दौरान सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग में बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019) में नेशनल कॉन्फ्रेंस इनोवेशन में सॉलिड कैटालिस्ट्स के साथ शुगर से रिन्यूएबल प्लेटफॉर्म केमिकल्स नामक एक टॉक डिलीवर किया।
- डॉ. एस. सर्वानामुर्गन 16 नवंबर, 2019 को पंजाब के पंजाब विश्वविद्यालय में स्वच्छ ऊर्जा और सुरक्षित पर्यावरण (सीसीइएसइ -2019) के लिए राष्ट्रीय कार्यशाला में कैटालिसिस पर 'उच्च मूल्य वाले उत्पादों में कार्बोहाइड्रेट का रूपांतरण' शीर्षक पर एक वार्ता देते हैं।
- डॉ. एस. सर्वानामुर्गन 2-3 नवंबर, 2019 के दौरान भारतीय संस्थान विज्ञान शिक्षा और अनुसंधान संस्थान, भारत में 1 सीआरआईकेसी रसायन विज्ञान संगोष्ठी (सीसीएस 2019) में 'बायोमास-व्युत्पन्न उपोत्पादों के उत्प्रेरक परिवर्तन' नामक एक वार्ता देते हैं।
- एसएलआईटी द्वारा आयोजित एसएलआईटीईसीओएन सम्मेलन में स्पीकर और सत्र को आमंत्रित करना, एनआईटीटीआर चंडीगढ़ में लॉगोवाल, 2019।
- डॉ. जयिता भौमिक ने 11-13 दिसंबर, 2019 को सीआईएबी और एनएबीआई में आयोजित 'बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी) 2019 में नवाचारों' में 'कार्यात्मक नैनोमैटेरियल्स में अपने रूपांतरण के माध्यम से एग्री-बायोमास-आधारित लिग्निन की क्षमता का दोहन' पर एक व्याख्यान दिया।
- डॉ. जयिता भौमिक ने 'एग्री-बायोमास-आधारित लिग्निन की क्षमता का उपयोग करके अपने कार्यात्मक नैनोमैटेरियल्स में रूपांतरण' के माध्यम से कृषि के लिए नैनोबायोटेक्नोलॉजी पर तीसरा अंतर्राष्ट्रीय

Awards

- Dr. S. Saravanamurugan was elected as a Fellow of International Society for Energy, Environment and Sustainability, India (2020).
- Ms. Priyanka Pal, Dr. S. Saravanamurugan, received the best oral presentation award in the 'International Conference on Emerging Trends in Catalysis' held at Vellore Institute of Technology, Vellore during 6-8 January 2020.
- Sh. Sahil Kumar, a student of Dr. S. Saravanamurugan, received the best poster presentation award in the National Workshop on Catalysis for Clean Energy and Safe Environment held at Panjab University, Chandigarh on November 16, 2019.
- Oral talk in International Carbohydrate Conference CARBO-XXXIV at Department of Chemistry, University of Lucknow, Lucknow, 5-7 December 2019.
- The research work on D-allulose by the CIAB team, Mr. Satya Narayan Patel and Dr. Sudhir P. Singh, received Gandhian Young Technological Innovation Award by Society for Research and Initiatives for Sustainable Technologies and Institutions, India.
- Dr. Saswata Goswami awarded the membership of American Institute of Chemical Engineering (AIChE).
- Sandeep Kumar received the second prize in the 13th Chandigarh Science Congress on "Science and Technology for New India" organized by Panjab university, Chandigarh in collaboration with Chandigarh Region Innovation and Knowledge Cluster (CRIKC) on 13-15 March, 2019.
- The Ph.D. student, Mr. Satya Narayan Patel, received Anna University-Centre for Biotechnology (AU-CBT) Excellence Award by Biotech Research Society, India.

Invited Talks

- Dr. S. Saravanamurugan delivered a talk entitled 'High-Value Platform Chemicals from Sugars with Solid Catalysts: Crucial Role of Acid Sites' in the International Conference on Emerging Trends in Catalysis in Vellore Institute of Technology, Vellore, India during January 6-8, 2020.
- Dr. S. Saravanamurugan delivered a talk entitled 'Renewable Platform Chemicals from Sugars with Solid Catalysts: Role of Acid Sites' in the National Conference Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019) in Center of Innovative and Applied Bioprocessing during December 11-13, 2019.
- Dr. S. Saravanamurugan deliver a talk entitled 'Catalytic conversion of carbohydrates to high-value products' in the National Workshop on Catalysis for Clean Energy and Safe Environment (CCESE-2019) in Panjab University, Chandigarh on 16 November, 2019.
- Dr. S. Saravanamurugan deliver a talk entitled 'Catalytic Transformation of Biomass-Derived Substrates to Value-Added Products' in the 1st CRIKC Chemistry Symposium (CCS 2019) in Indian Institute Science Education and Research Mohali, India during 2-3 November, 2019.
- Invited speaker and chair the session in SLITECON conference organized by SLITE, Logowal at NITTR Chandigarh, 2019.
- Dr. Jayeeta Bhaumik delivered a lecture on 'Harnessing the potential of agri-biomass-based lignin via its conversion into functional nanomaterials' at 'Innovations in Bioprocess Technology (IBT) 2019' held in CIAB and NABI from December 11-13, 2019.
- Dr. Jayeeta Bhaumik delivered a lecture on 'Harnessing the potential of agri-biomass-based lignin via its conversion into functional nanomaterials' at 3rd International Conference on Nanobiotechnology for Agriculture - NANOFORAGRI 2019@GlobalBioIndia, New Delhi Aerocity on November 21-22, 2019.
- Dr. Jayeeta Bhaumik delivered a lecture on 'Agri-biomass based lignin valorization through the formation of functional nanomaterials and their applications – an approach towards 'waste to best'' at SERB and ISCA sponsored conference entitled 'International Conference on Impacts of Innovations in Science and Technology for Societal Development

सम्मेलन - नैनोफॉरएग्री 2019 @ ग्लोबल बायो इंडिया, नई दिल्ली एरोसिटी 21-22 नवंबर, 2019 को एक व्याख्यान दिया।

- डॉ. जयिता भौमिक ने 'एग्री-बायोमास आधारित लिग्निन वेलोराइजेशन के माध्यम से कार्यात्मक नैनोमैटिरियल्स और उनके अनुप्रयोगों के माध्यम से एक व्याख्यान दिया -' वेस्ट टु बेस्ट"ट एसआरबी और आईएससीए प्रायोजित प्रायोजित 'इंटरनेशनल कॉन्फ्रेंस ऑन इम्पैक्ट्स ऑफ इनोवेशन ऑन साइंस और सामाजिक विकास के लिए प्रौद्योगिकी
- (आईआईएसटीएसडी- 2019) 19 सितंबर से 21 सितंबर, 2019 तक तमिलनाडु के कोयम्बटूर में कोंगुनाडु आर्ट्स एंड साइंस कॉलेज (कोयम्बटूर) और महासरखम विश्वविद्यालय (थाईलैंड) द्वारा सह-आयोजित किया गया।
- डॉ. जयिता भौमिक ने 2 नवंबर, 2019 को आईआईएसडीआर मोहाली में 1 सीआरआईकेसी रसायन विज्ञान संगोष्ठी (सीसीएस -2019) में 'एग्री-बायोमास व्युत्पन्न लिग्निन से कार्यात्मक नैनोमीटरों के विकास' पर एक व्याख्यान दिया।
- डॉ. सुधीर पी। सिंह ने जैव प्रौद्योगिकी में हाल के अग्रिमों पर राष्ट्रीय सम्मेलन: कृषि, खाद्य-प्रौद्योगिकी और मानव स्वास्थ्य में नवाचार (बायोमिलाप- 2019) 05-06 नवंबर, 2019 को आमंत्रित वार्ता को संबोधित किया।
- नैनोफॉरएग्री 2019, 21-23 नवंबर 2019 में एरोसिटी, नई दिल्ली विषयों पर आमंत्रित व्याख्यान: "पर्यावरण संरक्षण के लिग्निनोसेल्युलॉसिक बायोमास के मूल्य वर्धन: वर्तमान रुझान और भविष्य की संभावनाएँ"
- बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (नवाचारों -2019) में नवाचारों पर राष्ट्रीय सम्मेलन में आमंत्रित व्याख्यान: 11 दिसंबर, 2019 को एनएबीआई, मोहाली, विषय: "अपशिष्ट से धन: नई वैश्विक जैव अर्थव्यवस्था"

सम्मेलन / कार्यशाला / संगोष्ठी / प्रशिक्षण

- शशिकुमार एलुमलाई ने 13-16 अक्टूबर 2019 के दौरान सीआईएबी, मोहाली में आयोजित माध्यमिक कृषि और बायोप्रोसेसिंग पर कार्यशाला में व्याख्यान दिया।
- पी. पाल और एस. सर्वानामुरुगन, भारतीय विज्ञान संस्थान में 1 सीआरआईकेसी रसायन विज्ञान संगोष्ठी (सीसीएस -2019) के राष्ट्रीय संगोष्ठी में बायोमास-व्युत्पन्न 5-हाइड्रॉक्सीमिथाइलफ्रूक्चुरल (5- एचएमएफ) से गैर-मूल्यवान धातु ऑक्साइड का उपयोग करके 2, 5-डिफेरोमाइल फेरन (डीएफएफ) का उत्प्रेरक उत्पादन और रिसर्च (आईसर) मोहाली, पंजाब 2-3 नवंबर, 2019 के दौरान।
- 5 नवंबर, 2019, चंडीगढ़ में पंजाब इनोवेशन एंड टेक्नोलॉजी समिट में भाग लेने के लिए एक प्रतिनिधि के रूप में नामांकित।
- पी. पाल और एस. सर्वानामुरुगन, 16 नवंबर, 2019 को पंजाब के पंजाब विश्वविद्यालय में स्वच्छ ऊर्जा और सुरक्षित पर्यावरण के लिए कैटालिस पर राष्ट्रीय कार्यशाला में "गैर-कीमती धातु ऑक्साइड का उपयोग कर 2 से 5-हाइड्रॉक्सीमिथाइल फ्रूक्चुरल से व्युत्पन्न बायोमास का कैटालिटिक परिवर्तन," 25 अनमोल धातु ऑक्साइड का उपयोग किया गया।
- एस. कुमार, एस.के. कांसल और एस. सर्वानामुरुगन, 16 नवंबर, 2019 को पंजाब के पंजाब विश्वविद्यालय में स्वच्छ ऊर्जा और सुरक्षित पर्यावरण (सीसीएस-2019) के लिए कैटालिसिस पर राष्ट्रीय कार्यशाला में आइसोप्रोपेनॉल में गामा वेलोरोलैक्टोन को एथिल लेवुलेट करने के लिए जिरकोनियम ऑक्साइड की चरण निर्भर गतिविधि।
- एनबीआई-सीआईएबी, मोहाली द्वारा 18-19 नवंबर, 2019 को सह-समन्वयक, चिंतन 2019, युवा वैज्ञानिकों के संगोष्ठी का आयोजन किया गया।
- पी. पाल और एस. सर्वानामुरुगन, 'बायोमैस-व्युत्पन्न 5-हाइड्रॉक्सीमिथाइल फ्रूक्चुरल से 2,5- गैर-कीमती धातु ऑक्साइड उत्प्रेरक का उपयोग करके चयनात्मक ऑक्सीकरण "सीएसआईआर-नेशनल इंस्टीट्यूट फॉर इंटरडिसिप्लिनरी साइंस एंड टेक्नोलॉजी में जैव प्रौद्योगिकी (एनएचबीटी-2019) में नए क्षितिज पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में (एनआईआईएसटी), 19-24 नवंबर, 2019 के दौरान तिरुवनंतपुरम, भारत।
- एस. कुमार, एस.के. कांसल और एस. सर्वानामुरुगन, 19-24 नवंबर 2019 के दौरान भारत के इंटरडिसिप्लिनरी साइंस एंड टेक्नोलॉजी (एनआईआईएसटी) के लिए सीएसआईआर-नेशनल इंस्टीट्यूट फॉर बायोटेक्नोलॉजी (एनएचबीटी-2019) में न्यू होराइजंस पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में जिरकोनियम ऑक्साइड का उपयोग करके एल्कोहाइड को संबंधित अल्कोहल से हाइड्रोजनीकरण किया गया।
- शुशील के राय और सुदेश कुमार यादव, 2019। 20-24 नवंबर, 2019 को तिरुवनंतपुरम, भारत में न्यू होराइजंस ऑफ बायोटेक्नोलॉजी (एनएचबीटी 2019) के एक अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में डी-गैलेक्टोज के एक पुनरावर्तनीय नैनोबायोटेलेस्ट के माध्यम से संतुलन का डी-टैगटोज में रूपांतरण।
- शुशील के राय और सुदेश कुमार यादव, 2019। "कैस्केड बायोकेटलिसिस: 27-29 नवंबर, 2019 को नागपुर, भारत में आयोजित सतत ऊर्जा और पर्यावरण चुनौतियों (एसईईसी 2019) के एक अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में एक पुनः प्रयोज्य दोहरे एंजाइम नैनोफ्लॉवर मट्टा को डी-टैगटोज में मध्यस्थता।"
- नैनोफॉरएग्री 2019 @ ग्लोबल बायो इंडिया, नई दिल्ली एरोसिटी, 21-22 नवंबर, 2019 में भाग लेने के लिए एक प्रतिनिधि के रूप में नामांकित।

(IISTSD– 2019) co-organized by Kongunadu Arts and Science College (Coimbatore) and Mahasarakham University (Thailand) in Coimbatore, Tamil Nadu from September 19–21, 2019.

- Dr. Jayeeta Bhaumik delivered a lecture on 'Development of functional nanomaterials from agri-biomass derived lignin' at 1st CRIKC Chemistry Symposium (CCS-2019) at IISER Mohali on November 2, 2019.
- Dr. Sudhir P. Singh delivered an invited talk in the 4th International Conference on Alternative Fuels, Energy and Environment (ICAFEE): Future and Challenges. Feng Chia University, Taichung, Taiwan 18-21, Oct 2019, as a keynote speaker.
- Dr. Sudhir P. Singh delivered an invited talk in the National Conference on Recent Advances in Biotechnology: Innovations in Agriculture, Food-Tech and Human Health (BioMilaap- 2019) 05–06th November, 2019.
- Invited lectures in NANOFORAGRI 2019, 21-23 NOVEMBER 2019 at Aerocity, New Delhi Topics: "Value Addition of Lignocellulosic Biomass Towards Environment Protection: Current Trends and Future Prospects"
- Invited lecture at National Conference on Innovations in Bioprocess Technology (Ibt-2019): NABI, Mohali, on December 11, 2019, Topic: "Waste to Wealth: The New Global Bio Economy"

Conference/ workshop/seminar/training

- Sasikumar Elumalai delivered lecture in the workshop on Secondary Agriculture and Bioprocessing held at CIAB, Mohali during 13-16 October 2019.
- P. Pal and S. Saravanamurugan, 'Catalytic production of 2, 5-diformyl furan (DFF) from biomass-derived 5-hydroxymethylfurfural (5-HMF) using non precious metal oxide' in the National Symposium on 1st CRICK Chemistry Symposium (CCS-2019) in Indian Institute of Science and Research (IISER) Mohali, Punjab during 2-3 November, 2019.
- Nominated as a delegate to attend Punjab Innovation and Technology Summit, November 5, 2019, Chandigarh.
- P. Pal and S. Saravanamurugan, 'Catalytic transformation of biomass derived 2, 5-hydroxymethyl furfural to 2,5 diformyl furan using non precious metal oxide' in National workshop on Catalysis for Clean Energy and Safe Environment in Panjab University, Chandigarh during 16 November 2019.
- S. Kumar, S. K. Kansal and S. Saravanamurugan 'Phase dependent activity of zirconium oxide for hydrogenation of ethyl levulinate to gamma valerolactone in isopropanol,' products' in the National Workshop on Catalysis for Clean Energy and Safe Environment (CCESE-2019) in Panjab University, Chandigarh on 16 November, 2019.
- Co-Coordinator, Chintan 2019, Young Scientists' Symposium organized by NABI-CIAB, Mohali, November 18-19, 2019.
- P. Pal and S. Saravanamurugan, 'Selective oxidation of biomass-derived 5-hydroxymethyl furfural to 2,5- diformyl furan using non-precious metal oxide catalyst" in the International Conference on New horizons in Biotechnology (NHBT-2019) in CSIR-National Institute for Interdisciplinary Science and Technology (NIIST), Thiruvananthapuram, India during 19-24 November, 2019.
- S. Kumar, S. K. Kansal and S. Saravanamurugan, "Hydrogenation of biomass derived aldehydes to respective alcohols using zirconium oxide" in the International Conference on New horizons in Biotechnology (NHBT-2019) in CSIR-National Institute for Interdisciplinary Science and Technology (NIIST), Thiruvananthapuram, India during 19-24 November, 2019.
- Shushil K Rai and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Equilibrium level conversion of D-Galactose into D-Tagatose via a recyclable nanobiocatalyst" in an International conference of New Horizons in Biotechnology (NHBT 2019) held in Thiruvananthapuram, India on 20-24th November 2019.
- Nominated as a delegate to attend NANOFORAGRI 2019@GlobalBioIndia, New Delhi Aerocity, November 21-22, 2019.

- पी. पाल और एस. सर्वानामुरुगन, बायोमास-व्युत्पन्न 5-हाइड्रॉक्सीमिथाइल फ्रूटोफ्रूट से उत्प्रेरक ऑक्सीकरण गैर कीमती मिश्रित धातु ऑक्साइड उत्प्रेरक का उपयोग करते हुए, नवीन और अनुप्रयुक्त बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), मोहाली, भारत में 11 के दौरान 'बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी 2019) में नवाचार' पर राष्ट्रीय सम्मेलन में। 11-13 दिसंबर, 2019।
- एस. कुमार, एस.के. कांसल और एस. सर्वानामुरुगन, "सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), मोहाली, भारत में 11- 13 दिसंबर, 2019 के दौरान 'बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी 2019) में नवाचार' पर राष्ट्रीय सम्मेलन में बायोमास व्युत्पन्न एथिल लेवुलेट को गामा वेलेरोलैक्टोन के हाइड्रोजनीकरण के लिए" क्रिस्टल फेस इफेक्ट।
- महक कंबोज, विनोद कुमार और सुदेश कुमार यादव, 2019 "सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), मोहाली में 11-13 दिसंबर 2019 से आयोजित "बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019) में नवाचार पर "अपने विभिन्न अनुप्रयोगों के साथ बैक्टीरियल सेल्यूलोज उत्पादन के लिए मट्टा का पूर्ण उपयोग।"
- ऐश्वर्या सिंह और सुदेश कुमार यादव, 2019, 11-13 दिसंबर 2019 को सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी) में आयोजित "बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019) में नवाचार" सम्मेलन में "मेम्ब्रेन फिल्ट्रेशन तकनीक का उपयोग करके मट्टा प्रोटीन की स्केल प्रक्रिया।"
- ज़ीलिटोल उत्पादन के लिए खमीर कोशिकाओं का स्थिरीकरण। सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), मोहाली में 11-13 दिसंबर 2019 से "इनोवेशन इन बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019)" सम्मेलन में।
- संदीप कौर, विनोद कुमार और सुदेश कुमार यादव, 2019, सूक्ष्मजीव का उत्पादन करने वाले जाइलिटोल के अलगाव और स्क्रीनिंग। सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), मोहाली में 11-13 दिसंबर 2019 से आयोजित "इनोवेशन इन बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019)" सम्मेलन में।
- नेहा शर्मा और सुदेश कुमार यादव, "सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), मोहाली में 11-13 दिसंबर से आयोजित "बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019) में नवाचारों पर राष्ट्रीय सम्मेलन में हिल नींबू (साइट्रस स्यूडोलिमोन) से मूल्य वर्धित उत्पादों की वसूली के लिए एकीकृत प्रसंस्करण। 2019।
- वरुण कुमार, अंजलि पुरोहित और सुदेश कुमार यादव, 2019, 11-13 दिसंबर 2019 से सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी) में आयोजित "बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019) में नवाचार" पर राष्ट्रीय सम्मेलन में "मूल्य बायोप्रोसेसिंग और इंजीनियरिंग दृष्टिकोण के माध्यम से स्पाइरुलिना प्लैटेंसिस से उत्पादों के विकास को जोड़ा।"
- हरप्रीत कौर, गीतिका जैन, शुशील के राय और सुदेश कुमार यादव, 2019, 11-13 दिसंबर 2019 से "सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी), मोहाली से आयोजित "बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019) में नवाचारों पर राष्ट्रीय सम्मेलन में डी - गैलेक्टोज को डी - टैगटोज में डी - टैगटोज के रूप में परिवर्तित करने के लिए स्केल प्रक्रिया।
- अंजलि पुरोहित और सुदेश कुमार यादव, 2019, 11-13 दिसंबर 2019 से सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी) में आयोजित "बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी -2019) में नवाचार" नेशनल कॉन्फ्रेंस में "एग्री-बायोमास से ओलीगोसैकराइड्स उत्पादन के लिए एंजाइम आधारित प्रक्रिया में नवाचार।"
- शुशील के राय और सुदेश कुमार यादव, 2019, "उच्च मूल्य दुर्लभ चीनी डी-टैगटोज के संश्लेषण के लिए एक नैनोबायोटेलेस्ट का विकास और लक्षण वर्णन" 11-13 दिसंबर 2019 को भारत के मोहाली में आयोजित बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी 2019) में नवाचारों के एक राष्ट्रीय सम्मेलन में प्रस्तुत किया गया था।
- सुधीर पी. सिंह ने 11-13 दिसंबर, 2019 को मोहाली के सेक्टर -81 स्थित सेंटर ऑफ इनोवेटिव एंड एप्लाइड बायोप्रोसेसिंग में इनोवेशन इन बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी 'पर आयोजित राष्ट्रीय सम्मेलन में व्याख्यान दिया।
- पी. पाल, एस. कुमार, एम. एम. देवी और एस. सारावनमुरुगन, 6-8 जनवरी 2020 के दौरान वेल्लोर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी (वीआईटी), भारत में कैटालिसिस (इटीसी -2020) में उभरते रूझान पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में "बायोमास-व्युत्पन्न 5-हाइड्रॉक्सीमिथाइल फ्रूटोफ्रूट का उपयोग गैर कीमती मिश्रित धातु ऑक्साइड उत्प्रेरक से ऑक्सीकरण उत्पाद का उत्पादन"।

- Shushil K Rai and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Cascade biocatalysis: a recyclable dual enzyme nanoflower mediated biotransformation of whey into D-Tagatose" in an International conference of Sustainable Energy and Environment Challenges (SEEC 2019) held in Nagpur, India on 27-29th November 2019.
- P. Pal and S. Saravanamurugan, Catalytic oxidation of from biomass-derived 5-hydroxymethyl furfural using non precious mixed metal oxide catalyst, in the national conference on 'Innovations in Bioprocess Technology (IBT 2019)' at Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali, India during 11-13 December, 2019.
- S. Kumar, S. K. Kansal and S. Saravanamurugan, "Crystal face effects of zirconium oxide for hydrogenation of biomass derived ethyl levulinate to gamma valerolactone" in the national conference on 'Innovations in Bioprocess Technology (IBT 2019)' at Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali, India during 11-13 December, 2019.
- Mehak Kamboj, Vinod Kumar and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Complete Utilization of Whey for Bacterial Cellulose Production along with its various Applications" in the Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Aishwarya Singh and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Scale up process of whey protein using membrane filtration technique" in the Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Payal Guleria, Vinod Kumar and Sudesh Kumar Yadav. 2019. Immobilization of yeast cells for xylitol production. in the Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Sundeep Kaur, Vinod Kumar and Sudesh Kumar Yadav. 2019. Isolation and screening of xylitol producing microorganism. in the Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Neha Sharma and Sudesh Kumar Yadav. Poster on "Integrated processing for value added products recovery from Hill lemon (Citrus Pseudolimon)" in the National Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Varun Kumar, Anjali Purohit and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Value added products development from spirulina platensis through bioprocessing and engineering approaches" in the National Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Harpreet Kaur, Geetika Jain, Shushil K Rai and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Scale up process for conversion of D-Galactose into D- Tagatose using L-Arabinose isomerase" in the National Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Anjali Purohit and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Innovations in Enzyme Based Process for Oligosaccharides Production from Agri-Biomass" in the National Conference on "Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019)" held at Centre of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali from 11-13th December 2019.
- Shushil K Rai and Sudesh Kumar Yadav. 2019. "Development and characterization of a nanobiocatalyst for the synthesis of high value rare sugar D-Tagatose" was presented in a National conference of Innovations in bioprocess technology (IBT 2019) held in Mohali, India on 11-13th December 2019.
- Sudhir P. Singh delivered the invited lecture in the National conference on 'Innovations in Bioprocess Technology' at Center of Innovative and Applied Bioprocessing, Sector-81, Mohali, 11-13th December 2019.
- P. Pal, S. Kumar, M. M. Devi and S. Saravanamurugan, "Production of oxidized product from biomass-derived 5-hydroxymethyl furfural using non precious mixed metal oxide catalyst" in the International Conference on Emerging Trends in Catalysis (ETC-2020) in Vellore Institute of Technology (VIT), Vellore, India during 6-8 January 2020.

- एस. कुमार, एस.के. कांसल और एस. सर्वानमुर्गन, "वेल्लोर इंस्टीट्यूट ऑफ टेक्नोलॉजी (वीआईटी) में 6-8 जनवरी, 2020 को कैटालिसिस (इटीसी -2020) में उभरते रुझान पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन में" बायोमास व्युत्पन्न बायोमास से संबंधित अल्कोहल का उपयोग जिरकोनियम शर्तों के तहत संबंधित अल्कोहल के लिए किया जाता है।
- मॉड्यूल 1: डाउनस्ट्रीम प्रक्रिया, शोधन और निर्माण के साथ, बायोफार्मास्यूटिकल उत्पाद विकास के लिए प्रशिक्षण कार्यक्रम पर "हाथों पर अधिकार" प्रशिक्षण, आईसीटी मुंबई में बायोफार्मासिटिकल / न्यूट्रास्यूटिकल्स / विशेषता उत्पादों के विकास की प्रक्रियाओं के लिए, 3 फरवरी 2020 से 7 फरवरी 2020 तक।

प्रदर्शनी

- मेगा साइंस, टेक्नोलॉजी एंड इंडस्ट्रियल एक्सपो -2019, आईआईएसएफ, कोलकाता, 5 नवंबर -8 नवंबर, 2019
- खाद्य प्रसंस्करण -2019 में प्रौद्योगिकी का प्रदर्शन, दिल्ली (सीएसआईआर और सीआईआई द्वारा आयोजित) - 13 नवंबर, 2019
- ग्लोबल बायो-इंडिया -2019 (दिल्ली में डीबीटी और बीआईआरएसी द्वारा आयोजित) -21 वीं से 23 नवंबर, 2019
- आईएसबी में प्रगतिशील पंजाब -2019, मोहाली (पंजाब सरकार द्वारा आयोजित) - 23 दिसंबर, 2019
- 5 नवंबर - 2019 को चंडीगढ़ में पंजाब इनोवेशन एंड टेक्नोलॉजी समिट।

- S. Kumar, S. K. Kansal and S. Saravanamurugan, "Hydrogenation of biomass derived aldehydes to respective alcohols using zirconium oxide under greener conditions" in International Conference on Emerging Trends in Catalysis (ETC-2020) in Vellore Institute of Technology (VIT) during January 6-8, 2020.
- Training entitled on "hands on training programme for biopharmaceutical product development", with Module 1: Downstream Process, Purification and Formulation", for biopharmaceutical/ Nutraceuticals/ speciality products development processes, at ICT Mumbai, 3rd Feb 2020 to 7th Feb 2020.

Exhibition

- Mega Science, Technology and Industrial Expo-2019, IISF, Kolkata, 5th Nov -8th Nov, 2019.
- Exhibition of Technology in Food Processing-2019, Delhi (Organized by CSIR and CII)- 13th Nov, 2019.
- Global Bio-India -2019 (Organized by DBT and BIRAC at Delhi) -21st to 23rd Nov, 2019.
- Progressive Punjab -2019 at ISB, Mohali (Organized by Govt. of Punjab)- 23rd Dec, 2019.
- Punjab Innovation & Technology Summit on 5th Nov. 2019 at Chandigarh.

संस्थान के महत्वपूर्ण कार्यक्रमों की चित्रदीर्घा
Photo Gallery of the Important Events of the Institute



सीआईएबी ने ११-१३ दिसंबर, २०१९ के दौरान इन्वोवेशंस इन बायोप्रोसेस टेक्नोलॉजी (आईबीटी-२०१९) पर एक राष्ट्रीय सम्मेलन का आयोजन किया।
CIAB organized a national conference on Innovations in Bioprocess Technology (IBT-2019) during 11-13 December, 2019



सीआईएबी ने १३-१६ अक्टूबर, २०१९ को माध्यमिक कृषि और बायोप्रोसेसिंग (सीआईएबी-सब २०१९) पर एक कार्यशाला आयोजित की।
CIAB conducted a workshop on Secondary Agriculture and Bioprocessing (CIAB-SAB-2019) 13-16 October, 2019



सीआईएबी ने अनुसंधान और शैक्षणिक उद्देश्यों के लिए आईएचबीटी, पालमपुर के साथ समझौता ज्ञापन पर हस्ताक्षर किए।
CIAB Signed MoU with IHBT, Palampur for research and academic purposes



सीआईएबी ने २८-०२-२०२० को राष्ट्रीय विज्ञान दिवस मनाया।
CIAB celebrated National Science Day on 28 February 2020



सीआईएबी जलते हुए खतरे को हल करने के लिए हरा समाधान लेकर आया।
CIAB brings green solution to stubble burning menace



१६ अक्टूबर २०१९ को विश्व खाद्य दिवस समारोह मनाया गया।
World Food Day Celebrations on 16th October 2019



सीआईएबी ने डीबीटी और बीआईआरएसी द्वारा आयोजित वैश्विक जैव भारत-२०१९ में भाग लिया।
CIAB participated in Global Bio India-2019 organised by the DBT and BIRAC



सीआईएबी ने "खाद्य प्रसंस्करण में प्रौद्योगिकियों की प्रदर्शनी" में भाग लिया।
CIAB participated in "Exhibition of Technologies in Food Processing"



सीआईएबी ने आईआईएसएफ-२०१९ में अपनी शोध तकनीकों का प्रदर्शन किया।
CIAB showcased its research technologies in IISF 2019

जन संचार माध्यमों में सीआईएबी
CIAB in Public Communication Media

NABI-CIAB मल जलाने के लिए हरे रंग का घोल लाता है:
धान के पुआल को हरे जैव कोयले में बदलने के लिए परिसर, जिसका उपयोग जीवाश्म ईंधन के विकल्प के रूप में किया जा सकता है।

HINDUSTAN TIMES, CHANDIGARH
TUESDAY, DECEMBER 03, 2019

NABI brings green solution to stubble burning menace



■ Scientists in front of the torrefaction unit that will convert biomass, such as paddy stubble, into coal-like material at National Agri-Food Biotechnology Institute in Sector 81, Mohali, on Monday. SANJEEV SHARMA/HT

Hillary Victor

■ hillary.victor@ndtv.com

MOHALI : Seeking to tackle the problem of stubble burning by farmers, Prime Minister Narendra Modi along with visiting Swedish King Carl XVI Gustaf, through pressing of a button, officially launched a pilot project to produce green coal with paddy straw in National Agri-Food Biotechnology Institute (NABI) and Center of Innovative and Applied Bioprocessing (CIAB), Mohali.

According to NABI scientists, the coal produced at the centre will be supplied to thermal plants in Punjab at a lesser cost. The launch was done at Hyderabad House in New Delhi.

In January this year, NABI had signed a memorandum of understanding (MoU) with Bioendev AB, Sweden, to set up the pilot project, wherein the Indian

government and the Swedish firm are in 50-50 collaboration.

The plant with a capacity of 150 kg per hour and one tonne per day has been set up on the premises of NABI for research and development (R & D).

NABI will be buying stubble from nearby farmers at ₹1,500 per tonne and the cost of green coal produced will range from ₹6 to ₹7 per kg as compared to the actual cost of ₹8 to ₹10 per kg depending upon the quality.

NABI director Tilak Raj Sharma said, "It is a unique collaboration with industrialists and academia under bilateral programme of the India government with Sweden."

"Since, the project is based on research and development, we will have complete research on the project for two years, after which the company will set up their plants in other parts of Pun-

jab as well," he said.

A scientist at NABI, Joy K Roy, said, "With one tonne of straw, 70% of the pellets are produced. Presently, we are buying straw from the farmers of nearby villages and also through some out-sourced agency."

A processing plant engineer at NABI, Sasikumkar Ehumalia said, "Bioendev AB specialises in turning forest waste into energy pellets, has "fine-tuned" its process to make it suitable for paddy and wheat straw. The plant uses torrefaction—a thermal process to convert biomass into a coal-like material. The green coal leaves no carbon footprint."

He further said, after the initial trials, conditional to acceptable results of using paddy straw as feedstock for biocoal production, the work will start for the scale-up at commercial pilot plant in Punjab and other states.

नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी) और राष्ट्रीय कृषि-खाद्य जैव-प्रौद्योगिकी संस्थान (नाबी) के संयुक्त तत्वाधान में राष्ट्रीय विज्ञान दिवस २०२० को 'विज्ञान में महिलाएं' विषय के साथ २८ फरवरी को मनाया गया।



डॉ. एस. सर्वानमुर्गन की पीएचडी छात्रा सुश्री प्रियंका पाल ने ६-८ जनवरी २०२० के दौरान वेल्लोर के प्रौद्योगिकी संस्थान, वेल्लोर में आयोजित 'कैटैलिसिस में उभरते रुझानों पर अंतर्राष्ट्रीय सम्मेलन' में सर्वश्रेष्ठ मौखिक प्रस्तुति पुरस्कार प्राप्त किया।



नवोन्मेषी एवं अनुप्रयुक्त जैव प्रसंस्करण केंद्र (सीआईएबी)
सेक्टर – 81, (नॉलेज सिटी),
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