ISSN (ONLINE) - 3108-091X

हिमसंपदा वैज्ञानिकी

आत्मनिर्भरता की सुगंध: भारत में पहली बार हींग के फूलों और बीजों का उत्पादन, एक ऐतिहासिक उपलब्धि!

सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
CSIR-Institute of Himalayan Bioresource Technology
पालमपुर (हि.प्र.) / Palampur (H.P.)

© सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर, हिमाचल प्रदेश - 176061, भारत

प्रकाशक: निदेशक
सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर, हिमाचल प्रदेश - 176061, भारत
फ़ोन: +91-1894-230411, फ़ैक्स: +91-1894-230433
ईमेल: director@ihbt.res.in
वेबसाइट: www.ihbt.res.in

संपादकीय समिति: अध्यक्ष: डॉ. शशी भूषण
सदस्य: डॉ. शिव शंकर पाण्डेय
डॉ. अनीश काचरा
श्री पवित्र गाइन
सुश्री मीनाक्षी
श्री सौरभ शर्मा
संयोजक: श्री संजय कुमार

पत्रिका के विषय में.....

सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान सामाजिक, औद्योगिक, पर्यावरणीय और अकाद्मिक हित हेतु हिमालयी जैवसंपदा से प्रक्रमों, उत्पादों और प्रौद्योगिकियों की खोज, नवोन्मेष, विकास एवं प्रसार के लक्ष्य को साकार करने की दिशा में सतत् अग्रसर है। इसी क्रम में 'हिमसंपदा वैज्ञानिकी' का प्रकाशन संस्थान की शोध एवं विकास उपलब्धियों को जन-जन तक पहुंचाने के उद्देश्य से किया जा रहा है। इसके माध्यम से हम जन सामान्य के साथ-साथ किसानों, उद्यमियों के जीवन को बेहतर बनाने एवं उनकी आर्थिकी को सुदृढ़ कर सकते हैं।

पत्रिका का शीर्षक: हिमसंपदा वैज्ञानिकी

प्रकाशन वर्ष: 2025

अंक: 1

प्रकाशन की आवृत्ति: वार्षिक

प्रकाशन प्रारूप: प्रिंट

विषय: सामान्य रूप से विज्ञान और ज्ञान

भाषा: हिंदी

प्रकाशक का पता : निदेशक
सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर, हिमाचल प्रदेश - 176061, भारत
फ़ोन: +91-1894-230411, फ़ैक्स: +91-1894-230433
ईमेल: director.ihbt@csir.res.in , वेबसाइट: www.ihbt.res.in

संस्थान गान

हे हिमालय हम तेरे, हैं प्रबुद्ध अन्वेषी।

हे हिमालय हम तेरे, हैं प्रबुद्ध अन्वेषी।
जैवसंपदा को तेरी, सुरक्षित करते जाएंगे।
सुरक्षित करते जाएंगे।।

हिम आंचल से तेरे, प्रगति कर दिखलाएंगे।
ज्ञान से अज्ञान तिमिर, हम मिटाते जाएंगे।
हम मिटाते जाएंगे।।

प्रौद्योगिकी से देश को, स्वावलंबी बनाएंगे।
अनुसंधान से जग में, अर्थ विकास कराएंगे।
अर्थ विकास कराएंगे।।

मातृभूमि की भव्यता, विज्ञान से बढ़ाएंगे।
हो समर्पित हम सभी, जन उत्थान कराएंगे।

जन उत्थान कराएंगे।
जन उत्थान कराएंगे।
जन उत्थान कराएंगे।

संस्थान गान हेतु क्यूआर कोड को स्कैन करें

क्यूआर रीडर ऐप डाउनलोड करें

Scan QR Code for Institute's Song

Download a QR reader app

https://youtu.be/Wsr_yLnHOnk

हिमसंपदा वैज्ञानिकी

सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर, हिमाचल प्रदेश - 176061, भारत

वार्षिक पत्रिका

प्रकाशन वर्ष : 2025
अंक : 1

विषय सूची

शीर्षक	लेखक	पृष्ठ संख्या
पौधे : मानव हित में प्राकृतिक वरदान	रमन सिंह, उपेन्द्र शर्मा	4
मोरिना लुडलोवी की भारतीय हिमालय में पुनर्खोज	विकास कुमार, राहुल कुमार	7
आत्मनिर्भरता की सुगंध : भारत में पहली बार हींग के फूलों और बीजों का उत्पादन, एक ऐतिहासिक उपलब्धि	रमेश चौहान, सतबीर सिंह, सनतसुजात सिंह, सुदेश कुमार यादव	9
पश्चिमी हिमालय में जरबेरा की खेती	निकेता यादव, सतबीर सिंह, सनतसुजात सिंह	11
पश्चिमी हिमालय में कंगनी (फॉक्सटेल मिलेट)	अस्मिता सैनी, नवजोत कौर, सतबीर सिंह	14
मेंथा : कृषि से उद्योग तक	अमित कुमारी	16
स्टीविया की खेती के लिए उन्नत किस्में	निकेता यादव, प्रोबीर कुमार पाल, सतबीर सिंह, सनतसुजात सिंह	18
पारंपरिक हिमालयी भोजन में मिलेट की भूमिका	शांभवी, पायल चौहान, महेश गुप्ता	20
क्लेरी सेज एक औषधि : विविध संभावनाएँ	सतबीर सिंह, रमेश चौहान, सनतसुजात सिंह	23
पुष्करमूल पौधे की किस्में और उनके सुधार की रणनीति	रोमिका ठाकुर, रमेश चौहान, सनतसुजात सिंह, सतबीर सिंह	25
चाय के पौधों में रोग पहचान के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस आधारित नई तकनीक	मनीषा, किशोर चंद्र कांडपाल, मीनाक्षी, विवेक धीमान, अपर्णा मैत्रा पति, अमित कुमार	28
अपस्थानिक जड़ें : जैव सक्रिय योगिकों के उत्पादन का वैकल्पिक स्रोत	शशी भूषण, दीपिका चौधरी, अशोक गहलोत, दिनेश कुमार	30
अंतरिक्ष से निगरानी : वनों के खंडन से प्रजाति पहचान तक	मीनाक्षी कुमारी, अमित कुमार	32
औषधीय पौधों का ऊँचाई की चुनौतियाँ से सामना	मंगलेश कुमारी, प्रकाश कुमार, विशाल सैनी, रोहित जोशी, रवि शंकर, राजीव कुमार	34
बनककड़ी पौधे की औषधीय शक्ति के पीछे सूक्ष्म जीव	मंजू कुमारी, शिव शंकर पाण्डेय	37

शीर्षक	लेखक	पृष्ठ संख्या
पौधों को ठंड के प्रति सहनशील बनाने की नई राह	खुशबू कुमारी, सुमन गुसाईं, रोहित जोशी	39
पर्वतीय क्षेत्रों में जैविक कचरा प्रबंधन की चुनौतियाँ और समाधान	जगदीप सिंह, अपर्णा मैत्रा पति	42
समुद्री शैवाल से खेती को नई ताक़त	अभिषा रॉय, विपिन हल्लन	46
सेहतमंद जीवन में प्रोटीन और पेप्टाइड्स का योगदान	श्वेता ठाकुर, अश्वनी पुनिया, सत्यकाम, विशाल आचार्य, ब्रिजेश कुमार, अमित प्रसाद, सुदेश कुमार यादव, राजीव कुमार	48
नवीन नैनोफाइबर से क्वेरसेटिन की टारगेट डिलीवरी	अंकित सनेजा	51
प्रोटीएज़ रोकने वाले नए यौगिकों की खोज	राहुल सिंह, अनुराग, महिमा चौहान, अरुण कुमार, ऋतुराज पुरोहित	53
जैविक अवशेषों से मूल्यवान रसायन	अरविन्द सिंह चौहान, प्रलय दास	55
भारतीय अर्थव्यवस्था में कृषि स्टार्टअप्स : अवसर एवं चुनौतियाँ	दीपिका शर्मा, अखिल राणा, सुखजिंदर सिंह	57
सीएसआईआर-आईएचबीटी पालमपुर में अंतराष्ट्रीय ई एम बीओ (EMBO) कार्यशाला का आयोजन	अमित चावला	59
सामाजिक कार्यक्रम : समस्या बोध एवं विश्लेषण	शशी भूषण	62

प्रस्तावना

हिमालयी जैवसंपदा के सतत और विवेकपूर्ण उपयोग के माध्यम से जैवार्थिकी के क्षेत्र में हमारा संस्थान विश्व स्तर पर प्रौद्योगिकीय नवाचार और विकास का एक सशक्त केंद्र बनने की परिकल्पना करता है। हम सामाजिक, औद्योगिक, पर्यावरणीय और शैक्षणिक हितों को समर्पित रहकर हिमालयी जैवसंपदा से जुड़ी प्रक्रियाओं, उत्पादों और प्रौद्योगिकियों की खोज, नवाचार, विकास और प्रसार में निरंतर संलग्न हैं। हमारा लक्ष्य प्रकृति और विज्ञान के संगम से ऐसे समाधान विकसित करना है, जो न केवल स्थानीय समुदायों को सशक्त बनाएँ, बल्कि वैश्विक स्तर पर जैव-आधारित अर्थव्यवस्था को भी एक नई दिशा दें।

अपनी स्थापना के साथ ही संस्थान ने, हिमालयी जैवसंपदा पर आधारित वैज्ञानिक शोध पर पहल करते हुये सबसे पहले चाय एवं पुष्पखेती के क्षेत्र में कार्य प्रारंभ किया। धीरे-धीरे संस्थान की शोध गतिविधियों में गति आई, तथा जैवप्रौद्योगिकी, जैवविविधता और प्राकृतिक उत्पाद पर भी कार्य शुरू हुआ। आज यह संस्थान 6 प्रभागों (कृषि प्रौद्योगिकी, जैवप्रौद्योगिकी, रासायनिक प्रौद्योगिकी, आहारिकी एवं पोषण प्रौद्योगिकी, पर्यावरण प्रौद्योगिकी और किण्वन एवं फाइटोफार्मिंग प्रौद्योगिकी) के माध्यम से शोध और विकास गतिविधियों में लगातार कार्य कर रहा है।

विज्ञान के क्षेत्र में हो रहे शोध एवं वैज्ञानिक उपलब्धियों को जन-जन तक पहुंचाना न केवल हमारा कार्य है अपितु यह हमारा राष्ट्रीय दायित्व भी है। विगत वर्षों में संस्थान ने शोध और विकास से विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में कई उपलब्धियां प्राप्त की हैं। संस्थान समय-समय पर अपने शोध कार्यों के आधार पर विकसित प्रौद्योगिकियों, उत्पादों एवं प्रक्रम तकनीकों को ब्रोशर, लघु पुस्तिकाओं, शोध एवं लोकप्रिय पत्रिकाओं, समाचारपत्रों, रेडियो, दूरदर्शन वार्ताओं एवं सोशल मीडिया के माध्यम से आम लोगों, किसानों, उद्यमियों तक पहुंचा रहा है।

हमारे संस्थान का शोध कार्य आम जन, किसानों एवं उद्यमियों के लिए उपयोगी है। अत: इसे ऐसे लक्षितवर्ग तक पंहुचाने के लिए इस बात की आवश्यकता का अनुभव हुआ, कि क्यों न एक ऐसी वार्षिक हिंदी पत्रिका प्रकाशित की जाए जिसके माध्यम से यह शोध कार्य सरल भाषा में जन-जन तक पहुंचे। इसी को ध्यान में रखते हुए 'हिमसंपदा वैज्ञानिकी' का प्रकाशन आरम्भ किया जा रहा है।

आशा है कि हमारे इस प्रयास के माध्यम से हम जन समाान्य के साथ-साथ किसानों, उद्यमियों के जीवन को बेहतर बनाने एवं उनकी आर्थिकी को सुदृढ़ करने की दिशा में अपना योगदान दे पाएंगे।

इस पत्रिका को मूर्त रूप देने में मैं समस्त सहयोगियों को धन्यवाद देता हूं।

(सुदेश कुमार यादव)
निदेशक
सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर, हिमाचल प्रदेश, भारत

पौधे : मानव हित में प्राकृतिक वरदान

रमन सिंह, उपेन्द्र शर्मा

प्रकृति ने मानव जाति को अनेक अमूल्य उपहार प्रदान किए हैं जिनमें से सबसे महत्वपूर्ण और जीवनदायी उपहार है — पौधे। पौधे न केवल पृथ्वी पर जीवन के मूल आधार हैं, बल्कि यह मानव स्वास्थ्य, खाद्य सुरक्षा, औषधीय उपयोग, पर्यावरणीय संतुलन, तथा सांस्कृतिक और आध्यात्मिक दृष्टिकोण से भी अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। इन्हें 'प्राकृतिक वरदान' कहना अतिशयोक्ति नहीं होगी, क्योंकि इनकी उपयोगिता जीवन के प्रत्येक पहलू में परिलक्षित होती है। विभिन्न पारंपरिक चिकित्सा प्रणालियाँ जैसे आयुर्वेद, यूनानी, सिद्ध, चीनी और अन्य प्राचीन काल से ही पौधों पर आधारित हैं। तुलसी, नीम, हल्दी, अदरक, अश्वगंधा, गिलोय, हरड़, आंवला आदि अनेक वनस्पतियाँ औषधीय गुणों से भरपूर हैं।

आधुनिक दवाइयाँ भी कई बार पौधों से प्राप्त यौगिकों पर आधारित होती हैं, जैसे — मोर्फीन (अफीम), क्विनिन (सिंकोना), टैक्सोल (*टैक्सस ब्रेविफोलिया*), इत्यादि। पौधों से प्राप्त कच्चे माल का उपयोग विभिन्न उद्योगों में होता है जैसे; कपड़ा उद्योग में (कपास, जूट, सन), कागज उद्योग में (बाँस, यूकेलिप्टस), परफ्यूम और कॉस्मेटिक उद्योग में (चंदन, गुलाब, लैवेंडर), दवा उद्योग में (औषधीय पौधे और उनके अर्क), तथा वन उत्पाद में (रबर, गोंद, रेज़िन) आदि प्रमुख हैं। औषधीय पौधों का विस्तृत वर्णन कई प्राचीन और आधुनिक पुस्तकों में मिलता है, जिनमें चरक संहिता, सुश्रुत संहिता, अष्टांग संग्रह, निघंटु, और आयुर्वेद के ग्रंथ शामिल हैं। पूर्व समय में पौधों से दवाई बनाने की प्रक्रिया आज की आधुनिक तकनीक से भिन्न थी, तब प्राकृतिक औषधियाँ कई रूपों में तैयार की जाती थीं जिनमें; काढ़ा (कषाय), रस, चूर्ण, घनसत्व, लेप, तेल/ घृत आदि प्रमुख हैं। पौधों में विभिन्न प्रकार की फार्माकोलॉजिकल गतिविधियाँ पाई जाती हैं जिनमें एंटीमाइक्रोबीअल, एंटीमैलैरियल, एंटीऑक्सिडेंट, एंटी-इंफ्लेमेटरी, एंटी-कैंसर, एनाल्जेसिक, कार्डियोप्रोटेक्टिव, हैपाटोप्रोटेक्टिव, एंटी-डायबेटिक, इम्यूनोमॉड्यूलेटरी, कीटनाशक, एंटी-अल्सर, सिडेटिव/ एंटी-डिप्रेसेंट, तनाव-निवारक व मानसिक स्वास्थ्य, एंटी-वायरल, त्वचा व सौंदर्य संबंधी एवं अन्य शामिल हैं। विश्व स्वास्थ्य संगठन (डब्ल्यू. एच. ओ.) द्वारा किए गए सर्वेक्षण के अनुसार, यह अनुमान लगाया गया है कि विकासशील देशों की लगभग 80% आबादी प्राथमिक स्वास्थ्य देखभाल के लिए पारंपरिक दवाओं पर निर्भर है।

चित्र 1. प्राथमिक एवं द्वितीयक मेटाबोलाइट्स

पौधों में विभिन्न प्रकार के रसायन मौजूद होते हैं जो उनके विकास, बृद्धि, एवं परिरक्षण के लिए आवश्यक होते हैं इन्हें मेटाबोलाइट्स कहा जाता है। पौधों में दो प्रकार के मेटाबोलाइट्स उपस्थित होते हैं: प्राथमिक और द्वितीयक मेटाबोलाइट्स। प्राथमिक मेटाबोलाइट्स पौधे के अस्तित्व के लिए आवश्यक होते हैं जो कि पौधों की वृद्धि, विकास और उनमें प्रजनन

के लिए कार्य करते हैं। इनमें उदाहरण के लिए कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, लिपिड, और न्यूक्लिक एसिड शामिल हैं जो कि सभी पौधों में पाए जाते हैं। द्वितीयक मेटाबोलाइट्स, प्राथमिक मेटाबोलिज्म के अंतिम उत्पाद के रूप में जाने जाते हैं जो कि बहुत छोटे अथवा कम अणुभार वाले जैव-अणु या यौगिक होते हैं। द्वितीयक मेटाबोलाइट्स पौधों को पर्यावरण के साथ बातचीत करने में मदद करते हैं और पौधे की हानिकारक कीटों तथा अन्य कारकों से सुरक्षा या बचाव में, तथा लाभकारी कीटों के आकर्षण में, और अन्य पारिस्थितिक कार्यों में भूमिका निभाते हैं। ये सीधे तौर पर पौधे के विकास में शामिल नहीं होते हैं। **चित्र 1** में इनको प्रदर्शित किया गया है। इनमें उदाहरण के लिए; टर्पीन्स, फिनॉलिक्स, एल्कलॉइड्स, ग्लाइकोसाइड्स, स्टेरॉइड्स इत्यादि शामिल हैं।

विशिष्ट वर्ग के यौगिकों के जैवसंश्लेषी मार्ग (biosynthetic pathways) वे प्रक्रियाएं हैं जिनके द्वारा जीवित जीव विशिष्ट कार्बनिक यौगिकों का उत्पादन करते हैं। ये मार्ग अक्सर जटिल होते हैं, जिसमें कई एंजाइम-उत्प्रेरित प्रतिक्रियाएं शामिल होती हैं। प्रमुख जैवसंश्लेषी मार्ग हैं: मेवेलोनेट (MVA) पाथवे, मेथिलएरिथ्रिटोल फॉस्फेट (MEP) पाथवे, शिकीमिक अम्ल पाथवे, इत्यादि।

हम जानते हैं कि बहुत से पौधों के फूलों में अथवा अन्य हिस्सों में सुगंध होती है यह सुगंध आती है उनमें सगंध तेलों की उपस्थिति के कारण। ये तेल वाष्पशील योगिकों (विशेषकर टर्पीन्स या टर्पीनोइड्स) का एक मिश्रण होते हैं जो कि विभिन्न प्रकार की आशवन विधियों द्वारा पौधे के भिन्न- भिन्न भागों से प्राप्त किए जाते हैं। सगंध तेलों में विविध जैविक गतिविधियाँ पाई जाती हैं जैसे; प्रतिजैविक (एंटीमाइक्रोबीअल), एंटीऑक्सिडेंट, सूजन-रोधी, कीटनाशक/ कीट विकर्षक, तनाव-निवारक व मानसिक स्वास्थ्य ठीक करने संबंधी, एंटी-वायरल, त्वचा व सौंदर्य संबंधी, इत्यादि।

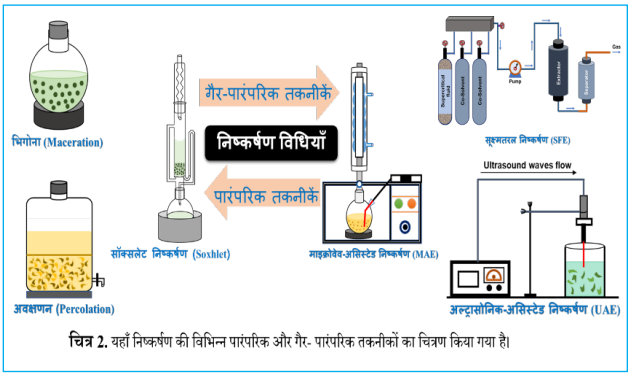
पौधों से बायोएक्टिव (जैव-सक्रिय) यौगिकों के अलगाव/ प्रथक्करण और अध्ययन की आवश्यकता कई कारणों से महत्वपूर्ण है। वर्तमान में पौधों के फाइटोकेमिकल्स (यौगिकों) की जांच कर उनकी एंटीऑक्सीडेंट्स, एंटीमाइक्रोबियल, एंटीमलेरियल, तनाव-निवारक, सूजन-रोधी, कीटनाशक, गतिविधियों पर दुनिया भर में वैज्ञानिक शोध हो रहे हैं। जैव प्रौद्योगिकी के माध्यम से उच्च गुणवत्ता के पौधों का विकास, रोगरोधी किस्मों का निर्माण, और औषधीय यौगिकों की पहचान की जा रही है। इसमें CSIR- IHBT, पालमपुर (भारत), संस्थान भी अपना अहम योगदान दे रहा है।

संस्थान CSIR- IHBT ने विगत दो से तीन दशकों में विभिन्न हिमालयी और गैर- हिमालयी औषधीय पौधों पर शोध कर सैकड़ों बायोएक्टिव यौगिकों का प्रथक्करण करके उनका संरचना विवरण किया है तथा आधुनिक विधियों द्वारा उनकी जैव सक्रियता का विभिन्न रोगों (जैसे: डाइबीटीज़, कैंसर, कीटनाशक, एंटीऑक्सीडेंट्स, एंटीमाइक्रोबियल, एंटीमलेरियल, एवं अन्य) के विरूद्ध परीक्षण किया है। विगत समस्त अध्ययन दुनिया के ख्याति प्राप्त विभिन्न शोध जर्नल्स में शोध पत्रों के रूप में प्रकाशित है, तथा कुछ यौगिकों का ग्राम पैमाने पर प्रथक्करण करने की तकनीक विकसित की गई हैं। यहाँ सगंध तेलों की उत्पादकता (यील्ड) बढ़ाने के लिए भी विभिन्न तकनीकें विकसित की गई हैं। अधिकांश तकनीकें उधोगों को स्थानांतरित की जा चुकी हैं।

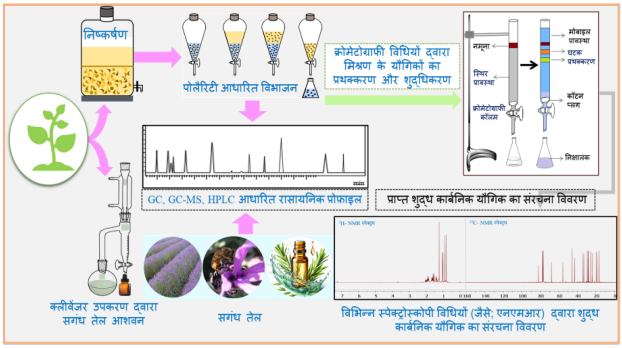
औषधीय पौधों के दवा रूप में अनुप्रयोग की आधुनिक तकनीकों में चिकित्सकीय या वैज्ञानिक उपयोग के लिए पौधे के उचित हिस्सों (जड़, पत्ती, फूल आदि) को इकट्ठा करके पौधे के भागों को छाया में सुखाकर बारीक चूर्ण (पाउडर) बनाया जाता है ताकि आगे की प्रक्रिया आसान हो सके।

पौधे से सक्रिय रसायनों को निकालने (निष्कर्षण) के लिए किसी उचित कार्बनिक या अकार्बनिक विलायक (जैसे मेथनॉल, हेक्सेन, जल आदि) का उपयोग किया जाता है। निकाले गए अर्क (extract) को विभिन्न ध्रुवीय तथा अध्रुवीय विलायकों में प्रथक्करण फनल की सहायता से उनके घनत्व के आधार पर बाँट लिया जाता है ताकि यौगिकों को उनके गुणों के आधार पर अलग किया जा सके। विभिन्न निष्कर्षण तकनीकों को **चित्र 2** में प्रदर्शित किया गया है जिनमें कुछ पारंपरिक तथा कुछ गैर- पारंपरिक विधियाँ शामिल हैं।

प्राप्त अंशों से एक शुद्ध यौगिक (pure compound) को अलग करने के लिए विभिन्न क्रोमेटोग्राफिक तकनीकों का प्रयोग किया जाता है। पृथक किए गए यौगिक की संरचना और गुणों का अध्ययन किया जाता है, जैसे कि उसका नाम, संरचना, कार्य आदि जानना। इसमें UV, IR, NMR, MS जैसी अनेक स्पेक्टरोस्कोपिक तकनीकों का उपयोग होता है। इस प्रकार से प्राप्त शुद्ध यौगिक का विभिन्न विधियों द्वारा जीव विज्ञान प्रयोगशाला में अन्य रोगों के विरुद्ध जैव सक्रियता का परीक्षण किया जाता हैं। परीक्षण में प्रबल सक्रिय पाए जाने पर यौगिक को दवा बनाने की प्रक्रिया हेतु आगे बढ़ाया जाता है। आधुनिक निष्कर्षण (अर्क, तथा सगंध तेल) विधि में प्रयुक्त पौधे से शुद्ध अणु प्राप्त करने और उसके नामकरण तक की प्रक्रिया को **चित्र 3** में विस्तार से प्रदर्शित किया है।



चित्र 2. यहाँ निष्कर्षण की विभिन्न पारंपरिक और गैर- पारंपरिक तकनीकों का चित्रण किया गया है।



चित्र 3. यह आधुनिक शोध प्रक्रिया का सार चित्रण है। इसमें दर्शाया गया है कि किस प्रकार पौधों से जैव- सक्रिय (दवा बनाने योग्य) शुद्ध यौगिकों का प्रथक्करण कर उनकी संरचना एवं नामकरण किये जाते हैं।

आज आवश्यकता है कि हम पौधों की इस महत्ता को समझें, जैव विविधता को संरक्षित करें, वनों की अंधाधुंध कटाई को रोकें और सतत विकास की दिशा में पौधों की भूमिका को प्राथमिकता दें।

वर्तमान परिपेक्ष्य को ध्यान में रखते हुए संस्थान CSIR- IHBT निरन्तर नवीन जैव सक्रिय यौगिकों की खोज में प्रयासरत है जिससे मौजूदा बाजार की जरूरतों की आपूर्ति हो एवं भविष्य में नई दबाओं की खोज होने की संभावना बढ़ सके। विलुप्त होती असाधारण औषधीय पौधों की प्रजातियों के संरक्षण हेतु वैज्ञानिक प्रयोग हो रहे हैं ताकि उन्हें पुनर्जीवित किया जा सके तथा भिन्न प्रकार की भौगोलिक परिस्थितियों में उगाया जा सके।

अतः इस प्रकार हम कह सकते हैं कि पौधों पर अनुसंधान न केवल हमारे स्वास्थ्य के लिए, बल्कि कृषि, उद्योग, पर्यावरण और अर्थव्यवस्था— सभी क्षेत्रों के लिए आवश्यक है बल्कि हमें "आत्मनिर्भर" एवं "विकसित" भारत की ओर अग्रसर करता है।

रासायनिक प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

मोरिना लुडलोवी की भारतीय हिमालय से पुनर्खोज

विकास कुमार, राहुल कुमार

संस्थान को हिमालय क्षेत्र के वनस्पति संसाधनों का सर्वेक्षण और दस्तावेज़ीकरण करने का कार्य सौंपा गया है, ताकि वर्गीकरण की प्रणाली और विशेषताओं पर प्राथमिक जानकारी जुटाई जा सके। वर्ष 1983 में स्थापना के बाद से, यह संस्थान हिमालय के जैव संसाधनों के संग्रह, पहचान और संरक्षण में लगा हुआ है। इस प्रकार संस्थान ने भारत और हिमालय के विभिन्न राज्यों के लिए पौधों की कई प्रजातियों को जोड़ा है। संरक्षण कार्यक्रम ने उन प्रजातियों की पुनः खोज पर ध्यान केंद्रित किया जो पहले किसी क्षेत्र में पाई जाती थीं, लेकिन पिछले कई वर्षों से रिपोर्ट नहीं की गई थीं। इसी क्रम में अरुणाचल प्रदेश में सर्वेक्षण के दौरान एक अनोखे और दुर्लभ प्रजाति *मोरिना लुडलोवी* (एम. जे. कैनन) डी.वाई. हाँग का पता चला।

मोरिना **एक** कैप्रिफोलिएसी परिवार से संबंधित है। विश्व में इसकी लगभग 14 प्रजातियाँ ज्ञात हैं, जो दक्षिण-पूर्वी यूरोप से चीन और म्यांमार तक पाई जाती हैं। भारत में, इस वंश का प्रतिनिधित्व पाँच प्रजातियों द्वारा किया जाता है, जो पश्चिमी से पूर्वी हिमालय तक वितरित हैं। वर्ष 2022 में अरुणाचल प्रदेश के तवांग जिले में वानस्पतिक अन्वेषण के दौरान संस्थान द्वारा लगभग 3800 मीटर की ऊँचाई पर कुछ रोचक नमूने एकत्र किए गए। इन नमूनों की गहन अध्ययन के बाद इनकी पुष्टि *मोरिना लुडलोवी* **(एम.जे. कैनन) डी.वाई. हांग,** के रूप मे हुई। इस प्रजाति को मूल रूप से एम.जे. कैनन ने जूला, मंगदे चू (भूटान), ओरका ला और मागो (अरुणाचल प्रदेश) संग्रहित नमूनों के आधार पर वर्ष 1984 में *क्रिप्टोथलाडिया लुडलोवी* **एम.जे. कैनन** के रूप में वर्णित किया था। बाद मे इसे वर्ष 1949 में एफ़. लुडलो, जी. शेरिफ और जे.एच. हिक्स ने इसे *मोरिना* वंश में स्थानांतरित कर दिया। यह हिमालय की एक अल्पाइन प्रजाति है। हालांकि इस प्रजाति को वर्ष 1938 में भारत के अरुणाचल प्रदेश से संग्रहण किया गया था परंतु उसके बाद इसे कभी देखा नहीं गया। आश्चर्यजनक रूप से, इस प्रजाति का उल्लेख किसी भी भारतीय साहित्य में नहीं मिलता। भारत से कई वनस्पतिशास्त्रियों ने अरुणाचल प्रदेश का दौरा भी किया, लेकिन सम्भवतः इसकी छोटी पुष्प अवधि, निवास स्थान और वितरण की संकीर्ण सीमा के कारण इस प्रजाति को कभी एकत्र नहीं किया जा सका। यह हिमालय की एक संकटग्रस्त और स्थानिक प्रजाति है जो केवल भारत, भूटान और चीन में पाई जाती है। इस प्रकार वर्ष 2022 में, अरुणाचल प्रदेश से एकत्रित किया गया *मोरिना लुडलोवी* 84 वर्षों के बाद इस प्रजाति की पुनर्खोज का प्रतिनिधित्व करता है। यह उपलब्धि फाइटोटैक्सा जर्नल 591 (2): 177–180 में प्रकाशित की गयी हैं (चित्र 1)।

मोरिना लुडलोवी एक बारहमासी पौधा है जिसकी ऊँचाई 35–50 सेंटीमीटर तक होती है। इसकी पत्तियाँ 5.5–11 सेंटीमीटर लंबी, रैखिक-आयताकार होती हैं, जो 3–4 चक्रों में व्यवस्थित होती हैं और 3–4 मिलीमीटर लंबे छोटे कांटों से युक्त होती हैं। इसके पुष्प सफेद रोमयुक्त बालों से ढके होते हैं और हल्के पीले से हरे-पीले रंग तक के होते हैं। ये पुष्प 8–12 के चक्रों में एक लंबे पुष्पगुच्छ में व्यवस्थित होते हैं और बाहर से 2–3 जोड़ी पार्श्वीय कांटेदार आवरण पत्तियों से ढके रहते हैं। यह पौधा जुलाई और अगस्त के महीनों में खिलता है। यह प्रजाति भूटान और चीन में पायी जाती है, और भारत में अभी तक यह अरुणाचल प्रदेश से ज्ञात है।

चित्र 1: *मोरिना लुडलोई* (अरुणाचल प्रदेश)

मोरीना वंश की प्रजातियाँ पारंपरिक तिब्बती एवं भारतीय चिकित्सा में गठिया, पेट संबंधी विकारों तथा घावों के उपचार में उपयोग की जाती रही हैं। यह मीठे-कसैले स्वाद की होती हैं, और इसमे पाचक, वमनकारी व जठर संबंधी औषधीय गुण होते हैं। इसकी जड़ें व फूल क्रमशः फोड़े-घाव और बेहोशी के उपचार में प्रयुक्त होते हैं। पशु चिकित्सा में भी इसे कीड़ों के घाव भरने हेतु प्रयोग किया जाता है। हमारे संस्थान में *मोरिना लुडलोवी* में पाये जाने वाले रासायनिक घटकों की पहचान पर कार्य चल रहा है, जो रोगों के निदान हेतु संभावित संकेतक के रूप में उपयोगी हो सकते हैं।

मोरिना लुडलोवी को अंतर्राष्ट्रीय प्रकृति संरक्षण संघ (आईयूसीएन) के दिशानिर्देशों के अनुसार "संकटग्रस्त" के रूप में वर्गीकृत किया गया है। यह प्रजाति अपने विशिष्ट आवास, सीमित वितरण और छोटे फूलने के समय के कारण अत्यधिक संवेदनशील है। इस प्रजाति का पुनर्खोज न केवल हिमालय के जैवविविधता महत्व को उजागर करता है, बल्कि यह संरक्षण और पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखने की आवश्यकता को भी रेखांकित करता है। यह खोज यह भी दर्शाती है कि कठिन परिस्थितियों और अपरिचित स्थानों में कई ऐसी प्रजातियाँ छिपी हो सकती हैं, जिन्हें खोजने की आवश्यकता है। *मोरिना लुडलोवी* हिमालय की जैवविविधता की समृद्धि का एक अद्भुत उदाहरण है, और इसका संरक्षण आने वाली पीढ़ियों के लिए एक महत्वपूर्ण दायित्व है।

पर्यावरण प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

आत्मनिर्भरता की सुगंध : भारत में पहली बार हींग के फूलों और बीजों का उत्पादन, एक ऐतिहासिक उपलब्धि!

रमेश चौहान, सतबीर सिंह, सनतसुजात सिंह, सुदेश कुमार यादव

हींग, जिसे वैज्ञानिक रूप से *Ferula assa-foetida L.* कहा जाता है, एक बहुमूल्य औषधीय पौधा है जो अपनी तीखी गंध वाली ओलियो-गम रेजिन (गोंद) के लिए प्रसिद्ध है। यह रेजिन न केवल भारतीय रसोई में एक प्रमुख मसाले के रूप में प्रयोग होती है, बल्कि इसे आयुर्वेद और पारंपरिक चिकित्सा पद्धतियों में भी पाचन संबंधी विकारों के इलाज के लिए व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है।

यह पौधा मूलतः ईरान, अफगानिस्तान, उज़्बेकिस्तान और तुर्कमेनिस्तान जैसे देशों की प्रजाति है। भारत हर वर्ष लगभग 1,500 टन कच्ची हींग इन देशों से आयात करता है, जिस पर लगभग ₹1,240 करोड़ का व्यय होता है। इस अत्यधिक आयात निर्भरता का प्रमुख कारण देश में उपयुक्त रोपण सामग्री और कृषि तकनीकों की अनुपलब्धता रही है। इस चुनौती से निपटने के लिए पालमपुर स्थित सीएसआईआर-हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान (CSIR-IHBT) ने ईरान और अफगानिस्तान से हींग के 66 बीजो के प्रकारो को अधिग्रहण किया । यह कार्य आईसीएआर-राष्ट्रीय पादप आनुवंशिक संसाधन ब्यूरो (ICAR-NBPGR) के माध्यम से संभव हुआ। चूंकि हींग का पौधा ठंडी और शुष्क जलवायु में पनपता है, इसलिए लद्दाख, लाहौल-स्पीति, जम्मू-कश्मीर और उत्तराखंड जैसे हिमालयी क्षेत्रों को इसकी खेती के लिए अनुकूल पाया गया (चित्र 1)।

चित्र 1. हिमालय क्षेत्र में उगता हींग का पौधा

CSIR-IHBT, हींग की खेती के लिए पिछले कई वर्षों से लगातार प्रयास कर रहा है। जो अब सार्थक होते दिखाई दे रहे हैं। इस साल (2025) के मई माह में पहली बार पालमपुर स्थित CSIR-IHBT के बीज उत्पादन केंद्र में हींग के पौधों में पुष्पन देखा गया, यह एक ऐतिहासिक घटना है, क्योंकि इससे पूर्व भारत में हींग के पौधों में पुष्पन की कोई रिपोर्ट नहीं थी। इसी क्रम में जुलाई 2025 में, लाहौल-स्पीति जिले के एक दूरस्थ और जनजातीय क्षेत्र सालग्रां गांव के प्रगतिशील किसान श्री टोग चंद द्वारा CSIR-IHBT की सहायता से खेतों में उगाई गई हींग के पौधों में भी पुष्पन हुआ चित्र 2 । यह पुष्पन सफल बीज निर्माण में परिणत हुआ। साथ ही, CSIR-IHBT के अनुसंधान केंद्र – उच्च पर्वतीय जैविकी केंद्र (CeHAB), रिबलिंग, लाहौल-स्पीति में भी पुष्पन देखा गया, जिससे यह सिद्ध होता है कि हींग के पौधे भारतीय हिमालयी परिस्थितियों में पूर्ण रूप से ढल चुके हैं।

चित्र 2 किसान के खेत में हींग के पुष्प विकास की विभिन्न अवस्थाओं का अवलोकन

हींग का पौधा, एकवार्षिक पुष्पन करने वाला पौधा (monocarpic) है, यानी यह अपने जीवनकाल में केवल एक बार फूलता है और फिर बीज बनते हैं। इसके पीले रंग के, कीट-परागित, द्विलिंगी फूल छत्राकृति (umbel) के रूप में समूहों में लगते हैं (चित्र 3 क)। एक पौधा औसतन 30–40 ग्राम बीज (1,000 से अधिक बीज) देता है, जो अनुकूल परिस्थितियों में और अधिक हो सकते हैं (चित्र 3ख)।

हींग की गोंद (ओलियो-गम रेजिन) पौधे की जड़ों से प्राप्त की जाती है, जो फूल खिलने के समय सबसे अधिक पायी जाती है। जब पौधा लगभग 5 वर्ष का हो जाता है और पुष्पन की शुरुआत होती है, तब इसकी जड़ों के ऊपरी भाग को काटकर रेजिन निकालने की प्रक्रिया शुरू की जाती है। यह प्रक्रिया हर 2–3 दिन के अंतराल पर 10–15 बार दोहराई जाती है। भारतीय परिस्थितियों में एक पौधे से औसतन 12–15 ग्राम कच्ची हींग प्राप्त हो सकती है।

हींग की खेती को टिकाऊ और लाभकारी बनाने के लिए यह आवश्यक है कि कुछ पौधों को केवल बीज उत्पादन के लिए सुरक्षित रखा जाए। आंकड़ों के अनुसार, मात्र 10 पौधों से प्राप्त बीजों से लगभग 1 हेक्टेयर भूमि पर रोपण संभव है (अगर अंकुरण दर ~80% हो)। इस प्रकार, यदि किसान हर वर्ष कुछ पौधों को बीज उत्पादन के लिए सुरक्षित रखें और बाकी से रेजिन निकालें, तो यह खेती दीर्घकालीन और आत्मनिर्भर हो सकती है।

चित्र 3 हींग का फूल एवं बीज

हींग की देश में सफल खेती और बीज उत्पादन न केवल आयात पर हमारी निर्भरता को कम करेगा, बल्कि यह भारत को आत्मनिर्भर बनाने के प्रधानमंत्री के "आत्मनिर्भर भारत" अभियान को भी सशक्त करेगा। यह उपलब्धि न केवल वैज्ञानिक दृष्टि से, बल्कि आर्थिक, कृषिगत और सामाजिक दृष्टिकोण से भी अत्यंत महत्वपूर्ण है। हिमालयी क्षेत्रों में रहने वाले किसानों के लिए यह एक स्थायी आय का स्रोत बन सकता है और भारत को वैश्विक हींग उत्पादन में भी स्थान दिला सकता है।

कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

पश्चिमी हिमालय में जरबेरा की खेती

निकेता यादव, सतबीर सिंह, सनतसुजात सिंह

जरबेरा, जिसे बर्बरटन डेज़ी या अफ्रीकन डेज़ी के नाम से भी जाना जाता है, आज की तारीख में एक अत्यंत आकर्षक और लाभकारी पुष्प फसल बन चुकी है। इसका उपयोग ताजे और सूखे पुष्पगुच्छों, सजावट, लैंडस्केपिंग और कॉस्मेटिक उद्योग में बड़े पैमाने पर होता है। इसकी रंगबिरंगी पंखुड़ियाँ जैसे लाल, गुलाबी, पीली, सफेद और नारंगी, इसे शादी, समारोह और उपहार के लिए अत्यंत लोकप्रिय बनाती हैं। भारत के अनेक हिस्सों में इसकी खेती की जा रही है, लेकिन पश्चिमी हिमालयी क्षेत्र इसके लिए विशेष रूप से उपयुक्त सिद्ध हो रहा है। यहाँ की समशीतोष्ण जलवायु, उपयुक्त धूप और जीवांश युक्त मिट्टी जरबेरा की स्वस्थ वृद्धि के लिए एक आदर्श वातावरण प्रदान करती है। इसके अतिरिक्त, शहरी क्षेत्रों में बढ़ती मांग और सजावटी फूलों की खपत में वृद्धि ने इस फसल को किसानों के लिए एक लाभकारी विकल्प बना दिया है। पर्वतीय क्षेत्रों में स्वरोजगार, महिला स्वयं सहायता समूहों और छोटे स्टार्टअप्स के लिए जरबेरा उत्पादन floriculture के क्षेत्र में आय सृजन का एक सशक्त साधन बन चुका है। इसकी सबसे बड़ी खासियत यह है कि एक पौधे से साल में लगभग 15–30 फूल प्राप्त होते हैं, जो बाजार में उच्च दाम पर बिकते हैं। इसकी विशेषता है लंबा तना, सुंदरता और टिकाऊपन, जो इसे कट-फूल व्यापार के लिए सर्वोत्तम बनाते हैं।

हाल के वर्षों में जरबेरा की मांग में तेजी से वृद्धि हुई है, और इसका सीधा लाभ किसानों को प्राप्त हो सकता है, विशेषकर तब जब वे उन्नत किस्मों का चयन करें और वैज्ञानिक पद्धतियों से खेती करें। पश्चिमी हिमालय का अनोखा जलवायु क्षेत्र जरबेरा जैसी विदेशी फसलों की खेती के लिए एक सुनहरा अवसर प्रदान करता है। हालांकि अत्यधिक गर्मी या कम तापमान में इसके विकास पर असर पड़ता है, फिर भी नियंत्रित वातावरण या अनुकूल स्थल चयन के साथ इसकी खेती सफलतापूर्वक की जा सकती है। पारंपरिक खेती की तुलना में जरबेरा एक नगदी फसल के रूप में किसानों को अधिक लाभ देती है। बीज से जरबेरा उगाने पर पौधों में विविधता रहती है, जिससे बाजार में एकरूपता नहीं मिल पाती। इस समस्या का समाधान सूक्ष्म प्रवर्धन तकनीक से किया गया है।

इस पूरे अध्ययन में जिन पौधों का उपयोग किया गया, वे सभी ऊतक संवर्धन तकनीक से तैयार किए गए थे। यह तकनीक पौधों को रोगमुक्त, समरूप और तीव्र वृद्धि करने में सहायक बनाती है। पारंपरिक बीज विधि की तुलना में ऊतक प्रवर्धन तकनीक के माध्यम से प्राप्त पौधे अधिक सक्षम होते हैं और उत्पादन क्षमता में कहीं अधिक श्रेष्ठ होते हैं । जरबेरा जैसी फूलवाली फसलों में ऊतक संवर्धन विशेष रूप से उपयोगी है, क्योंकि इससे बाजार की माँग के अनुरूप एक जैसे रंग, आकार और गुणवत्ता वाले फूल सुनिश्चित किए जा सकते हैं। इससे किसानों को बेहतर बाजार मूल्य प्राप्त होता है और फूलों की खेती उद्योग को एक सशक्त तकनीकी आधार भी मिलता है।

जरबेरा की खेती में पौधों के आकारिक गुणों का महत्वपूर्ण स्थान है, क्योंकि इन्हीं विशेषताओं के आधार पर फूल की बाजार में मांग तय होती है। इस अध्ययन में विशेष रूप से चार मुख्य लक्षणों को रिकॉर्ड किया गया—फूल का व्यास, प्रति पौधा फूलों की संख्या, पुष्पदंड की लंबाई और पत्तों की संख्या। इन सभी लक्षणों की जानकारी से यह जाना गया कि कौन सी किस्म सर्वाधिक उपज देने वाली है और कौन सी किस्म आकार में श्रेष्ठ है। उदाहरण के लिए, कुछ जीनोटाइप्स में फूलों का व्यास अत्यधिक था, जो कट फ्लावर के रूप में अधिक मूल्यवान माने जाते हैं, जबकि कुछ में फूलों की संख्या अधिक थी, जो बंच बनाने में उपयोगी होते हैं। पुष्पदंड की लंबाई से फूल की मजबूती और भंडारण क्षमता जुड़ी होती है, जबकि पत्तों की संख्या पौधे की जैविक सक्रियता को दर्शाती है। इन मापदंडों से प्राप्त आंकड़ों ने यह स्पष्ट किया कि जरबेरा की प्रत्येक किस्म की अपनी विशेषताएँ हैं, जिनका समुचित परीक्षण आवश्यक है।

जरबेरा की खेती में सफलता केवल इसकी सुंदरता पर निर्भर नहीं करती, बल्कि इसमें प्रयुक्त किस्मों की गुणवत्ता और क्षेत्र विशेष के अनुसार उनकी अनुकूलता का भी अत्यधिक महत्व होता है। इसी बात को ध्यान में रखते हुए, सीएसआईआर-आईएचबीटी, पालमपुर द्वारा एक वैज्ञानिक परीक्षण किया गया, जिसमें जरबेरा की आठ जीनोटाइप्स को चार अलग-अलग पर्यावरणीय परिस्थितियों (पालमपुर, बजौरा, जयसिंहपुर, और ज्वालामुखी) में दो वर्षों तक मूल्यांकित किया गया। इन जीनोटाइप्स में रंग, फूलों का आकार, तने की लंबाई, पत्तों की संख्या तथा फूलों की संख्या जैसे लक्षणों के आधार पर अंतर स्पष्ट रूप से देखने को मिला। यह परीक्षण रैंडमाइज्ड कंप्लीट ब्लॉक डिज़ाइन में तीन पुनरावृत्तियों के साथ किया गया, जिससे सांख्यिकीय रूप से सटीक निष्कर्ष प्राप्त किए जा सकें। यह कार्य इसलिए महत्वपूर्ण था क्योंकि इससे न केवल सर्वश्रेष्ठ किस्मों की पहचान की जा सकती थी, बल्कि यह भी समझा जा सकता था कि विभिन्न किस्में विभिन्न परिस्थितियों में कैसा प्रदर्शन करती हैं।

तालिका 1. जरबेरा की नई चयनित किस्मों की पुष्पीय विशेषताओं का विवरण

क्रम संख्या	किस्म	फूल का रंग	फूल का आकार	डिस्क का रंग	फूल का प्रकार
1.	सीएसआईआर-आईएचबीटी-ग्रेड-डब्ल्यूएसडी-13	सफेद	अर्ध-युग्मक	हरा	मानक
2.	सीएसआईआर-आईएचबीटी-जीआर-आरएसडी-08	लाल	अर्ध-युग्मक	हरा	मिनी
3.	सीएसआईआर-आईएचबीटी-वाईएस-20	पीला	एकल	हरा	मानक
4.	सीएसआईआर-आईएचबीटी-एमएस-12	मैरून	अर्ध-युग्मक	हरा	मानक

चित्र 1: अधिक प्रवर्धन क्षमता वाले संभावित जरबेरा किस्में (बाएं से दाएं: सीएसआईआर-आईएचबीटी-ग्रेड-डब्ल्यूएसडी-13, सीएसआईआर-आईएचबीटी-जीआर-आरएसडी-08, सीएसआईआर-आईएचबीटी-वाईएस-20, तथा सीएसआईआर-आईएचबीटी-एमएस-12)

तालिका 2: रूपात्मक और पुष्पीय गुणों के लिए किस्मों का औसत प्रदर्शन

किस्म	फूल का व्यास (से.मी.)	प्रति पौधा पत्तों की संख्या	प्रति पौधा फूलों की संख्या	पुष्पदंड की लंबाई (से.मी.)
सीएसआईआर-आईएचबीटी-ग्रेड-डब्ल्यूएसडी-13	10.20*	29.41*	23.25*	43.18
सीएसआईआर-आईएचबीटी-जीआर-आरएसडी-08	8.87*	22.40	21.50*	51.26*
सीएसआईआर-आईएचबीटी-वाईएस-20	10.53*	27.55*	22.58*	53.43*
सीएसआईआर-आईएचबीटी-एमएस-12	10.62*	24.43	17.08	45.83
सीएसआईआर-आईएचबीटी-ग्रेड-1	8.99*	31.82*	15.33	35.01
सीएसआईआर-आईएचबीटी-ग्रेड-3	5.66	22.04	11.17	46.83*

किस्म	फूल का व्यास (से.मी.)	प्रति पौधा पत्तों की संख्या	प्रति पौधा फूलों की संख्या	पुष्पदंड की लंबाई (से.मी.)
सीएसआईआर-आईएचबीटी-ग्रेड-4	5.84	28.68*	15.08	45.50
सीएसआईआर-आईएचबीटी-ग्रेड-7	6.06	31.70*	13.92	50.42*
कुल औसत	**8.35**	**27.25**	**17.49**	**46.43**

पश्चिमी हिमालय जैसे क्षेत्र, जहाँ जलवायु स्थितियाँ स्थान-स्थान पर बदलती रहती हैं, वहाँ यह अत्यंत आवश्यक है कि फसलों की उपयुक्तता का परीक्षण विभिन्न पर्यावरणों में किया जाए। इस अध्ययन के दौरान यह स्पष्ट देखा गया कि एक ही किस्म चार अलग-अलग स्थानों पर भिन्न-भिन्न प्रदर्शन देती है। उदाहरणस्वरूप, एक किस्म ऊँचाई वाले क्षेत्र में अधिक फूल देती है, जबकि वही किस्म समतल क्षेत्र में कम उत्पादन करती है। इसका मुख्य कारण तापमान, आद्रता, सूर्यप्रकाश की तीव्रता और मिट्टी की संरचना जैसे कारकों का संयोजन होता है। यह विविधता यह सिद्ध करती है कि जरबेरा की खेती में "वन साइज़ फिट्स ऑल" की सोच अपनाना उचित नहीं है। इसके स्थान पर ऐसी किस्मों की पहचान और चयन आवश्यक है जो अधिकतम स्थानों पर स्थिर रूप से अच्छा प्रदर्शन कर सकें। इस अध्ययन में स्थायित्व विश्लेषण के लिए ईबरहार्ट और रसेल के मॉडल तथा जीजीई बाइप्लॉट जैसे उन्नत सांख्यिकीय तकनीकों का उपयोग किया गया। इन तकनीकों ने यह स्पष्ट किया कि कुछ जीनोटाइप्स जैसे सीएसआईआर-आईएचबीटी-एमएस-12 और सीएसआईआर-आईएचबीटी-वाईएस-20 ने सभी पर्यावरणों में निरंतर अच्छा प्रदर्शन किया, जो इन्हें वाणिज्यिक खेती के लिए अत्यधिक उपयुक्त बनाता है। स्थायित्व विश्लेषण किसानों के लिए यह सुनिश्चित करता है कि वह किसी विशेष किस्म को अपनाते समय इस विश्वास के साथ आगे बढ़ सकते हैं कि वह केवल एक वर्ष या एक स्थान पर ही नहीं, बल्कि लंबे समय तक और विविध परिस्थितियों में भी उन्हें बेहतर परिणाम देगी।

यह अध्ययन पश्चिमी हिमालयी परिस्थितियों में जरबेरा की खेती के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध हुआ है, जिसमें विभिन्न किस्मों के पुष्पीय और पादपीय लक्षणों में महत्वपूर्ण आनुवंशिक विविधता देखी गई। विशेष रूप से किस्म सीएसआईआर-आईएचबीटी-एमएस-12 ने फूल के व्यास जैसे उपज से संबंधित गुणों में श्रेष्ठ औसत प्रदर्शन और स्थायित्व दिखाया, जबकि सीएसआईआर-आईएचबीटी-वाईएस-20 ने पुष्पदंड की लंबाई के लिए बेहतर परिणाम दिए। इन दोनों किस्मों का निरंतर अच्छा प्रदर्शन यह दर्शाता है कि वे न केवल एक विशेष पर्यावरण में बल्कि बदलते हुए मौसम और स्थानों में भी स्थिरता बनाए रखते हैं। इसी आधार पर इन किस्मों को पश्चिमी हिमालयी क्षेत्रों में जरबेरा की व्यावसायिक खेती के लिए किसानों को अपनाने की अनुशंसा की जा सकती है (चित्र 2)। इसके अतिरिक्त, इन उन्नत किस्मों का उपयोग भविष्य के प्रजनन कार्यक्रमों में किया जा सकता है, जिससे नई, अधिक उत्पादक और अनुकूल किस्मों का विकास संभव हो सकेगा। जरबेरा की इन उपयुक्त किस्मों का चयन, जो उच्च फूल व्यास और पुष्पदंड लंबाई जैसी विशेषताएं प्रदर्शित करती हैं, फूलों की खेती उद्योग के विस्तार में सहायक होगा। पश्चिमी हिमालय के जैसे विशेष भौगोलिक क्षेत्र में खेती करना हमेशा एक चुनौती रहा है, लेकिन जब किसानों को ऐसी किस्में उपलब्ध कराई जाती हैं जो पर्यावरण के प्रति अनुकूल और उत्पादन में स्थिर होती हैं, तो खेती न केवल सरल होती है, बल्कि उससे होने वाला मुनाफा भी बढ़ता है। इन किस्मों की खासियत यह है कि इनमें अनुकूलन क्षमता और उच्च गुणवत्ता दोनों मौजूद हैं, जिससे इनका व्यापक पैमाने पर उत्पादन और विपणन आसान हो जाता है। यह विशेष रूप से उन क्षेत्रों में फायदेमंद है, जहाँ पुष्प कृषि की परंपरा अभी पूरी तरह विकसित नहीं हुई है।

यह अध्ययन इस बात का प्रत्यक्ष प्रमाण है कि किस्म सीएसआईआर-आईएचबीटी-एमएस-12 पश्चिमी हिमालयी क्षेत्रों में जरबेरा की व्यावसायिक उपज को बढ़ाने में सहायक सिद्ध होगा, विशेषकर फूल के व्यास जैसे महत्त्वपूर्ण लक्षण को बेहतर बनाकर। इस किस्म की अधिक फूल व्यास, स्थायित्व और पर्यावरणीय अनुकूलन क्षमता, इसे व्यवसायिक उपयोग हेतु अत्यंत लाभकारी बनाती है। इसके परिणामस्वरूप जरबेरा की खेती को न केवल वृहद स्तर पर अपनाया जा सकता है, बल्कि इससे किसानों की आय में भी उल्लेखनीय वृद्धि होगी। विशेष रूप से छोटे और सीमांत किसानों के लिए यह किस्म आजीविका सुधार का एक सशक्त साधन बन सकती है, जो दीर्घकालीन रूप से अगली पीढ़ियों के लिए भी सामाजिक-आर्थिक लाभ सुनिश्चित करेगी। इसलिए, यह अध्ययन फूलों की खेती के क्षेत्र में अनुसंधान, व्यावसायीकरण और ग्रामीण विकास की दिशा में एक सार्थक कदम साबित होता है।

कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

पश्चिमी हिमालय में कंगनी (फॉक्सटेल मिलेट)

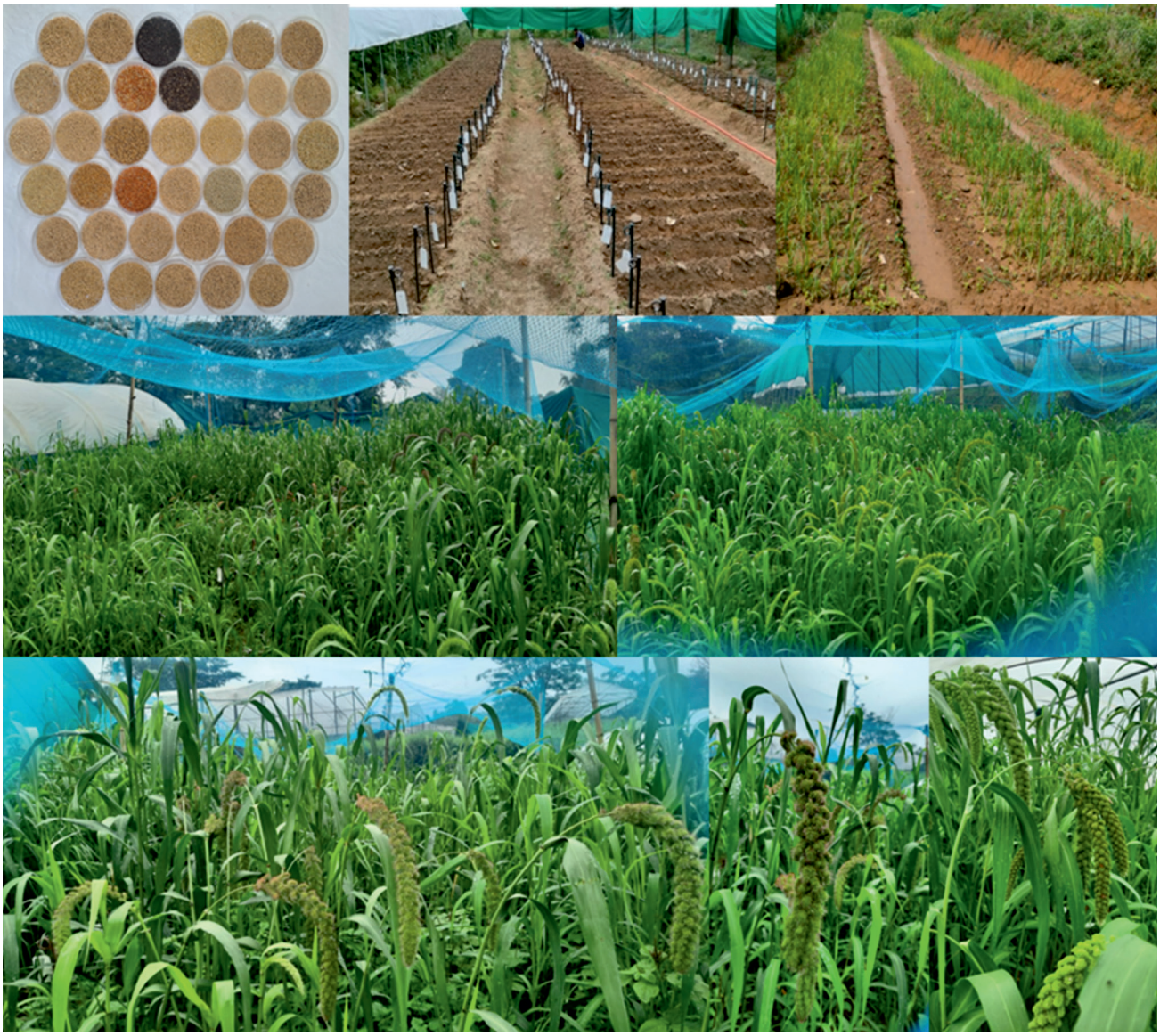
अस्मिता सैनी, नवजोत कौर, सतबीर सिंह

फॉक्सटेल मिलेट (*सेटेरिया इटालिका* एल. पी. ब्यूव.), जिसे हिन्दी में कगनी कहा जाता है, दुनिया की सबसे पुरानी खेती की जाने वाली फसलों में से एक है। इसकी उत्पत्ति चीन में हुई थी और इसे लगभग 8000 ईसा पूर्व में अपनाया गया था। दक्षिण-पश्चिम एशिया और मध्य यूरोप में भी इसकी खेती लगभग 5000 ईसा पूर्व दर्ज की गई। यह सभी मिलेट में दूसरी सबसे व्यापक रूप से उगाई जाने वाली फसल है और पूर्वी एशिया में इसको मुख्य रूप से उगाया जाता है । फॉक्सटेल मिलेट (*सेटेरिया इटालिका*) की खेती अर्द्ध शुष्क क्षेत्रों में आसानी से की जा सकती है और इसका जीवनकाल लगभग 65-70 दिनों में पूरा होता है। यह सूखा प्रतिरोधी फसल होने के कारण इसे कम वर्षा वाले क्षेत्रों में भी उगाई जाती है। इसकी खेती मुख्य रूप से काली, दोमट, जलोढ़ और चिकनी मिट्टी पर की जाती है। फॉक्सटेल मिलेट को भारत और हिमालयन क्षेत्र में कंगनी के नाम से जाना जाता है और इसे इटैलियन मिलेट, जर्मन मिलेट या हे मिलेट के नाम से भी जाना जाता है। इसमें अन्य अनाज वाली फसलों की तुलना में अजैविक तनावों के प्रति अधिक सहनशीलता है। फॉक्सटेल मिलेट में अन्य अनाज वाली प्रमुख फसलों चावल और गेहूं की तुलना में 12.3% प्रोटीन, 4.3% वसा, 60.9% कार्बोहाइड्रेट, 14.0% आहार फाइबर और 3.3% खनिज, 31 ग्राम कैल्शियम, 290 मिलीग्राम फॉस्फोरस, 5 मिलीग्राम आयरन और विटामिन अधिक होते हैं। फॉक्सटेल मिलेट में पोषण सामग्री और स्वास्थ्य को बढ़ावा देने वाले गुण, कम उपजाऊ मिट्टी में बढ़ने की क्षमता, पर्यावरणीय तनाव और विशेष रूप से सूखे के प्रति सहनशीलता के कारण पहाड़ी किसान इसको उगाने के लिये अधिक महत्व देते हैं। यह बदलती जलवायु के संदर्भ में खाद्य असुरक्षा से निपटने के लिये भविष्य की फसल है। इस अध्ययन का उद्देश्य फॉक्सटेल मिलेट का पश्चिमी हिमालय में आकारिकी मूल्यांकन करना है (चित्र 1)।

फॉक्सटेल मिलेट की कुल उन्नीस विभिन्न जीन-प्ररूपों का मूल्यांकन यादृच्छिक ब्लॉक डिजाइन (आरबीडी) में किया गया। पंक्ति से पंक्ति की दूरी 45 सेमी और पौधे से पौधे की दूरी 15 सेमी रखी गई। बीज बोने की तिथि से लेकर खेत में कम से कम 50% पौधों में फूल आने की तिथि तक दिनों की संख्या को रिकॉर्ड किया गया। कटाई से पहले प्रत्येक जीनप्ररूप से तीन पौधों को यादृच्छिक रूप से चुना गया और फूल आने के दिन, पौधे की ऊंचाई (सेमी), पैनिकल की लंबाई (सेमी) और अनाज की उपज (ग्राम प्रति पौधा) का डेटा अवलोकन किया गया। प्रसरण का संयुक्त विश्लेषण, एबरहार्ट और रसेल मॉडल का उपयोग करके एक-कारक 'ANOVA' विश्लेषण का उपयोग करके गणना की गई।

विचरण का संयुक्त विश्लेषण फूल आने के दिनों, पौधे की ऊंचाई, पैनिकल की लंबाई और अनाज की उपज के लिए सार्थक पाया गया। परिणाम से पता चलता है कि इन लक्षणों में बहुत अधिक आनुवंशिक भिन्नता है। सप्कोटा और सहलेखक ने फॉक्सटेल मिलेट में सभी लक्षण जैसे पेनिकल की लंबाई, फूल आने के दिन, पौधे के परिपक्व होने के दिन और प्रति पौधा उपज, आदि के लिए परिणाम सार्थक पाये ।

सभी जीनप्ररूप के देखे गए लक्षणों में महत्वपूर्ण भिन्नता पाई गई। पौधे की ऊँचाई 33 से 68.66 से.मी., फूल आने के दिन 53 से 84.33 दिन, पैनिकल की लंबाई 13 से 21 से.मी. और अनाज की उपज 102.4 से 226.46 ग्राम प्रति पौधा उपज प्राप्त की गई। प्रकाश संश्लेषण, तापमान और वर्षा जैसे जलवायु कारक आकारिकी लक्षणों को प्रभावित कर सकते हैं। पौधों की आनुवंशिक संरचना आकारिकी लक्षणों की अभिव्यक्ति के लिए जिम्मेदार है लेकिन यह पर्यावरणीय कारकों से भी प्रभावित होती है। कुल मिलाकर जीनप्ररूप Ise1722 में पौधे की सबसे अधिक ऊंचाई, जीनप्ररूप Ise1377 और Ise1646 में सबसे अधिक पैनिकल लंबाई



चित्र 1: सीएसआईआर-आईएचबीटी, पालमपुर क्षेत्र में फॉक्सटेल मिलेट

और जीनप्ररूप Ise1729 में सबसे अधिक अनाज की उपज मापी गई। आनुवंशिक विविधता बेहतर जीनप्ररूप के प्रजनन के लिए एक महत्वपूर्ण मानदंड के रूप में कार्य करती है। इसलिए इन जीनप्ररूप का उपयोग पश्चिमी हिमालय में भविष्य के प्रजनन कार्यक्रमों में किया जा सकता है।

पी-हीटमैप विभिन्न पौधों के जीनप्ररूप में आकारिकी लक्षणों के पदानुक्रमित समूह को दर्शाता है। पी-हीटमैप के डेटा से पता चला कि सभी उपचार संयोजनों में सबसे अधिक पौधे की ऊंचाई जीनप्ररूप Ise1722 में पाई गई, सबसे अधिक पैनिकल लंबाई जीनप्ररूप Ise1377 और Ise1646 में पाई गई और सबसे अधिक अनाज की उपज जीनप्ररूप Ise1729 में पाई गई।

अध्ययन का उद्देश्य श्रेष्ठ जीन-प्ररूपों की पहचान करना और फॉक्सटेल मिलेट में चयन रणनीति विकसित करना था। विचरण का संयुक्त विश्लेषण सभी लक्षणों के लिए सार्थक पाया गया। जीनप्ररूप Ise1729 में सबसे अधिक पैनिकल लंबाई और अनाज की उपज मापी गई। पी-हीटमैप ने सभी जीन-प्ररूपों को दो समूहों में विभाजित किया और अधिकांश उच्च प्रदर्शनकर्ता जीनप्ररूप समूह-1(II) में मिले जिनका उपयोग आगे प्रजनन कार्यक्रमों के लिए किया जा सकता है। अधिक पैनिकल लंबाई और अनाज की उपज के लिए चयन करना फॉक्सटेल मिलेट में उपज में सुधार के लिए प्रभावी होंगे।

कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

मेंथा : कृषि से उद्योग तक

अमित कुमारी

परिचय और वैज्ञानिक महत्व

मेंथा पिपरिता या पेपरमिंट (चित्र 1. क), पुदीने की एक खास प्रजाति है, जो वैज्ञानिक और औषधीय दृष्टि से आपार संभावनाओं से भरपूर है। यह एक सुगंधित एवं बहुउपयोगी पौधा है, जिसका व्यापक उपयोग आधुनिक औषधि निर्माण, सौंदर्य प्रसाधन उद्योग और खाद्य प्रसंस्करण में किया जाता है। मेंथा पिपरिता एक प्राकृतिक संकर पौधा है, जिसकी उत्पति वाटरमिंट (Watermint) तथा स्पेयरमिंट (sparemint) के प्राकृतिक संयोजन से हुई है। यह लोकप्रिय पौधा जो लैमीएसी परिवार से संबंध रखता है, को हम इसकी खुशबू, ठंडक एवं तीखे स्वाद के लिए जानते हैं। प्राचीन काल से ही मेंथा पिपरिता का उपयोग विभिन्न पारंपरिक चिकित्सा पद्धतियों में किया जाता रहा है। आयुर्वेद में इसे पाचन संस्थान को मजबूत करने, श्वसन तंत्र की समस्याओं के निदान और मानसिक स्वास्थ्य में सुधार के लिए प्रयोग किया जाता है। यूनानी चिकित्सा पद्धति में भी इसका व्यापक उपयोग पेट की गैस, सिरदर्द और सर्दी-जुकाम के उपचार में किया जाता है। इसके एंटीबैक्टीरियल, एंटीवायरल और एंटीइंफ्लेमेटरी गुण इसे स्वास्थ्य के लिए अत्यंत लाभकारी बनाते हैं। आधुनिक एलोपैथिक चिकित्सा में भी इसके वैज्ञानिक गुणों को स्वीकार किया गया है। बीते कुछ सालों में कोविड-19 महामारी के दौरान, इसे श्वसन तंत्र को मजबूत करने और रोग प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने के लिए उपयोग किया गया। औषधीय गुणों से भरपूर मेंथा-पिपारिता पौधे के तेल (चित्र 1. ग) का उपयोग विशेष रूप से चकित्सीय एवं विशिष्ट स्वाद के लिए किया जाता है। इस पौधे से सगंध तेल की प्राप्ति जल-वाष्प आसवन तकनीक (चित्र 1. ख) के माध्यम से की जाती है। मेन्थोल मेंथा पिपारिता के तेल में पाए जाने वाला प्रमुख रासायनिक घटक है, जो इसके विशिष्ट शीतल प्रभाव का मुख्य कारक है और इसकी पहचान का आधार भी।

मेन्थोल निष्कर्षण अनुसंधान की आवश्यकता एवं चुनौतियां

मेंथा पिपरिता से प्राप्त मेंथोल की विशेषता इसका अत्यंत तीव्र और विशिष्ट स्वाद है, जो इसे अन्य स्रोतों से प्राप्त मेंथोल से अलग पहचान दिलाता है और इसकी गुणवत्ता को परिभाषित करता है। मिंट तेल से मेन्थोल क्रिस्टल को ठंडा करके अलग किया जाता है, यह प्रक्रिया मेन्थोल क्रिस्टल अलग करने वाली सबसे पुरानी तकनीक है। इस प्रक्रिया का इस्तेमाल मुख्यत मेंथा अरवेनसिस (मिंट तेल) से मेन्थोल निकालने के लिए आज भी किया जाता है। क्योंकि मेंथा अरवेंसिस (मिंट तेल) में मेन्थोल की मात्रा >70% है इसलिए मिंट तेल से मेन्थोल को केवल ठंडा करके निकाला जा सकता है। मेंथा पिपारिता के तेल में मेन्थोल कि मात्र 50% से कम

चित्र 1. क. मेंथा पिपारिता ख. जल-बाष्प आसवन प्रक्रिया ग. मेंथा पिपरिता तेल

होने के कारण उसे ठड़क विधि (पुरानी तकनीक) से निकालना असंभव है, तथा आधुनिक तकनीक जैसे सुपरक्रिटिकल कार्बनडाईऑक्साइड, वैक्यूम फ्रिक्शनल डिस्टलैशन (वैक्यूम आंशिक आसवन), जो महंगी हैं तथा इनका इस्तेमाल करने के लिए विशेष मानव संशाधन और समय कि आवश्यक्ता होती है, क्रोमटोग्राफीक पृथक्करण यह तकनीक केवल प्रयोगशाला स्तर की है, इसलिए इन तकनीकों का इस्तेमाल करना औधोगिक दृष्टि से लाभदायक नहीं मालूम पड़ता है। इस प्रकार, मेंथॉल क्रिस्टल को मेंथा पिपारिता (पेपरमिंट तेल) से अलग करने के लिए उन्नत क्रिस्टलीकरण तकनीकों और ऐसी कम खर्चीली रणनीतियों के विकास की आवश्यकता थी जिनके द्वारा प्राकृतिक अणुओं को औद्योगिक पैमाने पर उत्पादित किए जा सकने वाले उत्पादों में बदला जा सके।

मेंथोल निष्कर्षण में तकनीकी क्रांति

मेंथा पिपारिता से उच्च शुद्धता वाले मेंथॉल क्रिस्टल निकालने के पहली बार एक नवीन विधि का आविष्कार किया गया, जिसमें विलायक प्रणालियों के चयनात्मक संयोजन का उपयोग करके न्यूनतम संभव समय में मेंथा पिपारिता तेल का क्रिस्टलीकरण प्राप्त किया जाता है (चित्र 2)। यह नवीन तकनीक सरल है क्योंकि यह मेंथॉल क्रिस्टल की उच्च मात्रा और शुद्धता प्राप्त करने की प्रक्रिया में चरणों की संख्या को कम करती है। यह अध्ययन मेंथॉल क्रिस्टलीकरण के लिए बेहतर तकनीक के निर्माण की आवश्यकता के बारे में जागरूकता बढ़ाने के हमारे प्रयासों में प्रारंभिक कदम के रूप में काम करेगा।

चित्र 2. मेन्थोल क्रिस्टल

क्या सच में है मेन्थोल इतना उपयोगी

मेन्थोल, पौधों से प्राप्त होने वाला एक प्राकृतिक यौगिक ही नहीं बल्कि एक एहसास है जिसका उपयोग विभिन्न उद्योगों में किया जाता है (चित्र 3)। मेन्थोल की ठंडक, सुगंध तथा तीखापन जैसी संतुलित विशेषताएं इसे फार्मास्युटिकल उद्योग, खाद्य एवं पेय उद्योग, अरोमथेरपी एवं पर्फ्यूम उद्योग, कृषि एवं कीटनाशक, तंबाकू उद्योग, और कॉस्मेटिक उद्योग सहित विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों में अत्यंत उपयोगी बनाती है। भारत देश दुनिया का एक प्रमुख पुदीना तथा मेन्थोल उत्पादक एवं निर्यातक देश है, वर्ष 2023

चित्र 3 मेन्थोल का विभिन्न उद्योगों में उपयोग

में कुल वैश्विक निर्यात का 26% भारत देश से था। भारतीय मेन्थोल बाजार 2024 बर्ष में 12.34 हजार मेट्रिक टन के स्तर पर पँहुच गया है तथा इसकी 2030 तक चक्रबृद्धि बार्षिक बृद्धि दर से बढ़ने का अनुमान है। इस बृद्धि को मुख्य रूप से फार्मास्युटिकल उद्योग, कॉस्मेटिक उद्योग की बढ़ती मांगों द्वारा संचालित किया जा रहा है। फार्मास्युटिकल उद्योग जहां एक और इसे विभिन्न दवाओं, दर्द निवारक वाम, इनहेलर, कप सिरप में इस्तेमाल किया जाता है तो दूसरी और इसकी ठंडक देने वाली विशेषता इसे जलन, खुजली, सूजन दूर करने में मददगार बनाती है। गले में रहने वाली दर्द तथा खराश को ठीक करने के लिए भी मेन्थोल युक्त लोंजज़ का इस्तेमाल किया जाता है। खाद्य एवं पेय उद्योग में मेन्थोल का इस्तेमाल गम, कैंडी, माउथवॉश, टूथपेस्ट और हर्बल चाय में किया जाता है। अरोमथेरपी एवं पर्फ्यूम उद्योग में मेन्थोल युक्त एसेंशियल ऑइल का इस्तेमाल रूम फ्रेशनेर में मुख्य रूप से इस्तेमाल किया जाता है। इसके अलावा मेन्थोल का इस्तेमाल शैम्पू, आफ्टरशेव लोशन, मेन्थोल युक्त सिगरेट, प्राकृतिक कीटनाशक, तथा विशेष रूप के पेंट में भी इस्तेमाल किया जाता है।

मेन्थोल अपनी बहु-उपयोगिताओं एवं विशेषताओं के कारण विभिन्न उद्योगों की रीढ़ बना हुआ है और शायद इसलिए मेंथा का उपयोग सदियों से होता चला आ रहा है। मेन्थोल अलग- अलग फसलों से प्राप्त होने के कारण, इसकी शुद्धता, सुगंध, स्वाद, तीखापन, तीव्रता तथा ठंडक में काफी अंतर होता है जिससे इसका उपयोग विभिन्न उद्योगों में भिन्न रूप से किया जाता है। चाहे पेपरमिंट से प्राप्त मेन्थोल की शुद्धता हो, या फिर कॉर्नमिंट की तीव्रता, या फिर स्पीयरमिंट की हल्की मिठास हो, मेन्थोल का प्रभाव दुनियाभर के औद्योगिक तथा उपभोक्ता उत्पादों में महत्वपूर्ण बना हुआ है।

रासायनिक प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

स्टीविया की खेती के लिए उन्नत किस्में

निकेता यादव, प्रोबीर कुमार पाल, सतबीर सिंह, सनतसुजात सिंह

आज की स्वास्थ्य-सचेत दुनिया में, प्राकृतिक शक्कर विकल्पों की मांग तेज़ी से बढ़ रही है। ऐसे में एक विशेष पौधा चर्चा में है — स्टीविया (*Stevia rebaudiana*), जो दक्षिण अमेरिका का मूल निवासी है, लेकिन अब भारत में भी इसकी खेती उन्नत स्तर पर हो रही है। स्टीविया एक बहुवर्षीय जड़ी-बूटी है जो एस्टेरेसी कुल से संबंधित है। इसके पत्तों में पाए जाने वाले स्टेवियोल ग्लाइकोसाइड्स जैसे स्टेविओसाइड और रेबॉडिओसाइड-A, इसे चीनी से 300 गुना अधिक मीठा बनाते हैं। खास बात यह है कि यह लगभग कैलोरी मुक्त होता है और यह पौधा मधुमेह, मोटापा और अन्य स्वास्थ्य समस्याओं से जूझ रहे लोगों के लिए सुरक्षित प्राकृतिक स्वीटनर का एक अच्छा विकल्प है।

यह केवल एक प्राकृतिक स्वीटनर नहीं है बल्कि इसमें पाए जाने वाले गुण जैसे की एंटी-कैंसर और एंटी-इंफ्लेमेटरी गुण, इंसुलिन स्राव को उत्तेजित करने की क्षमता तथा हृदय रोगों को कम करने में उपयोगिता के कारण यह खाद्य उत्पादों, दवाइयों, कॉस्मेटिक्स और डेंटल केयर में भी प्रयोग होता है।

वैज्ञानिक तथा औद्योगिक अनुसंधान परिषद - हिमालयी जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान, पालमपुर (हिमाचल प्रदेश) के शोधकर्ताओं ने स्टेविया की एक नई किस्म सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-1801 (CSIR-IHBT-ST-1801) को विभिन्न पर्यावरणों में सूखी पत्ती जैवभार के लिए सर्वश्रेष्ठ और सबसे स्थिर किस्म के रूप में पहचाना है। यह जानकारी आईएचबीटी द्वारा किए गए एक बहुपरिवेशीय परीक्षण में सामने आई है। इस दो वर्षीय अध्ययन में हिमाचल प्रदेश, पंजाब और उत्तराखंड की भिन्न-भिन्न जलवायु वाले चार स्थानों — पालमपुर, लुधियाना, होशियारपुर और किच्छ पर, 9 जीनोटाइप्स का सूखी पत्ती जैवभार (Dry Leaf Biomass) के आधार पर मूल्यांकन किया गया। (तालिका 1) प्रयोगों में सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-1801 जीनोटाइप ने चारों जगहों पर उच्चतम और स्थिर उपज दी, और इसे सबसे उपयुक्त वाणिज्यिक किस्म के रूप में पहचाना गया। सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-1801 सभी स्थानों में 95.31 ग्राम/पौधे की औसत उपज देकर बाकी किस्मों से उत्तम रही। इस शोध में यह भी पाया गया कि होशियारपुर और किच्चा की जलवायु और मृदा परिस्थितियाँ स्टेविया की खेती के लिए अत्यंत अनुकूल हैं। इन स्थानों पर उपज औसतन 75.9 ग्राम/पौधा रही, जो अन्य स्थानों की तुलना में बेहतर है।

तालिका 1: सर्वोत्तम प्रदर्शन करने वाले स्थान

स्थान	औसत सूची पत्ती वभार (ग्राम/पौधा)
होशियारपुर	75.95
किच्छा	75.92
पालमपुर	75.43
लुधियाना	75.12

सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-1801 की मुख्य विशेषताएँ :

- औसत 16.37 प्राथमिक शाखाएँ
- 6.72 से.मी. लंबी पत्तियाँ
- 3.33 से.मी. चौड़ी पत्तियाँ
- 95.31 ग्राम/पौधा सूखी पत्ती बायोमास (लगभग 5 टन/हेक्टेयर)

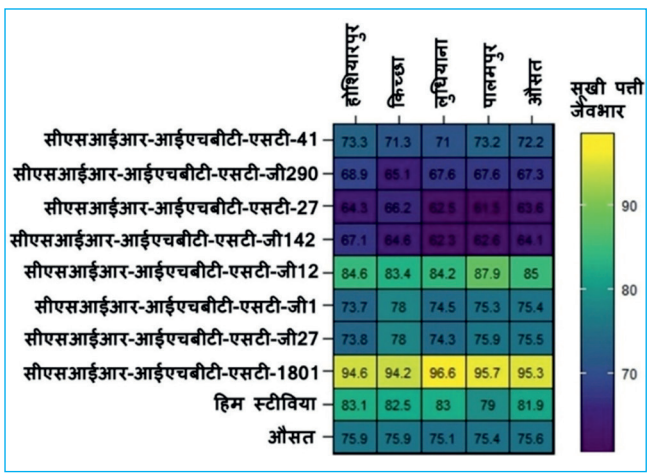
एबरहार्ट और रसेल मॉडल तथा जीजीई बाइप्लॉट से पाया गया कि सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-1801 को उच्च उपज और स्थिरता दोनों में अव्वल पाया गया (तालिका 2)। यह किस्म विभिन्न प्रकार की जलवायु परिस्थितियों में एक जैसी उपज देने की क्षमता रखती है (चित्र 1)। शोध कर्ताओं ने यह निष्कर्ष भी निकाला कि सूखी पत्ती जैवभार बढ़ाने में सबसे अहम योगदान प्राथमिक शाखाओं का होता है। जिन पौधों में शाखाओं की संख्या अधिक थी, उनमें सूखी पत्तियों की उपज भी अधिक पाई गई। ऐसे में अब स्टीविया की नई किस्मों के चयन में प्राथमिक शाखाएं एक महत्वपूर्ण चयन मानदंड बन सकती हैं।

तालिका 2: सर्वोत्तम प्रदर्शन करने वाली किस्में व उनकी स्थान विशेष उपयुक्तता

जीनोटाइप	उपयुक्तता
सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-1801	सभी स्थानों पर स्थिर
सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-41	स्थिर लेकिन औसत उपज
सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-जी290	प्रतिकूल परिस्थितियों में उपयुक्त
हिम स्टीविया व सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-जी12	अनुकूल परिस्थितियों में अच्छा प्रदर्शन

स्टीविया की रोपाई मुख्य रूप से वसंत ऋतु (फरवरी के अंत से मार्च तक) या फिर वर्षा ऋतु की शुरुआत (जून से जुलाई) में की जाती है। स्टीविया की खेती के लिए पौधों को 45 सेंटीमीटर की दूरी पर रोपना चाहिए जिससे की प्रति हेक्टेयर लगभग 50,000 पौधे लगाए जा सकते हैं। भूमि की बात करें तो अच्छी जल निकासी वाली दोमट या रेतीली दोमट मिट्टी सबसे उपयुक्त रहती है। मिट्टी का पीएच स्तर 6.5 से 7.5 के बीच होना चाहिए। जलभराव वाली भूमि से बचना चाहिए क्योंकि इससे जड़ सड़ने की संभावना बढ़ जाती है। भूमि की तैयारी के समय लगभग 20 टन गोबर की खाद के साथ 100:40:50 किलोग्राम एनपीके उर्वरक प्रति हेक्टेयर डालना लाभकारी रहता है। इस फसल की नियमित सिंचाई और निराई-गुड़ाई करनी होती है ताकि खरपतवार न पनपें और पौधे स्वस्थ रहें। कटाई के समय जब पत्तियाँ परिपक्व हो जाएँ, तो उन्हें छाया में सुखाकर संग्रह करना चाहिए, जिससे उनमें मौजूद प्राकृतिक मिठास बनी रहे।

स्टीविया, एक प्राकृतिक मीठास देने वाला पौधा है, जो आजकल स्वास्थ्य और आर्थिक दृष्टिकोण से किसानों के लिए एक आकर्षक विकल्प बनता जा रहा है। यह पौधा विशेष रूप से उन लोगों के लिए वरदान है जो शुगर या डायबिटीज़ जैसी बीमारियों से पीड़ित हैं, क्योंकि इसकी पत्तियाँ सामान्य चीनी की तुलना में 300 गुना अधिक मीठी होती हैं, फिर भी इसमें कैलोरी नहीं के बराबर होती है। भारत में इसकी खेती धीरे-धीरे रफ्तार पकड़ रही है और वैज्ञानिकों द्वारा विकसित उन्नत किस्में इसमें महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही हैं। सीएसआईआर-आईएचबीटी-एसटी-1801 जैसी किस्में न केवल अधिक सूखी पत्तियों की उपज देती हैं, बल्कि मौसम और ज़मीन बदलने पर भी स्थिर प्रदर्शन करती हैं। यदि आप स्टेविया की खेती करना चाहते हैं तो इस किस्म को अपनाना कम जोखिम और अधिक लाभ की दिशा में एक पक्का कदम हो सकता है। स्टीविया की वैश्विक मांग को देखते हुए, यह खेती न केवल किसानों की आमदनी बढ़ाने में सहायक है, बल्कि एक हरित और स्वास्थ्यवर्धक भविष्य की ओर भी एक कदम है। यदि किसान वैज्ञानिकों की सलाह और उन्नत किस्मों को अपनाते हैं, तो स्टीविया की खेती उनके लिए एक स्थायी और लाभदायक व्यवसाय बन सकती है।



चित्र 1: स्टीवीया की विभिन्न किस्मो का स्थान विशेष पर प्रदर्शन

कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

पारंपरिक हिमालयी भोजन में मिलेट की भूमिका

शांभवी, पायल चौहान, महेश गुप्ता

मिलेट्स, जिन्हे अक्सर पोषक-अनाज के रूप में संदर्भित किया जाता है, वह पोषक तत्वों से भरपूर अनाज है जिसे 10,000 सेअधिक वर्षों से उगाया जा रहा है। "मिलेट्स" शब्द फ्रेंच शब्द 'मिल' से लिया गया है, जिसका अर्थ है "हजारों", जो छोटे, लचीले अनाज को दर्शाता है, जो सूखे का सामना कर सकते हैं और गर्म क्षेत्रों में पनप सकते हैं, विशेष रूप से एशिया और अफ्रीका में। ये अनाज महत्वपूर्ण मुख्य खाद्य पदार्थ हैं, विशेष रूप से शुष्क क्षेत्रों में, सीमित नमी वाली सीमांत मिट्टी के लिए उनकी कठोरता और अनुकूलनशीलता के कारण। मिलेट्स पोएसी परिवार और पैनिकोइडिया उप-परिवार से संबंधित है, जिसमें प्रमुख किस्में शामिल हैं जिनमें सोरघम (*सोरघम बाइकलर*), पर्ल मिलेट्स (पेनिसेटम ग्लौकम), फिंगर मिलेट्स (*एल्यूसिन कोराकाना*), फॉक्सटेल मिलेट्स (*सेटेरिया इटालिका*), लिटिल मिलेट्स (*पैनिकम मिलियारे*), कोडो मिलेट्स (*पास्पालम स्क्रोबिकुलैटम*), और बार्नयार्ड मिलेट्स (*इचिनोक्लो आफ्रुमेंटेसिया*)। मिलेट्स आहार फाइबर, एंटीऑक्सीडेंट, खनिज, फाइटोकेमिकल्स, पॉलीफेनोल और प्रोटीन से भरपूर होता है, जो इसे विभिन्न स्वास्थ्य समस्याओं से निपटने के लिए एक प्राकृतिक शक्ति बनाता है। अपने स्वास्थ्य लाभों के अलावा, मिलेट्स से बने खाद्य पदार्थ सहित पारंपरिक खाद्य पदार्थ सांस्कृतिक विरासत का एक महत्वपूर्ण हिस्सा हैं। पारंपरिक खाद्य पदार्थों में वे प्रथागत तरीके शामिल होते हैं जो पीढ़ियों से चले आ रहे हैं और कई वर्षों से ईमानदारी से उनका पालन किया जाता आ रहा है। पारंपरिक खाद्य पदार्थों की विशेषता पारंपरिक सामग्री के विशिष्ट उपयोग से होती है, जिसका ऐतिहासिक उपयोग विशिष्ट भौगोलिक स्थानों से जुड़ा हुआ है। ये खाद्य पदार्थ सांस्कृतिक विरासत को संरक्षित करने, खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने समाज और संधारणीय खाद्य प्रणालियों के बीच एक महत्वपूर्ण कड़ी प्रदान करने के लिए आवश्यक हैं। पारंपरिक खाद्य प्रणालियों का एक प्रमुख पहलू किण्वन है, जो खाद्य पदार्थों के पोषण मूल्य और शेल्फ लाइफ को बढ़ाता है। स्वदेशी ज्ञान का उपयोग करके तैयार किए गए किण्वित खाद्य पदार्थ रोगाणु रोधी, एंटीफंगल, एंटीऑक्सीडेंट, एंटी-एथेरोस्क्लेरोटिक, एंटी-डायबिटिक और एंटी-इंफ्लेमेटरी गुणों जैसे स्वास्थ्य लाभ प्रदान करते हैं। किण्वन स्वाद और बनावट में भी सुधार करता है और खाना पकाने का समय कम करता है। इसलिए, मिलेट्स, पारंपरिक खाद्य पदार्थ और किण्वन के बीच संबंध उनके पोषण संबंधी और सांस्कृतिक महत्व दोनों को उजागर करता है।

पारंपरिक किण्वित और गैर-किण्वित उत्पाद

किण्वित मिलेट-आधारित खाद्य उत्पाद

1. मिलेट *सिड्डू*

सिड्डू हिमाचल प्रदेश क्षेत्र की एक पारंपरिक स्टीम्ड ब्रेड है, जिसे आम तौर पर गेहूं के आटे से बनाया जाता है। हालाँकि, *सिड्डू* का एक मिलेट-आधारित संस्करण भी है जो उन क्षेत्रों में लोकप्रिय है जहाँ मिलेट मुख्य भोजन है। यह मिलेट-आधारित *सिड्डू* पारंपरिक गेहूं-आधारित *सिड्डू* की तरह ही तैयार किया जाता है, लेकिन इसमें मिलेट्स का आटा, विशेष रूप से फिंगर मिलेट (रागी) या अन्य स्थानीय रूप से उगाए जाने वाले मिलेट्स की किस्मों का आटा शामिल होता है, जो बेहतर पोषण गुणों के साथ एक स्वस्थ, ग्लूटेन-मुक्त विकल्प प्रदान करता है।

2. छांग (मिलेट बियर)

छांग मिलेट्स से बना एक पारंपरिक किण्वित पेय है, आमतौर पर रागी या जौ। हिमाचल प्रदेश में त्योहारों, समारोहों और सामाजिक समारोहों के दौरान इसका व्यापक रूप से सेवन किया जाता है। किण्वन प्रक्रिया से हल्का खट्टा और थोड़ा अल्कोहल जैसा स्वाद मिलता है। अपने

प्रोबायोटिक गुणों के कारण, *छांग को* पाचन स्वास्थ्य को बढ़ावा देने और आंत के स्वास्थ्य का समर्थन करने वाला माना जाता है।

3. रागी अम्बली (किण्वित फिंगर मिलेट दलिया)

रागी *अंबाली* एक किण्वित दलिया है जिसे फिंगर मिलेट (रागी) से बनाया जाता है। मिलेट्स को भिगोया जाता है, किण्वित किया जाता है, और बाद में एक मुलायम, तीखा दलिया बनाने के लिए पकाया जाता है। किण्वन प्रक्रिया पोषक तत्वों की जैव उपलब्धता को बढ़ाती है, पाचन क्षमता और पोषण मूल्य में सुधार करती है। इसका स्वाद और पोषक तत्व प्रोफ़ाइल को और बढ़ाने के लिए इसे छाछ, दही या नमक के साथ परोसा जाता है।

4. सुरा

सुरा एक किण्वित पेय है जो मिलेट्स से प्राप्त होता है और इसका रंग भूरा होता है। इसे मुख्य रूप से कुल्लू जिले की लग घाटी, कांगड़ा के छोटा भंगाल क्षेत्र और मंडी में तैयार किया जाता है। इसे पारंपरिक जड़ी-बूटियों के मिश्रण *'ढेहली'* के साथ मिलेट्स के आटे के प्राकृतिक किण्वन द्वारा बनाया जाता है । मिश्रण को फिर 8-10 दिनों के लिए किण्वन के लिए छोड़ दिया जाता है।

सीएसआईआर-आईएचबीटी में, विभिन्न मिलेट-आधारित किण्वित उत्पादों का विकास किया जा रहा है, जिनमें सिड्डू और अक्तोरी शामिल हैं, जिनका उद्देश्य पारंपरिक मिलेट और किण्वन के समावेश के माध्यम से पोषण और कार्यात्मक गुणों में सुधार करना है। सिड्डू आम तौर पर मैदे से बनाया जाता है। मिलेट्स (फिंगर और बार्नयार्ड मिलेट) से बने सिड्डू में मैदे से बने सिड्डू की तुलना में ज़्यादा पोषण मूल्य होगा। शोध से पता चला है कि फिंगर और बार्नयार्ड मिलेट से बने *सिड्डू* में अच्छे पोषण गुण और प्रोबायोटिक लाभ हैं, जिसमें उच्च फाइबर सामग्री (3.72% और 4.06%) और प्रोटीन सामग्री यानी 9.83% और 10.57% है। अलग

फिंगर मिलेट सिड्डू

बार्नयार्ड मिलेटसिड्डू

अक्तोरी

किए गए बैक्टीरिया ने एसिड और पित्त सहनशीलता के लिए 6 घंटे तक अच्छी उत्तर जीविता दिखाई। इसलिए, **सिड्डू** विकसित करने के लिए मैदा में फिंगर और बार्नयार्ड मिलेट के आटे को शामिल करने से न केवल पोषण सामग्री में सुधार होता है बल्कि स्वस्थ आंत के लिए प्रोबायोटिक लाभ भी मिलता है।

अक्तोरी हिमाचल प्रदेश के लाहौल-स्पीति क्षेत्र का एक पारंपरिक मीठा नाश्ता है, जो पश्चिमी पैनकेक जैसा दिखता है। *यह* एक गैर-किण्वित व्यंजन है जिसे ज़्यादातर हिमाचल प्रदेश के ऊपरी क्षेत्र में खाया जाता है, जिसे आमतौर पर कुट्टू और गेहूँ के आटे से बनाया जाता है। *अक्तोरी* के विकास के लिए फिंगर मिलेट (*एल्यूसिन कोराकाना*) *और किण्वन प्रक्रिया का उपयोग करके, पारंपरिक अक्तोरी की* तुलना में पोषण मूल्यों के साथ-साथ प्रोबायोटिक विशेषताओं में भी वृद्धि हुई है। किण्वित *अक्तोरी* के मामले में , यह देखा गया कि इसमें उच्च फाइबर (4.22%) और प्रोटीन सामग्री (11.34%) के साथ अच्छी प्रोबायोटिक विशेषताएँ हैं, जो एसिड और पित्त सहिष्णुता के लिए 3 घंटे तक अलग किए गए बैक्टीरिया की अच्छी उत्तर जीविता के साथ-साथ ऑटो-एग्रीगेशन, को-एग्रीगेशन और हाइड्रोफोबिसिटी के लिए सकारात्मक परिणामों का संकेत देती हैं। किण्वन और फिंगर मिलेट के साथ कुट्टू के उपयोग के माध्यम से, *अक्तोरी* के पोषण गुणों को बढ़ाया गया और प्रोबायोटिक विशेषताओं को विकसित किया गया।

गैर-किण्वित मिलेट-आधारित खाद्य उत्पाद

1. मिलेट्स की रोटी

हिमाचल प्रदेश में, मिलेट्स के आटे, खास तौर पर फिंगर मिलट या फॉक्सटेल मिलेट्स, का प्रयोग रोटी या चपटी रोटी बनाने के लिए किया जाता है। मिलेट्स के आटे को पानी में मिलाकर बनाया जाता है, फिर इसे चपटी डिस्क में रोल करके, तवे पर सेंका जाता है। इस मिलेट्स की रोटी को अक्सर सब्ज़ियों, दालों या चटनी के साथ परोसा जाता है। गेहूं आधारित रोटी के ग्लूटेन-मुक्त विकल्प के रूप में, यह उच्च पोषण मूल्य प्रदान करता है।

2. मिलेट्स की खिचड़ी

मिलेट्स का उपयोग *खीर* या *दलिया* बनाने में किया जाता है , जो नाश्ते या मिठाई के लिए एक लोकप्रिय व्यंजन है। मिलेट्स को पानी या दूध के साथ पकाया जाता है और गुड़ या चीनी से मीठा किया जाता है। कभी-कभी, स्वाद और पोषण बढ़ाने के लिए इसमें सूखे मेवे भी मिलाए जाते हैं। यह सरल व्यंजन ऊर्जा का एक समृद्ध स्रोत प्रदान करता है और विशेष रूप से सर्दियों के दौरान पसंद किया जाता है।

3. मिलेट सूप

मिलेट्स का उपयोग पौष्टिक सूप तैयार करने के लिए किया जाता है, जहां मिलेट्स के दानों को मौसमी सब्जियों और स्थानीय मसालों के साथ

पकाया जाता है। यह सूप ठंडे जलवायु वाले क्षेत्रों के लिए आदर्श है।

4. बाडी

बाडी उत्तराखंड का एक पारंपरिक व्यंजन है, जो मिलेट्स के आटे से बनाया जाता है। इसे गहट/ कुलथ दाल या फाणू के साथ खाना सबसे अच्छा लगता है। बाडी एक रेडी-टू-कुक भोजन है, जो पोषक तत्वों से भरपूर है। इसे बनाने के लिए, पानी को उबाल लें, फिर इसमें मंडुआ (मिलेट्स का आटा) डालें और कुछ मिनट तक पकाएँ। स्वाद बढ़ाने के लिए इसमें घी भी मिलाया जा सकता है।

हिमालयी क्षेत्र का पारंपरिक भोजन नगेट्स/बड़ियां, जो हिमाचल प्रदेश और उत्तराखंड के कुछ हिस्सों में खास तौर पर लोकप्रिय है, हरे मूँग और मसालों और जड़ी-बूटियों के मिश्रण से तैयार किया जाता है जो स्वाद और पोषण दोनों को बढ़ाता है। त्योहारों, शादियों और सर्दियों के मौसम में लोकप्रिय ये नगेट्स गर्मी और पोषण प्रदान करते हैं। यह डिश प्रोटीन से भरपूर दाल और सुगंधित मसालों का एक पौष्टिक मिश्रण है, जो हिमालय के ठंडे, ऊंचे वातावरण के लिए एक दम सही है। सीएसआईआर-आईएचबीटी में, विभिन्न मिलेट-आधारित गैर-किण्वित उत्पादों का भी विकास किया जा रहा है, जिनमें नगेट्स और स्प्रेड शामिल है| मिलेट यानी फिंगर मिलेट और बार्नयार्ड मिलेट को शामिल करने से नगेट्स का पोषण मूल्य काफी बढ़ गया, जिससे प्रोटीन (22.4%), कार्बोहाइड्रेट (56.73%), फाइबर (2.3%), आयरन (3.35 mg/100g) और जिंक (2.48 mg/100g) का उच्च स्तर प्राप्त हुआ। रेडी-टू-कुक नगेट्स में 30% मिलेट्स का आटा शामिल करने से उनका पोषण मूल्य बढ़ गया, साथ ही स्वाद और पोषण का सामंजस्य पूर्ण संतुलन भी बना रहा।

स्प्रेड, भोजन के लिए एक बहुमुखी और स्वादिष्ट सामग्री है, जिसे आसानी से चाकू से ब्रेड पर लगाया जा सकता है। पनीर और मक्खन जैसी डेयरी-आधारित किस्मों से लेकर जैम और जेली जैसे पौधे-आधारित विकल्पों तक, कई विकल्पों में उपलब्ध, स्प्रेड स्वाद और पोषण दोनों को बढ़ाते हैं। वे शिशुओं के लिए विशेष रूप से लाभदायक हैं, क्योंकि वे भोजन के दौरान ऊर्जा की मात्रा बढ़ाते हैं, विशेष रूप से उन क्षेत्रों में जहां पतला दलिया आम है, तथा पूरक आहार में कम ऊर्जा घनत्व की समस्या को दूर करते हैं। नवीनतम नवाचारों में, मिलेट-आधारित स्प्रेड एक स्वस्थ, टिकाऊ विकल्प के रूप में लोकप्रियता प्राप्त कर रहे हैं। अंकुरित फिंगर मिलेट और पर्ल मिलेट से बने, शहद और गुड़ के साथ, ये स्प्रेड पारंपरिक स्प्रेड के लिए पोषक तत्वों से भरपूर विकल्प प्रदान करते हैं। प्रत्येक सर्विंग में 352.9 किलो कैलोरी, 2.72% प्रोटीन और 84.76% कार्बोहाइड्रेट, साथ ही उच्च फाइबर और एंटीऑक्सीडेंट होते हैं। बेहतर तेल प्रतिधारण और बनावट के साथ, वे ग्लास कंटेनर में

मिलेट स्प्रेड

मिलेट नगेट्स/बड़ियां

संग्रहीत होने पर 120 दिनों तक शेल्फ स्थिरता भी बढ़ाते हैं। प्रसंस्कृत स्प्रेड के लिए एक स्वस्थ विकल्प के रूप में, मिलेट आधारित स्प्रेड उन लोगों के लिए एकदम सही है जो कार्यात्मक, पौष्टिक और पर्यावरण के अनुकूल खाद्य पदार्थ चाहते हैं।

निष्कर्ष

निष्कर्ष में, मिलेट आधारित खाद्य उत्पाद, चाहे किण्वित हों या गैर-किण्वित, पारंपरिक हिमालयी आहार के लिए महत्वपूर्ण हैं, जो महत्वपूर्ण पोषण संबंधी लाभ प्रदान करते हैं। *सिड्डू*, *छांग* आदि जैसे किण्वित मिलेट आधारित खाद्य पदार्थ न केवल आंत के स्वास्थ्य में सुधार करते हैं, बल्कि समग्र पोषण सामग्री को भी बढ़ाते हैं, जिससे वे स्थानीय व्यंजनों का एक अभिन्न अंग बन जाते हैं। मिलेट की रोटियाँ, दलिया और सूप जैसे गैर-किण्वित मिलेट उत्पाद ग्लूटेन-मुक्त होते हैं, आवश्यक पोषक तत्वों से भरपूर होते हैं, और ऊर्जा बढ़ाने वाले लाभ प्रदान करते हैं, जो उन्हें कठोर पर्वतीय जल वायु के लिए एक दम सही बनाते हैं। मिलेट आधारित ये व्यंजन सांस्कृतिक महत्व रखते हैं, लचीलापन प्रदर्शित करते हैं, और सतत/संधारणीय खाद्य प्रणालियों के लिए क्षेत्र की बढ़ती माँग के अनुकूल आसानी से ढल जाते हैं। इसके अलावा, मिलेट आधारित खाद्य उत्पादों पर शोध इन अनाजों की पोषण और प्रोबायोटिक गुणों को बढ़ाने, पोषक तत्वों के अवशोषण में सुधार और दीर्घकालिक स्वास्थ्य लाभ सुनिश्चित करने की क्षमता पर प्रकाश डालता है। पारंपरिक और आधुनिक खाद्य उत्पादों जैसे कि स्प्रेड और रेडी-टू-कुक नगेट्स में मिलेट को शामिल करके, हम उनके पोषण मूल्य और उपभोक्ता आकर्षण को बढ़ा सकते हैं। यह दृष्टिकोण न केवल सांस्कृतिक विरासत को संरक्षित करता है, बल्कि पर्यावरणीय स्थिरता को भी बढ़ावा देता है, खाद्य सुरक्षा का समर्थन करता है, तथा यह सुनिश्चित करता है कि मिलेट भावी पीढ़ियों के लिए स्वस्थ, पर्यावरण-अनुकूल आहार का एक मूलभूत घटक बना रहे।

आहारिकी एवं पोषण प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

क्लेरी सेज एक औषधि : विविध संभावनाएँ

सतबीर सिंह, रमेश चौहान, सनतसुजात सिंह

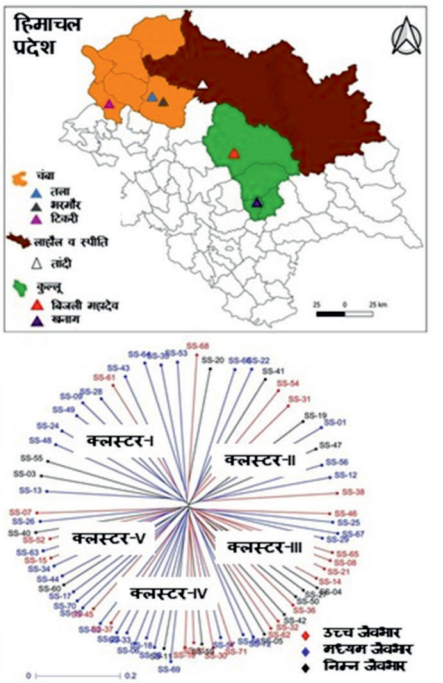
क्लैरी सेज (*Salvia sclarea* L.) एक खुशबूदार और औषधीय पौधा है, जो खासकर यूरोप, एशिया और भारत के पहाड़ी इलाकों में उगाया जाता है। यह पौधा अपनी खुशबूदार जड़ी-बूटी और तेल के लिए जाना जाता है, जिसका इस्तेमाल इत्र, दवाइयों और खाने-पीने की चीजों में होता है। हिमालय की ऊँचाइयों पर फैले हरे-भरे खेतों में यह सुगंधित पौधा अपनी पहचान बना रहा है। यह केवल एक पौधा नहीं, बल्कि औषधीय, सौंदर्य और सुगंध की दुनिया में एक उभरता हुआ सितारा है। क्लेरी सेज को अक्सर "यूरोप सेज" या "आई ब्राइट" के नाम से भी जाना जाता है। इसकी पत्तियाँ रोएँदार और फूल हल्के बैंगनी से सफेद रंग के होते हैं। इसके फूलों की मंजरियाँ 40 सेमी तक लंबी हो सकती हैं और इसकी सबसे खास बात है—इसके त्रिकोम (trichome), जो बहुमूल्य एसेंशियल ऑयल का उत्पादन करते हैं। यह सुगंधित तेल एंटीसेप्टिक, एंटीऑक्सीडेंट, एंटीवायरल जैसे कई औषधीय गुणों से भरपूर होता है। साथ ही, यह पर्यावरण के लिए भी अच्छा माना जाता है क्योंकि यह भारी धातुओं से मुक्त रहता है। यही कारण है कि यह पौधा खाद्य, सौंदर्य और औषधि उद्योग में तेजी से लोकप्रिय हो रहा है। भारत के पश्चिमी हिमालय की मध्य-उच्च पहाड़ी इलाकों में इस पौधे की खेती उपयुक्त मानी जाती है। लेकिन इस पौधे की खेती तभी सफल होगी जब हम इसके अच्छे बीज और खेती के तरीके अपनाएं।

हर पौधे के बीज में कुछ न कुछ अंतर होता है। कुछ पौधे ज्यादा तेल देते हैं, कुछ अच्छे आकार के होते हैं, और कुछ कठिन पर्यावरण में भी बढ़ सकते हैं। यही विविधता हमें खेती में फायदा पहुंचाती है। अगर हमारे पास ऐसे पौधे हैं जो ज्यादा तेल देते हैं, अच्छे स्वास्थ्य वाले हैं और मुश्किल हालात में भी बढ़ सकते हैं, तो हम खेती से ज्यादा फायदा उठा सकते हैं। अब जब इसकी मांग बाजार में लगातार बढ़ रही है, तो ज़रूरत है इसकी बेहतर किस्मों के विकास की।

उक्त उद्देश्य की तरफ पश्चिमी हिमालय के छह क्षेत्रों से एकत्रित 72 विभिन्न जीनोटाइप पर हुए इस अध्ययन से यह सामने आया है कि इस पौधे में असाधारण आनुवंशिक विविधता (genetic diversity) छिपी हुई है, जो भविष्य में बेहतर उपज और गुणों वाले किस्मों के विकास का मार्ग प्रशस्त कर सकती है।

हमने हिमालय के अलग-अलग हिस्सों से 72 क्लैरी सेज के जीनोटाइप लिए (तालिका 1) व इनकी आनुवंशिक जाँच व विविधता पर शोधकार्य किया। हमने पाया कि पौधों में बहुत सारे अलग-अलग जीन व गुण हैं। कुछ पौधे बहुत समान थे, कुछ अलग थे। खास बात यह है कि पौधों में मिश्रण भी था, मतलब अलग-अलग जगहों के पौधे मिलकर नए किश्म के पौधे बना रहे थे। इस अध्ययन में 72 जीनोटाइप को तीन अलग-अलग जैवभार (biomass) समूहों जैसा की उच्च, मध्यम और निम्न जैवभार में बाँटा गया । इनकी आनुवंशिक पहचान के लिए इन जीनोटाइप्स की डीएनए प्रोफाइलिंग करने के लिए 49 SSR (Simple Sequence Repeat) मार्कर्रों का उपयोग किया, जिससे की पौधों के आनुवंशिक स्तर पर उनकी विविधता की गहराई से पड़ताल की जा सकी।

इस परीक्षण से कुल 323 एलील्स की पहचान हुई। यह संख्या अपने आप में दिखाती है कि इन पौधों में कितनी विविधता है। सबसे बड़ी बात यह रही कि करीब 78% एलील्स सामान्य और 2% दुर्लभ पाए गए, जबकि कुछ



चित्र 1: अध्ययन किए गए जीनोटाइप्स मे विविधता

एलील्स खास जीनोटाइप से ही जुड़े थे, जो आगे नस्ल सुधार कार्यक्रमों के लिए बेहद उपयोगी साबित होंगे।

तालिका 1: अध्ययन किए गए जीनोटाइप्स और उनके उद्गम स्थान का विवरण

क्रम संख्या	जीनोटाइप्स की संख्या	उद्गम स्थान	ऊँचाई (मीटर)	अक्षांश (Latitude)	देशांतर (Longitude)
1.	9	तला	1788	32.4911° उत्तर	76.4274° पूर्व
2.	18	भरमौर	2195	32.4428° उत्तर	76.5329° पूर्व
3.	7	टिकरी	1489	32.6448° उत्तर	76.0885° पूर्व
4.	8	तांदी	2958	32.5560° उत्तर	76.9751° पूर्व
5.	15	बिजली महादेव	2460	31.9233° उत्तर	77.1504° पूर्व
6.	15	खनाग	2086	31.5184° उत्तर	77.4021° पूर्व

संरचना और समूह विश्लेषण के आधार पर यह पाया गया कि भरमौर क्षेत्र (क्लस्टर-III) के पौधे सबसे अधिक जैवभार देने वाले जीनोटाइप रहे। जिससे की यह क्षेत्र क्लेरी सेज की उन्नत किस्मों के विकास के लिए एक महत्वपूर्ण स्रोत बन जाता है। इन पौधों में खास गुण थे जो खेती के लिए बहुत उपयोगी हैं। इस जानकारी से किसान ये चुन सकते हैं कि कौन से पौधे उन्हें ज्यादा फायदा देंगे। इसके अलावा, अन्य क्लस्टर जैसे क्लस्टर-I, II और IV ने मिश्रित समूहों का प्रतिनिधित्व किया, जो विविध आनुवंशिक पृष्ठभूमि और चयन प्रक्रिया का परिणाम स्वरूप हो सकता हैं। संरचना विश्लेषण (Structure Analysis) से चार उप-समूह की पहचान हुई, जिनमें शुद्ध और मिश्रित जीनोटाइप दोनों पाए गए। POP-II उपसमूह सबसे अधिक विविध पाया गया, जिसमें अधिक विविधता दर्ज की गई। (चित्र 1)

इस अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि क्लेरी सेज में मौजूद विविधता का सही उपयोग कर बेहतर उत्पादन और गुणों वाली किस्में विकसित की जा सकती हैं। इसके लिए भविष्य में और भी उन्नत टकनिकों और अधिक जीनोटाइप्स को शामिल कर, इस दिशा में काम किया जाना चाहिए।

क्लेरी सेज केवल एक औषधीय पौधा नहीं, बल्कि हिमालय की गोद से निकला वह वरदान है जो पर्यावरण, औषधि और उद्योगों में क्रांति ला सकता है। यह अध्ययन दर्शाता है कि वैज्ञानिक दृष्टिकोण से किये गए गहन विश्लेषण किस तरह स्थानीय वनस्पति संपदा को वैश्विक मान्यता दिला सकते हैं। आने वाले समय में यदि इस ज्ञान को कृषक समुदाय और उद्योगों तक पहुँचाया जाए, तो यह पौधा हिमालय की ढलानों से निकलकर दुनिया की खुशबू बन सकता है। क्लैरी सेज की खेती को बढ़ाने के लिए पौधों की विविधता का ज्ञान बहुत जरूरी है। इस शोध से हमने जाना कि हिमालय के अलग-अलग क्षेत्रों के पौधों में कितना अंतर है। इससे हम अच्छे बीज चुन सकते हैं। भविष्य में और अधिक उन्नत तकनीकों से हमें और बेहतर पौधे मिलेंगे। किसान भाईयों को सलाह है कि वे खेती के लिए भरोसेमंद बीज लें और समय-समय पर पौधों की जाँच करवाते रहें। इससे उनकी पैदावार बढ़ेगी और वे ज्यादा लाभ कमा पाएंगे।

कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

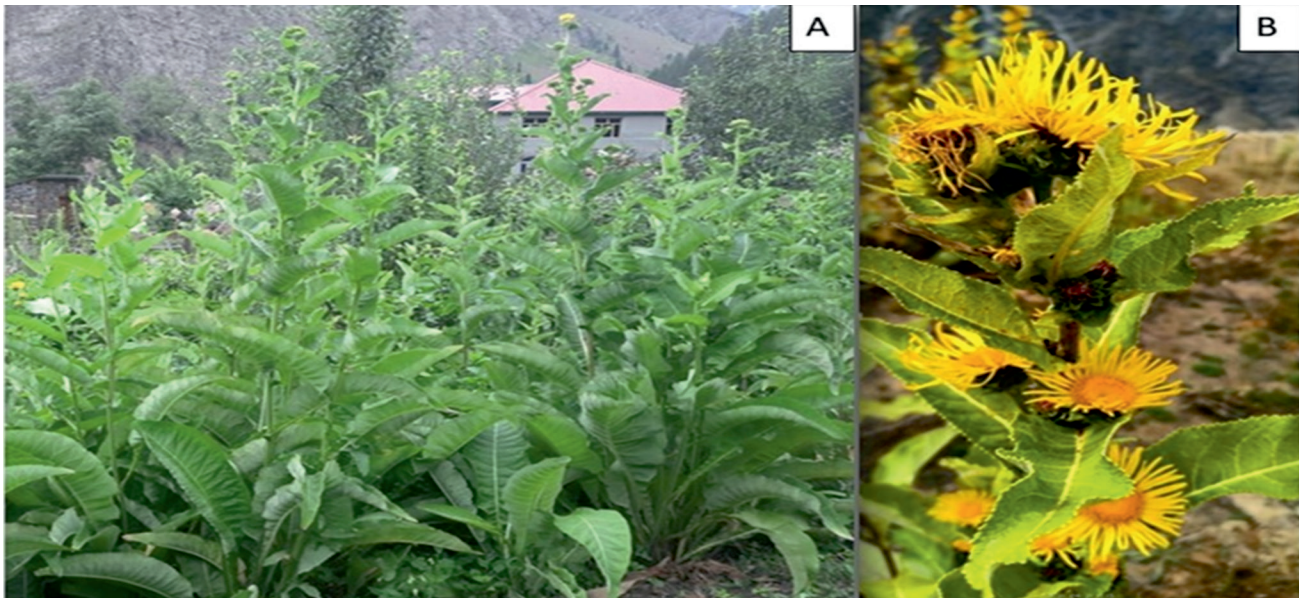
पुष्करमूल पौधे की किस्में और उनके सुधार की रणनीति

रोमिका ठाकुर, रमेश चौहान, सनतसुजात सिंह, सतबीर सिंह

इनुला रेसमोसा (*Inula racemosa* Hook. f.) जिसे आमतौर पर "पुष्करमूल" कहा जाता है, एस्टेरेसिया (Asteraceae) कुल का एक बहुवर्षीय जड़ी-बूटीदार पौधा है, जो हिमालय क्षेत्र (भारत, चीन, यूरोप) में पाया जाता है। यह 1500–4200 मीटर की ऊंचाई पर शीतोष्ण जलवायु में अच्छी तरह उगता है। इसके फूल पीले रंग के द्विलिंगी होते हैं और समूह में लगे होते हैं (चित्र 1)। यह कीट-परागण द्वारा प्रजनन करता है। इसका गुणसूत्र संख्या 2n = 20 है। इस पौधे की जड़ें आयुर्वेद, यूनानी और अन्य पारंपरिक चिकित्सा प्रणालियों में मूत्रवर्धक, कायाकल्प, मधुमेहरोधी, हृदय रोग निवारक, दांतों के रोगों और पेट दर्द में उपयोग की जाती हैं। पौधे की जड़ों में सुगन्धित तेल पाया जाता है जिसे जल-वाष्प आसवन (Hydrodistillation) द्वारा निकाला जाता है।

पुष्करमूल की जड़ में पाए जाने वाले सक्रिय यौगिक जैसे सेस्क्यूटरपीन और लैक्टोन (Isoalantolactone and Alantolactone) औषधीय रूप से अत्यंत प्रभावी हैं। इनसे बनने वाला औषधीय घटक sesquiterpene lactones बाजार में उपलब्ध है। भारत में हर्बल औषधियों का बाज़ार लगभग ₹3000 करोड़ है और इसकी वार्षिक वृद्धि दर 38.5% है और यह 2026 तक लगभग ₹14,000 करोड़ तक पहुँचने का अनुमान है। उच्च मांग की पूर्ति हेतु बड़े स्तर पर इसकी व्यावसायिक खेती करने की आवश्यकता है। इसकी खेती वर्तमान में केवल हिमाचल प्रदेश के लाहौल और कश्मीर क्षेत्र तक सीमित है और वहाँ भी किसान पारंपरिक, असंगठित किस्मों पर निर्भर हैं। यही कारण है कि ऐसी उच्च गुणवत्ता वाली जीनोटाइप्स को किसानों तक पहुँचाना अब अति आवश्यक हो गया है, जिससे उन्हें उत्पादन में एकरूपता और बाज़ार में बेहतर मूल्य मिल सके।

पुष्करमूल एक अत्यंत मूल्यवान औषधीय पौधा है जो मुख्यतः हिमालय के शीतोष्ण क्षेत्रों (1500–4200 मीटर) में पाया जाता है। इसकी खेती ठंडी जलवायु और कार्बनिक पदार्थों से समृद्ध, अच्छे जल निकास वाली दोमट या बलुई दोमट मिट्टी में सफलतापूर्वक की जाती है। इसका प्रसारण मुख्यतः जड़ों (rhizome) द्वारा किया जाता है, क्योंकि बीजों से अंकुरण दर कम होती है। मार्च से जुलाई के बीच 30×30 सें.मी. की दूरी पर राइजोम को रोपित किया जाता है। खेत की तैयारी में गोबर की खाद (20–25 टन/हे.) डालकर अच्छी तरह जुताई की जाती है। रासायनिक उर्वरक के रूप में 60:40:20 कि.ग्रा./हे. (नाइट्रोजन:फास्फोरस:पोटाश) की सिफारिश की जाती है। समय-समय पर सिंचाई, निराई-गुड़ाई और मल्चिंग आवश्यक होती है। फसल को 2 या 3 वर्ष बाद अक्टूबर-नवंबर में तब काटा जाता है जब पौधे का ऊपरी भाग सूखने लगे। जड़ों को निकालकर साफ किया जाता है, फिर टुकड़ों में काटकर छाया में सुखाया जाता है। उचित देखभाल में सूखी जड़ का औसतन उत्पादन 2–3 टन प्रति हेक्टेयर तक हो सकता है। यह पौधा रोगों के प्रति अपेक्षाकृत सहनशील होता है, परंतु जल जमाव से बचाव जरूरी है। इसकी खेती न केवल औषधीय दृष्टिकोण से महत्वपूर्ण है, बल्कि पर्वतीय क्षेत्रों में किसानों के लिए आय का अच्छा स्रोत भी बन सकती है।



चित्र 1 : इनुला रेसमोसा के पौधे और फूल

इनुला रेसमोसा जैसे बहुमूल्य औषधीय पौधे की खेती में सबसे बड़ी चुनौती यह रही है कि इसकी पारंपरिक किस्में विभिन्न जलवायु परिस्थितियों में एक समान प्रदर्शन नहीं कर पातीं। इसी को ध्यान में रखते हुए, इसकी उन्नत किस्मों की पहचान और बहु-पर्यावरणीय मूल्यांकन की दिशा में यह अध्ययन किया। इस अध्ययन का उद्देश्य यह था कि किन जीनोटाइप्स (वंशावलियाँ) में विभिन्न ऊँचाई, तापमान, मिट्टी और आर्द्रता जैसे पर्यावरणीय कारकों के बीच भी स्थिर और अधिक उत्पादन की क्षमता है।

इस शोध के अंतर्गत दस जीनोटाइप्स (वंशावलियाँ) का चयन 'सिंगल प्लांट सेलेक्शन' पद्धति से उन पौधों में से किया गया जो अपने मूल समूह (IR-B) में अधिक जड़ भार (root biomass) के लिए प्रमुख थे। इन चयनित जीनोटाइप्स को हिमाचल प्रदेश के चार विशिष्ट स्थानों—रिब्लिंग (3400 मी.), काजा (3040 मी.), भरमौर (2768 मी.) और पालमपुर (1219 मी.) पर वर्ष 2021 और 2022 में क्रमशः दो वर्षों तक उगाया गया। इन स्थानों को सावधानीपूर्वक इस आधार पर चुना गया कि ये विभिन्न ऊँचाई और जलवायु क्षेत्रों का प्रतिनिधित्व करते हैं, जिससे पौधों के प्रदर्शन पर पर्यावरणीय प्रभावों का मूल्यांकन संभव हो सके।

इस परीक्षण का एक प्रमुख निष्कर्ष यह रहा कि जीनोटाइप CSIR-IHBT-IR-09 ने सभी स्थानों में उत्कृष्ट प्रदर्शन किया। इसने न केवल सबसे ज़्यादा शाखाएँ और पत्तियाँ विकसित कीं, बल्कि इसकी जड़ों में अधिकतम आवश्यक तेल की मात्रा (3393.21 mg/kg) भी पाई गई, जो इसकी औषधीय गुणवत्ता को दर्शाता है। (तालिका 1) इस जीनोटाइप ने रिब्लिंग (Env-1) और काजा (Env-2) जैसे ऊँचाई वाले क्षेत्रों में सर्वोत्तम प्रदर्शन किया, जहाँ मिट्टी रेतीली-दोमट थी और तापमान अपेक्षाकृत कम था।

इसी तरह, CSIR-IHBT-IR-10 ने काजा में सबसे अधिक जड़ भार (753.8 ग्राम प्रति पौधा) दिया, जो इसके उच्च उत्पादक क्षमता की पुष्टि करता है। ये आंकड़े यह साबित करते हैं कि कुछ जीनोटाइप्स विशेष पर्यावरणीय परिस्थितियों के अनुकूल बेहतर प्रदर्शन करते हैं और इन्हें स्थान-विशिष्ट खेती के लिए चुना जा सकता है। इन बहु-पर्यावरणीय परीक्षणों ने यह भी सिद्ध किया कि इनुला रेसमोसा की कुछ विशेष लक्षण जैसे कि पत्तियों की लंबाई और चौड़ाई, जड़ का विकास और संगंधित तेल की मात्रा ज्यादातर इसके आनुवंशिक गुणों से नियंत्रित होते हैं, जबकि इन लक्षणों की अभिव्यक्ति पर पर्यावरण का भी गहरा प्रभाव पड़ता है। इससे यह स्पष्ट होता है कि उन्नत जीनोटाइप्स का चयन करते समय केवल एक स्थान विशेष पर प्रदर्शन न देखकर, कई स्थानों पर उनके संतुलित और स्थिर प्रदर्शन को प्राथमिकता देनी चाहिए।

इस प्रकार, यह बहु-पर्यावरणीय परीक्षण न केवल वैज्ञानिक दृष्टिकोण से उन्नत किस्मों की पहचान में सहायक रहा, बल्कि इससे यह भी सिद्ध हुआ

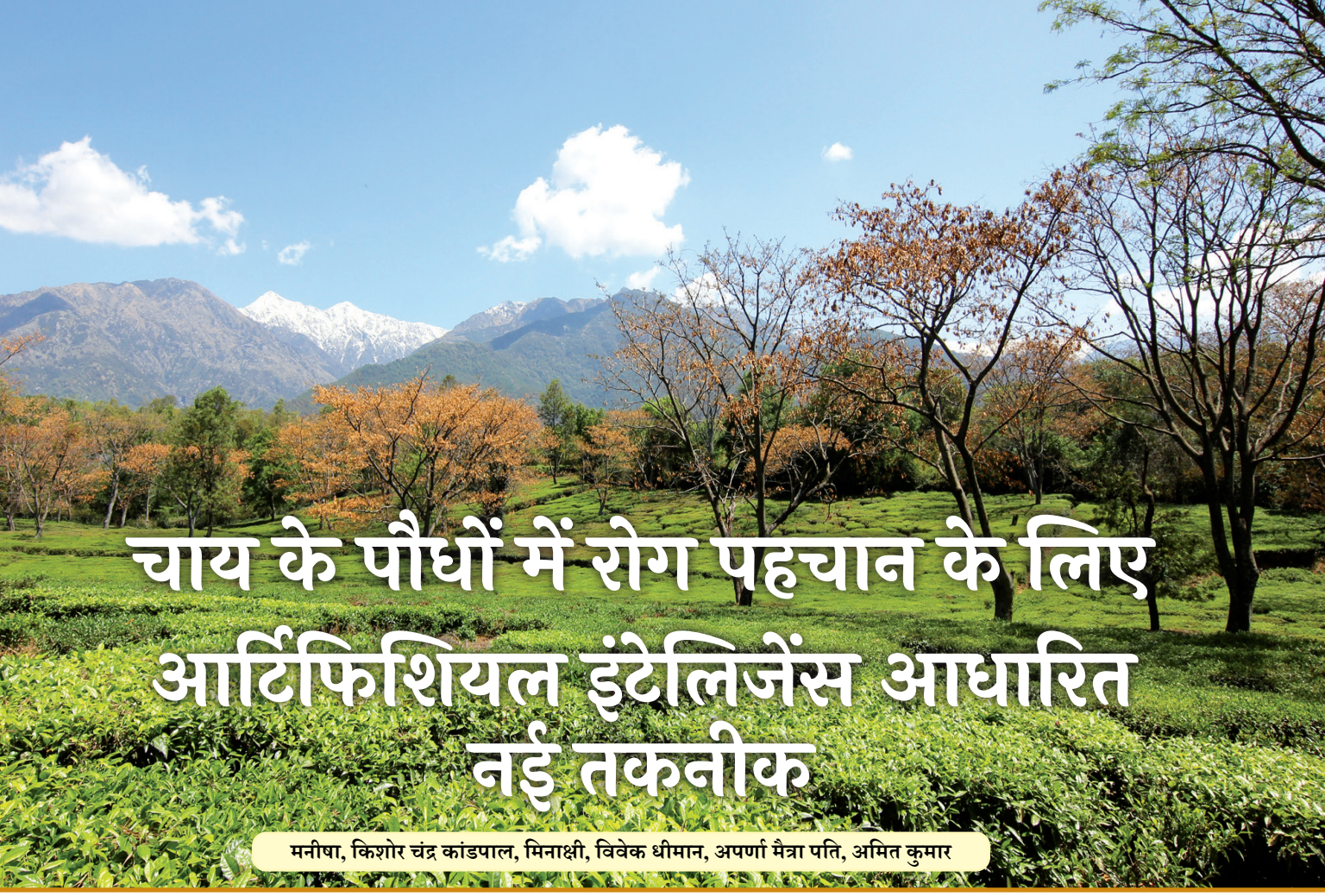
तालिका 1: सर्वोत्तम प्रदर्शन करने वाली किस्म CSIR-IHBT-IR-09 की विशेषताएँ

किस्म	पौधे की ऊंचाई (सेमी)	शाखाओं की संख्या	पत्ती की लंबाई (सेमी)	पत्ती की लंबाई (सेमी)	ऊपरी पत्ती की चौड़ाई (सेमी)	जड़ भार (ग्राम)	संगंधित तेल (मिलीग्राम/ किलोग्राम)
CSIR-IHBT-IR-09	160.17	4.21	74.88	24.98	10.71	553.39	3393.21

कि इनुला रेसमोसा की उन्नत खेती के लिए स्थान-विशिष्ट रणनीतियाँ विकसित की जा सकती हैं। इन शोध निष्कर्षों के आधार पर किसान अब अधिक स्थिर, गुणवत्तापूर्ण और लाभकारी किस्मों की ओर अग्रसर हो सकते हैं, जिससे उनकी आय में वृद्धि और इस औषधीय पौधे का संरक्षण दोनों सुनिश्चित हो सके।

इनुला रेसमोसा एक दुर्लभ लेकिन अत्यंत मूल्यवान औषधीय पौधा है जिसकी वैज्ञानिक खेती और संरक्षण दोनों ही समय की माँग हैं। इसकी खेती न केवल किसानों को आर्थिक लाभ दे सकती है बल्कि पारंपरिक औषधीय ज्ञान को भी नई ऊर्जा दे सकती है। हिमाचल प्रदेश और उत्तर-पश्चिमी हिमालयी क्षेत्र इस पौधे की व्यावसायिक खेती के लिए सर्वाधिक उपयुक्त हैं। उन्नत किस्मों के चयन और बहु-पर्यावरणीय परीक्षणों से यह सिद्ध हो चुका है कि सीएसआईआर-आईएचबीटी-आईआर-09 (CSIR-IHBT-09) बहु-पर्यावरणीय परीक्षणों में अपनी असाधारण प्रदर्शन क्षमता के कारण विशेष रूप से अनुशंसित की जाती है। यह किस्म विशेष रूप से उच्च पर्वतीय क्षेत्रों जैसे लाहौल-स्पीति और काजा के लिए उपयुक्त पाई गई है, जहाँ इसकी जड़ों में अधिकतम बायोमास और आवश्यक तेल की मात्रा दर्ज की गई। इसकी उच्च औषधीय गुणवत्ता, स्थायित्व और पर्यावरणीय अनुकूलनशीलता इसे व्यावसायिक खेती के लिए अत्यंत लाभकारी बनाती है। किसान इस किस्म को अपनाकर न केवल अपनी आय बढ़ा सकते हैं, बल्कि जैव विविधता संरक्षण और औषधीय पौधों की सतत आपूर्ति में भी योगदान दे सकते हैं।

कृषि प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)



चाय के पौधों में रोग पहचान के लिए आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस आधारित नई तकनीक

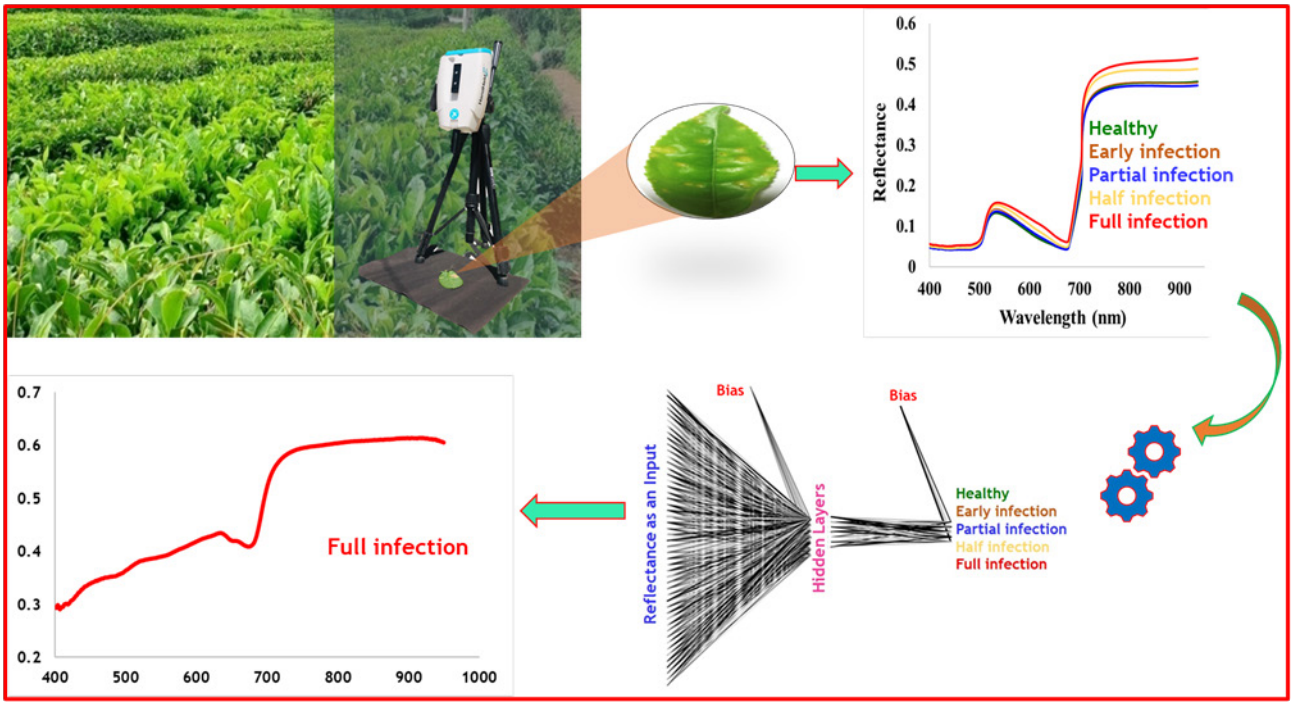
मनीषा, किशोर चंद्र कांडपाल, मिनाक्षी, विवेक धीमान, अपर्णा मैत्रा पति, अमित कुमार

चाय के पौधे (*कैमेलिया साइनेंसिस*) की कोमल पत्तियाँ *ब्लिस्टर ब्लाइट* (*एक्सोबैसिडियम वेक्सन्स*) नामक फफूंद रोग से प्रभावित होती हैं, जिससे चाय की गुणवत्ता और उत्पादन में गिरावट आती है। इस रोग की समय पर और सटीक पहचान के लिए हमने हाइपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेंसिंग और मशीन लर्निंग आधारित एक नई तकनीक विकसित की है। यह तकनीक बिना पत्तियों को नुकसान पहुँचाए रोग की पहचान करने का एक प्रभावी और उन्नत तरीका है, जिससे किसान अपनी चाय की फसल को समय रहते बचा सकते हैं और उत्पादन में वृद्धि कर सकते हैं।

पृष्ठभूमि : चाय (*कैमेलिया साइनेंसिस*) विश्व में सबसे अधिक सेवन किए जाने वाले पेय पदार्थों में से एक है और एक प्रमुख व्यापारिक फसल भी है, जिसे उष्ण और उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में उगाया जाता है। चाय की खेती *ब्लिस्टर ब्लाइट* नामक फफूंद रोग से अत्यधिक प्रभावित है । यह रोग अधिक नमी, मध्यम तापमान (20–25°C), और बादल या वर्षा वाले मौसम में तेजी से फैलता है। इसके लक्षणों में पत्तियों की ऊपरी सतह पर छोटे-छोटे पारदर्शी धब्बों का बनना शामिल है, जो धीरे-धीरे फफोलों (blisters) में बदल जाते हैं और पत्तियाँ मुरझा कर बाजार योग्य नहीं रह जातीं। यह रोग हवा द्वारा फैलता है और उत्पादन में 40–50% तक की कमी ला सकता है। आमतौर पर इस रोग की पुष्टि होने के बाद किसान हाथों से संक्रमित पत्तों को पोधे से अलग करते हैं जो की एक समय-साध्य प्रक्रिया है।

इस समस्या को ध्यान में रखते हुए हमने रिमोट सेन्सिंग और मशीन लर्निंग की मदद से *ब्लिस्टर ब्लाइट* का शीघ्र अनुमान लगाने का प्रयत्न किआ । रिमोट सेन्सिंग एक उन्नत तकनीक है, जो किसी वस्तु से परावर्तित या उत्सर्जित प्रकाश को सैकड़ों संकीर्ण और लगातार तरंगदैर्घ्य बैंड्स में मापती और विश्लेषण करती है। इसका उपयोग मुख्य रूप से वनस्पति, मिट्टी, पानी और खनिजों जैसे पदार्थों के रासायनिक, भौतिक और जैविक गुणों की सटीक पहचान के लिए किया जाता है। परंपरागत इमेजिंग तकनीकों (जो केवल कुछ रंग बैंड जैसे लाल, हरा, नीला उपयोग करती हैं) के विपरीत, हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर (400 nm से 1075 nm) तक की विस्तृत तरंगदैर्घ्य रेंज में डेटा एकत्र करते हैं, जिससे उन सूक्ष्म अंतर को भी पहचाना जा सकता है जो आंखों से दिखाई नहीं देते हैं। हाइपरस्पेक्ट्रल सेंसर पौधों की पत्तियों से परावर्तित होने वाले प्रकाश को सैकड़ों तरंगदैर्घ्य बैंड्स में रिकॉर्ड करते हैं। जब पौधे किसी रोग, जैसे कि ब्लिस्टर ब्लाइट, से प्रभावित होते हैं, तो उनके जैव-भौतिक और जैव-रासायनिक गुणों में बदलाव आने लगते हैं। इनमें क्लोरोफिल की मात्रा में गिरावट, सेल संरचना में परिवर्तन, और जल-स्तर में असंतुलन जैसे परिवर्तन शामिल हैं। ये परिवर्तन पत्तियों की प्रकाश परावर्तन क्षमता (spectral reflectance)

को सूक्ष्म रूप से प्रभावित करते हैं। यहां मशीन लर्निंग एल्गोरिद्म महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इन एल्गोरिद्म को प्रशिक्षित किया जाता है कि वे स्वस्थ और रोगग्रस्त पत्तियों के स्पेक्ट्रल सिग्नेचर में आने वाले सूक्ष्म अंतर को पहचान सकें। जैसे ही हाइपरस्पेक्ट्रल डेटा प्राप्त होता है, मशीन लर्निंग मॉडल उसका विश्लेषण कर यह निर्धारित कर सकता है कि पौधा किस अवस्था में है, पूरी तरह स्वस्थ, प्रारंभिक संक्रमण की अवस्था में, या रोग के उन्नत चरण में। एक बार मॉडल प्रशिक्षित हो जाने पर, यह नए डेटा में रोग की मौजूदगी की सटीक भविष्यवाणी कर सकता है। यह तकनीक कृषि क्षेत्र में जल्दी, बिना नुकसान पहुंचाए और उच्च सटीकता के साथ रोग पहचान के लिए एक क्रांतिकारी कदम है।



विस्तृत ख़ोज : इस शोध के लिए हमने सीएसआईआर-आईएचबीटी के चाय के बगानों से पाँच विविध प्रजातियों (UPASI-9 Assamica, Hoodle Assamica, Kangra Asha , यादृच्छिक किस्म , चाइनिज tea) के पत्तों का स्पेक्टरल डाटा एकत्रित किआ जो ब्लिस्टर ब्लाइट के प्रति संवेदनशील हैं। हर प्रजाति से पाँच चरणों मे डाटा लिया गया (स्वस्थ पत्तों से, संक्रमण से घिरे हुए स्वस्थ दिखने वाले पत्तों से, हल्के संक्रमित पत्तों से, बढ़ते हुए संक्रमण वाले पत्तों से और पूरी तरह से संक्रमित पत्तों से) एकत्रित डाटा को मशीन लर्निंग मॉडल बनाने के लिए तैयार किया गया। इस शोध के लिए, हमारे पास कुल 379 पत्तियों का स्पेक्ट्रल डेटा उपलब्ध था, जिसमें से 269 सैंपल्स का उपयोग मॉडल के प्रशिक्षण (training) हेतु किया गया, जबकि शेष 110 सैंपल्स पर मॉडल का परीक्षण (testing) किया गया। यह मॉडल आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क (ANN) तकनीक की सहायता से विकसित किया गया। विकसित मॉडल को कांगड़ा आशा चाय से लिए गए ब्लिस्टर ब्लाइट से संक्रमित पत्तों के स्पेक्ट्रल डेटा पर भी पाँच विभिन्न संक्रमण चरणों (stages of infection) में लागू किया गया, जिसमें यह मॉडल प्रभावशाली और सुसंगत प्रदर्शन करने में सक्षम रहा। प्राप्त परिणामों के अनुसार, मॉडल की प्रशिक्षण सटीकता (Training Accuracy) 83%, परीक्षण सटीकता (Testing Accuracy) 92% और मान्यकरण सटीकता (Validation Accuracy) 90% रही।

यह अध्ययन यह दर्शाता है कि हाइपरस्पेक्ट्रल रिमोट सेंसिंग और मशीन लर्निंग की सहायता से *ब्लिस्टर ब्लाइट* रोग की प्रारंभिक और चरणबद्ध पहचान सटीक रूप से संभव है। यह तकनीक चाय उत्पादकों को समय रहते प्रभावी निर्णय लेने में सक्षम बनाएगी, जिससे फसल की गुणवत्ता और उत्पादन में महत्वपूर्ण सुधार हो सकता है।

पर्यावरण प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

अपस्थानिक जड़ें जैव सक्रिय योगिकों के उत्पादन का वैकल्पिक स्रोत

शशी भूषण, दीपिका चौधरी, अशोक गहलोत, दिनेश कुमार

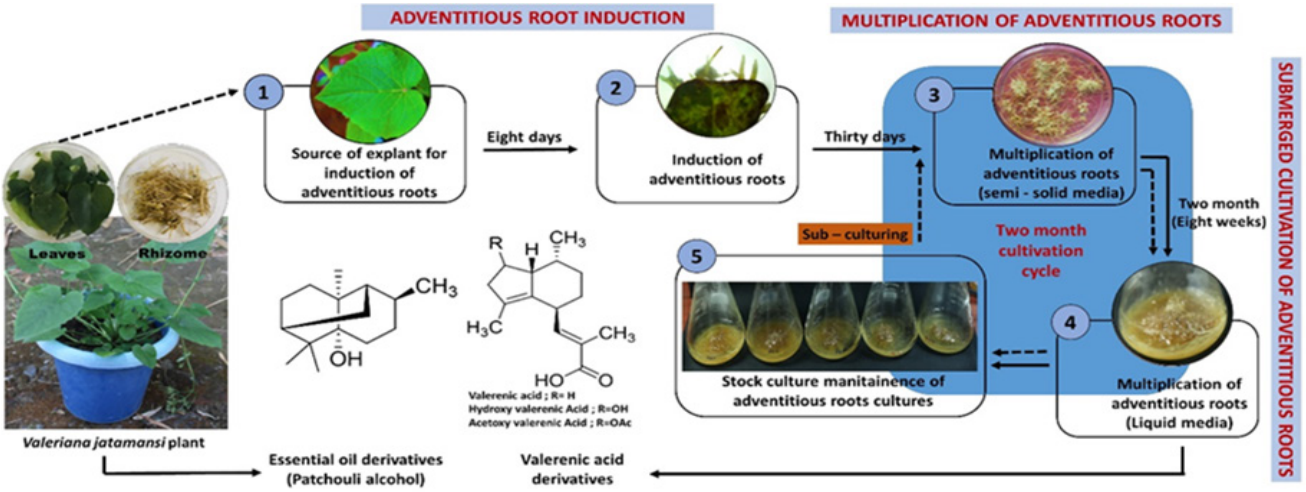
वैलेरियाना जटामांसी (मुश्कबाला) हिमालयी क्षेत्र में पाई जाने वाली एक सुभेद्य औषधीय और सुगंधित पौधा है, जो आमतौर पर 2000 से 3500 मीटर की ऊंचाई पर उगता है। इसे यूरोपीय *वैलेरियाना ऑफिसिनैलिस* का विकल्प मानते हुए एशिया में विशेष रूप से नींद संबंधी विकारों और चिंता/तनाव के उपचार में उपयोग किया जाता है। मुश्कबाला वैलेरियानेसी परिवार का एक सदस्य है। इसके राइजोम (जड़) में सेस्क्वीटर्पेन्स जैसे वैलेरेनिक एसिड (VA) और उसके व्युत्पन्न जैसे बायोएक्टिव घटक पाए जाते हैं, जो GABA रिसेप्टर्स को लक्षित करके केंद्रीय तंत्रिका तंत्र पर शांत प्रभाव डालते हैं और यह पौधा सुगन्धित तेल भी उत्पादित करता है, जो औषधि और सुगंध उद्योगों में उपयोग किए जाते हैं। इसके उत्पाद जैसे "वीटाग्रीन" और "काम् ब्लिस" आधुनिक चिकित्सा बाजारों में लोकप्रिय हैं।

भारत में, मुश्कबाला के जड़ों का वार्षिक व्यापार 2001-2002 से 2019 तक दस गुना से अधिक बढ़कर लगभग 2000 मीट्रिक टन हो गया है। हालांकि, मुश्कबाला की मांग और आपूर्ति के बीच एक बड़ा अंतर है। इसकी 70% से अधिक मांग जंगली पौधों की कटाई से पूरी की जाती है। अत्यधिक कटाई और सीमित खेती के कारण मुश्कबाला हिमालयी पौधों की सुभेद्य श्रेणी में आ गया है। इस समस्या को हल करने के लिए, वैकल्पिक खेती के तरीकों की आवश्यकता है। इस समस्या को दूर करने में पादप कोशिका एवं ऊतक संवर्धन एक स्थायी समाधान है। कई अध्ययनों ने द्वितीयक मेटाबोलाइट्स के औद्योगिक पैमाने पर उत्पादन के लिए पात्रे पादप कोशिका एवं ऊतक संवर्धन की क्षमता को दिखाया है। विशेष रूप से विभेदित अपस्थानिक जड़ें (जिन्हें पत्तियों और तनों जैसे गैर-जड़ ऊतकों से स्वाभाविक रूप से प्रेरित किया जा सकता है), जैवसक्रिय यौगिकों के उत्पादन के लिए एक कुशल और स्थिर प्रणाली साबित हुई है।

हिमालय क्षेत्र में मुश्कबाला की सीमित खेती, और प्राकृतिक उत्पादों की बढ़ती उपभोक्ता मांग की पूर्ति के लिए वैकल्पिक स्रोत का अध्ययन किया गया। इस अध्ययन में पत्तियों से प्रेरित अपस्थानिक जड़ों का एक कुशल प्रोटोकॉल विकसित किया गया, जिसमें मीडिया प्रकार, ऑक्सिन की सांद्रता, मीडिया की शक्ति, और सुक्रोज स्तर जैसे कारकों को अनुकूलित किया गया। परिणामी प्रक्रिया मुश्कबाला से प्राप्त फाइटोकंस्टिट्यूएंट्स के उत्पादन के लिए एक व्यवहार्य और स्थिर विधि प्रतीत होती है।

इस अध्ययन में, मुश्कबाला के पत्ती से अपस्थानिक जड़ों को प्रेरित करने के लिए विभिन्न किटाणुरहित मीडिया जैसे एमएस (मुराशिगे और स्कूग), एसएच (शेंक और हिल्डेब्रांट), और बी5 (गैम्बोर्ग) का उपयोग किया गया। एसएच माध्यम में आईबीए (इंडोल-3-ब्यूट्रिक एसिड) सांद्रता, मीडिया की शक्ति और सुक्रोज सांद्रता को बदलकर अपस्थानिक जड़ वृद्धि को अनुकूलित करने के लिए आगे के प्रयोग किए गए। विभिन्न माध्यमों में एसएच माध्यम के साथ आईबीए 9.84 µM सांद्रता में सबसे अधिक जड़ प्रेरण (90%) देखा गया। अर्ध-सांद्रता वाले एसएच माध्यम में 2% सुक्रोज और 4.92 µM आईबीए के साथ सबसे अधिक जड़ बायोमास (144.09 ± 11.36 g/L), उच्च सापेक्ष वृद्धि दर (2.01 ± 0.04), और वृद्धि सूचकांक (13.41) प्राप्त हुए।

ताजा कटाई किए गए मुश्कबाला पौधे के भागों (राइजोम और पत्तियां) के साथ पात्रे अपस्थानिक जड़ों को सूखाकर उनका पाउडर तैयार करके उसका विश्लेषण किया गया। अल्ट्रा परफॉर्मेंस लिक्विड क्रोमैटोग्राफी (UPLC) का उपयोग कर वैलेरेनिक एसिड और इसके व्युत्पन्न की

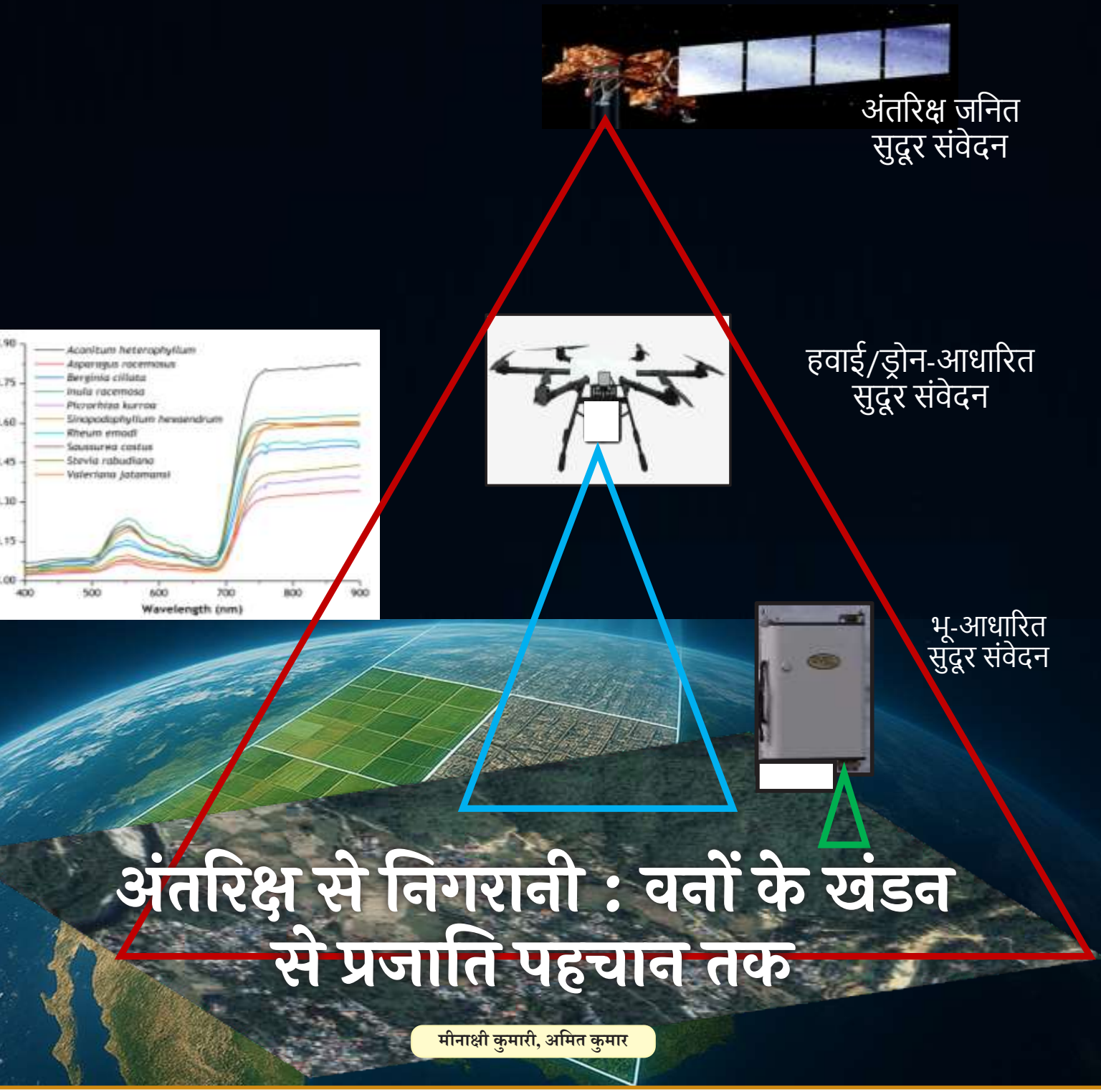


चित्र 1: पत्ती-प्रेरित पात्रे अपस्थानिक रूट कल्चर के माध्यम से फाइटोकॉन्स्टिट्यूएंट का उत्पादन

सांद्रता को मापा गया। इसके अलावा क्लेवेंजर उपकरण के द्वारा हाइड्रो-डिस्टिल्ड पध्दति से सुगन्धित तेल निकाला गया, और इसके घटकों का विश्लेषण गैस क्रोमैटोग्राफी–मास स्पेक्ट्रोमेट्री (GC–MS) द्वारा किया गया। अपस्थानिक जड़ों में कुल वैलरैनिकएसिड तथा उनके व्युत्पन्न (1525.14 µg/g सूखा वजन) की मात्रा जंगली पौधे के भागों की तुलना में काफी अधिक पाई गई। विशेष रूप से, वैलरैनिक एसिड (506.27 µg/g DW) राइजोम में अधिक था, जबकि एसेटॉक्सिवालेरैनिक एसिड (534.91 µg/g DW) और हाइड्रॉक्सिवालेरैनिक एसिड (919.57 µg/g DW) अपस्थानिक जड़ों में अधिक पाए गए। अपस्थानिक जड़ों से 0.059% सुगंधित तेल संग्रहित किया गया, जिसमें पैचौली अल्कोहल (24%) मुख्य घटक था (चित्र1)।

वैलेरियाना जटामांसी के पत्ती प्रत्यारोपण से अपस्थानिक जड़ों को प्रेरित करने के लिए एक कुशल पात्रे प्रोटोकॉल विकसित किया गया है, जो फाइटोकंस्टिट्यूएंट्स के उत्पादन के लिए वैकल्पिक स्रोत के रूप में पात्रे-प्रेरित जड़ों की क्षमता को प्रदर्शित करता है। विकसित बायोप्रोसेस में खेत में उगाए जाने वाले पौधों के लिए आवश्यक 2 वर्षों की तुलना में बहुत कम जलमग्न खेती चक्र (2 महीने) है, जो इसे औद्योगिक पैमाने पर कार्यान्वयन की क्षमता का आकलन करने में एक महत्वपूर्ण कारक बनाता है।

किण्वन और फाइटोफार्मिंग प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)



अंतरिक्ष से निगरानी : वनों के खंडन से प्रजाति पहचान तक

मीनाक्षी कुमारी, अमित कुमार

जब हम आसमान की ओर देखते हैं, तो हमें तारों और ग्रहों की चमक के बीच एक और बेहद खास बात नजर आती है — हमारी प्यारी धरती की निगरानी। जैसे हम धरती पर चलते हैं, अपनी राह को पहचानने के लिए आंखों की जरूरत होती है, वैसे ही यदि आसमान में एक ऐसी आंख हो जो हर जंगल, हर खेत, हर नदी और हर शहर को अपनी नजर से देख सके — तो वह आंख है सैटेलाइट इमेजरी। यह एक अद्भुत तकनीक है जो हमें धरती की एक ऐसी झलक दिखाती है, जो शायद हमने कभी कल्पना भी नहीं की होगी। आधुनिक विज्ञान ने हमें एक नई दृष्टि प्रदान की है, जो हमें सैकड़ों किलोमीटर की ऊँचाई से भी पृथ्वी के हर एक कोने की पहचान कराती है। सैटेलाइट इमेजरी वास्तव में हमारे जीवन के हर पहलू में एक क्रांतिकारी परिवर्तन लेकर आई है। सैटेलाइट इमेज (उपग्रह चित्र) वो चित्र होते हैं जो अंतरिक्ष में घूम रहे उपग्रहों द्वारा धरती की सतह की तस्वीरें लेकर बनाए जाते हैं। ये तस्वीरें साधारण कैमरे से नहीं, बल्कि विशेष सेंसर्स से ली जाती हैं, जो प्रकाश की विभिन्न तरंगदैर्घ्य (जैसे दृश्य प्रकाश, अवरक्त, सूक्ष्मतरंग) को पकड़ते हैं। यही कारण है कि इन तस्वीरों में केवल पेड़ या पानी ही नहीं

दिखते, बल्कि उनके भीतर छिपी कहानियां भी सामने आती हैं — कहीं सूखे पड़े खेत, कहीं बर्फ से ढकी पहाड़ियाँ और कहीं तेजी से फैलता शहर। धरती पर कोई भी सीमा या बदलाव इनकी निगाह से छुपा नहीं रहता — चाहे अवैध खनन हो, जंगल की आग, नदियों का रुख बदलना या शहरी फैलाव। यही वजह है कि सैटेलाइट इमेजरी दिन-रात, बादल या तूफान की परवाह किए बिना हमें सटीक जानकारी देती है। सैटेलाइट इमेजरी का उपयोग- आपदा प्रबंधन – बाढ़, तूफान, सूखा या भूकंप जैसी आपदाओं की निगरानी और राहत कार्य योजना, कृषि – फसल की स्थिति, मिट्टी की नमी और रोगों की पहचान, वन और पर्यावरण संरक्षण – वनों की कटाई, आग की घटनाओं और जैव विविधता परिवर्तन का आकलन, शहरी नियोजन – शहरों के फैलाव, निर्माण कार्य और जल निकासी योजना एवं सीमाओं की सुरक्षा और गतिविधियों की ट्रैकिंग में किया जाता है।

हमारे वैज्ञानिक प्रयास: हाइपरस्पेक्ट्रल और मल्टीस्पेक्ट्रल इमेजिंग तकनीक द्वारा वन खंडन और स्पेक्ट्रल लाइब्रेरी निर्माण|आज हम केवल साधारण तस्वीरों तक सीमित नहीं हैं। हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग जैसी तकनीक सैकड़ों संकरी स्पेक्ट्रल बैंड्स उपलब्ध कराती है, जिससे पौधों, खनिजों और पानी की गुणवत्ता तक का विश्लेषण संभव है। यह तकनीक सटीक खेती (Precision Agriculture) और पारिस्थितिकी तंत्र स्वास्थ्य आकलन (Ecosystem Health Assessment) जैसे क्षेत्रों में नई संभावनाओं के द्वार खोल रही है। सैटेलाइट इमेजरी की असली ताकत तभी सामने आती है जब हम इसे ज़मीन पर लिए गए आंकड़ों से जोड़ते हैं। कांगड़ा जिले में किए गए हमारे शोध में हमने दो प्रमुख क्षेत्रों पर ध्यान केंद्रित किया:

1. **वन खंडन (Forest Fragmentation) :** 2019 से 2025 तक की Sentinel-2 imagery और लैंडस्केप मेट्रिक्स (जैसे CA, NP, LPI, Clumpiness, AI) का उपयोग करके हमने कांगड़ा क्षेत्र में वनों के खंडन का विश्लेषण किया। परिणामों से स्पष्ट हुआ कि शहरीकरण और मानवीय दबाव के कारण जंगलों के बड़े हिस्से छोटे-छोटे टुकड़ों में विभाजित हो रहे हैं। इससे वन्यजीवों की आवाजाही प्रभावित हो रही है। पारिस्थितिकी तंत्र सेवाओं (जल संरक्षण, कार्बन भंडारण) पर दीर्घकालिक खतरा है। 2019 से 2025 के बीच मध्यम स्तर की वन क्षति दर्ज की गई, जो संरक्षण प्रयासों के लिए चेतावनी है।

2. **स्पेक्ट्रल लाइब्रेरी और प्रजाति वर्गीकरण :** जवाली क्षेत्र में हमने Landsat imagery और ग्राउंड-आधारित हाइपरस्पेक्ट्रल डेटा का उपयोग करके एक व्यापक स्पेक्ट्रल लाइब्रेरी का निर्माण किया। इसमें विभिन्न वृक्ष प्रजातियों (जैसे चीड़, देवदार, बांज, यूकेलिप्टस आदि) और अन्य सतही वस्तुओं के परावर्तन गुणांक (reflectance signatures) को रिकॉर्ड किया गया। इस आधार पर हमने क्षेत्र की प्रजाति-स्तरीय वर्गीकरण किया (species-level classification), जिससे यह स्पष्ट हुआ कि कौन से जंगल में कौन-सी प्रजाति कहाँ और किस मात्रा में मौजूद है। यह कार्य वन प्रबंधन, जैव विविधता संरक्षण और जलवायु परिवर्तन अध्ययनों के लिए एक अभूतपूर्व संसाधन है। भविष्य में यह लाइब्रेरी AI/ML मॉडल्स के साथ मिलकर स्वचालित प्रजाति पहचान और स्मार्ट फॉरेस्ट मैनेजमेंट सिस्टम के विकास में सहायक होगी। भविष्य में सैटेलाइट इमेजरी और भी स्मार्ट होगी। AI और मशीन लर्निंग की मदद से चित्र अपने-आप यह बता सकेंगे कि कहां सूखा है, कहां बाढ़ आएगी या कहां जंगल खतरे में हैं। आने वाले वर्षों में यह तकनीक स्मार्ट सिटी, कार्बन स्टॉक मूल्यांकन और जैव विविधता मानचित्रण जैसे क्षेत्रों में बड़े बदलाव लाएगी। जब एक गांव का किसान मोबाइल पर उपग्रह चित्र देख कर कहता है — "अब मुझे पता है मेरी फसल को क्या चाहिए", और जब एक बच्चा स्कूल में पृथ्वी की रंग-बिरंगी सैटेलाइट तस्वीर देख कर कहता है — "मैं वैज्ञानिक बनूंगा", तब हमें समझ आता है कि तकनीक सिर्फ़ मशीन नहीं, बल्कि प्रेरणा है। सैटेलाइट इमेजरी अब केवल वैज्ञानिकों और अंतरिक्ष एजेंसियों तक सीमित नहीं है, बल्कि आम जनता, किसान, योजनाकार और पर्यावरणविदों के हाथों में एक शक्तिशाली उपकरण बन चुकी है। हमारे शोध दर्शाते हैं कि यदि हम चाहें तो आसमान से धरती के हर बदलाव पर नज़र रख सकते हैं और विज्ञान की इस शक्ति का उपयोग प्रकृति संरक्षण और सतत विकास की दिशा में कर सकते हैं।

पर्यावरण प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

औषधीय पौधे और ऊँचाई की चुनौतियाँ से सामना

मंगलेश कुमारी, प्रकाश कुमार, विशाल सैनी, रोहित जोशी, रवि शंकर, राजीव कुमार

पिछले एक दशक में, नियंत्रित पर्यावरणीय परिस्थितियों में अजैविक और जैविक तनावों के प्रति जैव-रासायनिक, शारीरिक और आणविक प्रतिक्रियाओं पर काफी मात्रा में ज्ञान उत्पन्न हुआ है; हालांकि, बहुत कम अध्ययनों का अनुवाद प्राकृतिक परिस्थितियों में जलवायु-लचीले फसलों के विकास के लिए किया गया है। इसका एक कारण नियंत्रित प्रयोगों और परिवर्तनीय प्राकृतिक परिस्थितियों के बीच ज्ञान की कमी हो सकता है। प्राकृतिक क्षेत्रीय परिस्थितियों में, पौधे अक्सर मौसमी पैटर्न, वायुमंडलीय तापमान, प्रकाश तीव्रता, सापेक्ष आर्द्रता, मिट्टी की संरचना और पोषक तत्वों की उपलब्धता जैसी परिवर्तनीय स्थितियों के संपर्क में आते हैं, जिससे फेनोटाइप का अवलोकन अधिक यथार्थवादी हो जाता है। अतः यह आवश्यक है कि हम अपने अनुसंधान का ध्यान प्राकृतिक चरम पर्यावरण पर केंद्रित करें ताकि अजैविक और जैविक तनाव संबंधी ज्ञान का तेजी से अनुवाद कर जलवायु-लचीली और संसाधन-कुशल फसलों का विकास किया जा सके, जिससे भविष्य की खाद्य आपूर्ति या आर्थिक आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके। उच्च ऊंचाई वाले अल्पाइन क्षेत्रों में व्यापक चरम पर्यावरणीय स्थितियाँ पाई जाती हैं और पर्वतीय पारिस्थितिकी तंत्र में अल्प दूरी में ही बड़े पर्यावरणीय परिवर्तन देखने को मिलते हैं। उच्च ऊंचाई वाले वातावरण में रहने वाली प्रजातियाँ अक्सर व्यक्तिगत या संयुक्त तनावों के संपर्क में आती हैं, जो पौधों की वृद्धि, विकास, वितरण और अन्य जीवों (जैसे कि मृदा माइक्रोबायोम) के साथ उनकी पारस्परिक क्रियाओं पर प्रतिकूल प्रभाव डालते हैं। खुले, अनियंत्रित वातावरण में चरम परिस्थितियाँ जीवों के अनुकूलन विकास के अध्ययन हेतु प्राकृतिक प्रयोगशालाओं के रूप में कार्य करती हैं; हालांकि, ऐसे वातावरण में पौधों के अनुकूलन के आणविक कारकों की भविष्यवाणी करना चुनौतीपूर्ण होता है। इसलिए, यह समझना अत्यंत आवश्यक है कि उच्च ऊंचाई/अल्पाइन क्षेत्रों में पौधों की जीवित रहने और सफलतापूर्वक अनुकूलन करने की कौन-कौन सी प्रमुख बातें और कारक होते हैं, जहाँ एक साथ हल्के से लेकर तीव्र स्तर के तनाव क्रियाशील होते हैं।

पिक्रोराइजा कुरोआ (*Picrorhiza kurroa* Royle ex Benth.) एक उच्च ऊंचाई वाली संकटग्रस्त औषधीय वनस्पति है, जिसमें अद्वितीय चिकित्सकीय गुण होते हैं। इस पौधे से प्राप्त पारंपरिक और वाणिज्यिक औषधीय उत्पादों का उपयोग बुखार, लिवर सिरोसिस, दस्त, पेचिश, मलेरिया, अपचन, वायरल और कैंसर जैसी बीमारियों के उपचार में किया जाता रहा है, जिसका कारण इसमें पाए जाने वाले विशेष यौगिक "इरिडॉइड ग्लाइकोसाइड्स/पिक्रोसाइड्स" हैं। यह पौधा स्वाभाविक रूप से कई प्रकार के तनावों का सामना करता है और हिमालय के उच्च ऊंचाई (3000–5000 मीटर) वाले क्षेत्रों में सफलतापूर्वक अनुकूलित हो चुका है, इसलिए यह पौधों के अनुकूलन अध्ययन के लिए एक उभरती हुई मॉडल प्रजाति है। हमारे पूर्ववर्ती अध्ययनों में, इस पौधे की कार्यात्मक

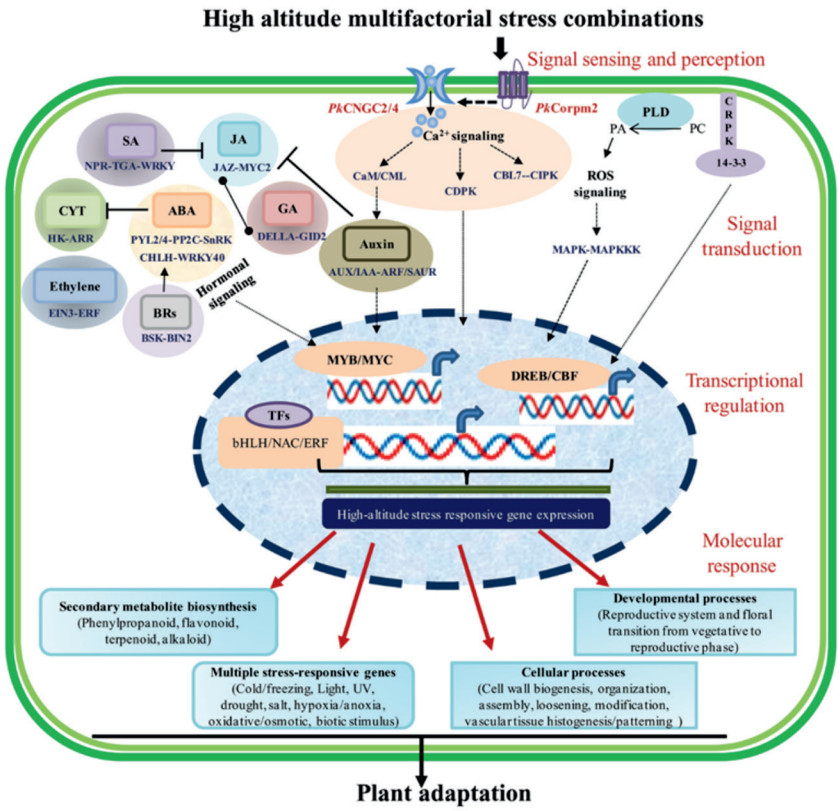
विशेषताओं, जैव-रासायनिक संकेतकों, प्रोटिओम गतिकी और विशेष यौगिकों को ऊंचाई-आधारित अनुकूलन के रूप में पहचाना गया है।

वर्तमान अध्ययन में, हमने *पिक्रोराइजा कुरोआ* की जटिल नियामक संरचना का उपयोग करते हुए ट्रांसक्रिप्शनल स्तर पर उच्च ऊंचाई से जुड़े पर्यावरणीय तनाव ग्रेडिएंट के प्रति पौधों की आणविक प्रतिक्रिया को समझने का प्रयास किया है। इस अध्ययन में चार मुख्य उद्देश्य थे: यह जानना कि क्या *पिक्रोराइजा कुरोआ* उच्च ऊंचाई वाले बहु-घटक तनावों के प्रति एक अद्वितीय या साझा प्रतिक्रिया अपनाता हैI यह पहचानना कि कौन से जैविक मार्ग और नियामक नेटवर्क इन तनावों के प्रति सक्रिय होते हैंI उन मूलभूत नियामक जीनों की खोज करना, जिन्हें अन्य फसलों में स्थानांतरित कर जलवायु लचीले और संसाधन-कुशल पौधों का विकास किया जा सकेIहमारे RNA-seq डेटा को उसी ऊंचाई ग्रेडिएंट से पूर्व प्रकाशित प्रोटिओमिक्स डेटा के साथ एकीकृत करना, ताकि अनुवांशिक और प्रोटीन स्तर पर उच्च ऊंचाई के पौधों के अनुकूलन की स्पष्ट और सहसंबद्ध छवियाँ सामने लाई जा सकें।

परिणाम और चर्चा

प्राकृतिक वातावरण में पौधों को जलवायु परिवर्तनों और बहुक्रियात्मक तनाव संयोजनों का या तो क्रमिक रूप से या एक साथ सामना करना पड़ता है। पी. कुरोआ हिमालयी क्षेत्र (3000-5000 मीटर) में सफल अनुकूलन, उच्च-ऊंचाई वाले अल्पाइन वातावरणों में प्रचलित बहुक्रियात्मक तनाव संयोजनों के प्रति पादप अनुकूलन के अध्ययन हेतु एक उभरती हुई आदर्श प्रजाति प्रदान करता। प्राकृतिक रूप से सह-उत्पन्न होने वाले तनावों के अनुकूलन तंत्र को समझने के लिए, हमने पश्चिमी हिमालय में स्थापित एक ऊँचाई प्रवणता (3400, 3800, और 4100 मीटर) के अनुसार पी. कुरोआ के प्रतिलेखन परिवर्तनों का पता लगाया है।

ट्रांसक्रिप्टोमिक डेटा से पता चला है कि विभिन्न आणविक तंत्र एक विशिष्ट जीन अभिव्यक्ति पैटर्न में विभिन्न ऊँचाइयों पर बहु-कारकीय सूक्ष्म-जलवायु के प्रति पौधों के अनुकूलन का आधार प्रदान करते हैं। पर्यावरणीय चरों और उच्च-ऊँचाई पर तनाव के प्रति पौधों की आणविक प्रतिक्रिया के बीच सहसंबंध का अभाव, कई कारकों के संयुक्त प्रभाव का परिणाम हो सकता है जो व्यक्तिगत तनाव कारकों पर विजय प्राप्त करते हैं, जिसके परिणामस्वरूप स्थानीय अनुकूलन होता है। इसके अलावा, तनाव संकेत मार्गों के बीच क्रॉस-टॉक इस देखे गए पैटर्न के लिए एक अधिक विश्वसनीय व्याख्या प्रदान करता है। विभिन्न संकेत मार्ग, जैसे कैल्शियम संकेत, ROS संकेत, और हार्मोनल अंतःक्रियाएँ, पौधों को बहुक्रियात्मक अल्पाइन तनाव वातावरण से निपटने में सक्षम बनाने के लिए अभिसरण करते हैं (चित्र 1)। विविध अजैविक तनाव कारक पौधों में ऑक्सीडेटिव तनाव उत्पन्न करते हैं जो संरक्षण और सहनशीलता में शामिल समान अनुप्रवाह संकेत पारगमन मार्गों को सक्रिय करते हैं। उल्लेखनीय रूप से, पी. कुरोआ पौधों ने 4100 मीटर पर शीत जमाव, प्रकाश उत्तेजना, जल



चित्र 1: उच्च ऊंचाई वाले अल्पाइन पर्यावरणीय तनाव की प्रतिक्रिया में ट्रांस्क्रिप्शनल स्तर पर *पी. कुरोआ* की प्रस्तावित आणविक क्रियाविधि।

अभाव, लवणता और ऑक्सीडेटिव तनाव के प्रति प्रबल सहनशीलता दिखाई। हमने फोटोस्यस्टेम 1 में प्रकाश संश्लेषक इलेक्ट्रॉन परिवहन के लिए क्लस्टर 1 की एक अनूठी प्रतिक्रिया की पहचान की। उच्च ऊँचाई पर प्रकाश संश्लेषक जीन अभिव्यक्ति में कमी हमारे प्रोटिओमिक और शारीरिक आँकड़ों के अनुरूप थी। इन परिणामों से पता चलता है कि पौधे आरओएस उत्पादन से बचने के लिए फोटोसिस्टम घटकों और संबंधित इलेक्ट्रॉन परिवहन को दबा सकते हैं, जो उच्च ऊंचाई पर प्रचलित कम सीओ 2 गैस की उपलब्धता के तहत ऊर्जा-बचत रणनीति का गठन करता है। ट्रांसक्रिप्टोमिक परिणामों ने सुझाव दिया कि पौधे गतिशील चयापचय और विभिन्न फाइटोहॉर्मोन के संकेत के माध्यम से उच्च ऊंचाई पर बहुक्रियात्मक तनाव संयोजनों का जवाब दे सकते हैं, उदाहरण के लिए, एबीए, ऑक्सिन, जीए, साइटोकाइनिन, एथिलीन, एसए, जेए, और ब्रैसिनोस्टेरॉइड्स, जिन्हें पौधों पर तनाव संयोजनों में शामिल होने का सुझाव दिया गया है। यह ज्ञात है कि एबीए पौधों की अजैविक तनावों के प्रति प्रतिक्रिया में एक अभिन्न भूमिका निभाता है। 4100 मीटर की ऊँचाई पर, कोर सिग्नलिंग मार्ग (PYL2/4-PP2 C-SnRK) और थायलाकोइड स्थानीयकृत मॉड्यूल (CHLH-WRKY40) दोनों द्वारा अधिकतम एबीए संचयन और सिग्नलिंग देखी गई, जो बाद में अनुकूलन प्रतिक्रिया के रूप में कोशिका चयापचय की रक्षा के लिए LEA जीन परिवार को बढ़ाती है।

पौधे वृद्धि, विकास और उत्तरजीविता के लिए संसाधनों का पुनर्वितरण करने हेतु व्यक्तिगत या तनाव संयोजनों के प्रत्युत्तर में अपने प्राथमिक और द्वितीयक उपापचय को नियंत्रित करते हैं। स्टार्च और सुक्रोज उपापचय से जुड़े पैंसठ डीईजी के एक उपसमूह को भिन्न रूप से व्यक्त किया गया, जो दर्शाता है कि उच्च ऊँचाई पर तनाव संयोजनों के नकारात्मक प्रभाव को कम करने में कार्बन उपापचय की केंद्रीय भूमिका होती है। हमने उच्च ऊंचाई पर सुक्रोज सिंथेस, बीटा-एमिलेज 1, ट्रेहलोज फॉस्फेट सिंथेस, ट्रेहलोज फॉस्फेट फॉस्फेट, सुक्रोज फॉस्फेट सिंथेस और स्टार्च-ब्रांचिंग एंजाइम की अभिव्यक्ति में वृद्धि देखी, जबकि कणिका-बद्ध स्टार्च सिंथेस 2 की अभिव्यक्ति में कमी देखी। उच्च ऊंचाई पर सुक्रोज सिंथेस की प्रेरित अभिव्यक्ति ने हमारी पिछली प्रोटिओमिक और मेटाबोलोमिक रिपोर्टों की पुष्टि की, जो ऊंचाई ढाल के साथ सेल्यूलोज सिंथेस, सेल्यूलेज और कॉलोज सिंथेस प्रतिलेखों के विभेदक परिवर्तन द्वारा स्टार्च, सेल्यूलोज और कॉलोज जैसे कार्बोहाइड्रेट पॉलिमर के जैवसंश्लेषण के लिए सुक्रोज के उपयोग का संकेत देती है। इससे यह भी पता चलता है कि स्टार्च का चयापचय मुख्य रूप से उच्च ऊँचाई पर बहुकारकीय तनाव प्रवणता के तहत कार्बन पुनर्संयोजन द्वारा फिटनेस में सुधार के लिए उन्नत बीटा-एमाइलेज जीन के माध्यम से अपघटन द्वारा किया गया था। इस प्रकार, पौधों की कम वृद्धि और कम प्रकाश संश्लेषण दर के परिणामस्वरूप पौधों द्वारा कम मांग के कारण तनाव संयोजन में शर्करा संचय को एक प्रमुख प्रतिक्रिया माना जाता है। इसके अलावा, सुक्रोज और ट्रेहलोस जैसी शर्करा तनाव धारणा और संकेतन, ऑस्मोप्रोटेक्टेंट और आरओएस स्कैवेंजर, झिल्ली और प्रोटीन स्टेबलाइजर के माध्यम से तनाव-निर्भर जीन अभिव्यक्ति के लिए नियामक केंद्र के रूप में कार्य करती हैं।

प्रतिबल प्रवणता परिकल्पना के अनुसार, पौधों के लिए निम्न ऊँचाई की तुलना में उच्च ऊँचाई अधिक तनावपूर्ण मानी जाती है। उच्च-ऊँचाई प्रवणता के साथ पी. कुरोआ की प्रतिलेखन गतिकी के आधार पर, हमने एक आणविक तंत्र प्रस्तावित किया है जिसके द्वारा पर्यावरणीय प्रतिबल संकेत को सामान्य संवेदक PkCorpm2 द्वारा ग्रहण किया जाता है, जो प्लाज़्मा झिल्ली को स्थिर करता है और चक्रीय न्यूक्लियोटाइड-गेटेड आयन चैनलों, अर्थात् CNGC2/4/5, को सक्रिय करके Ca^{2+} प्रवाह को प्रेरित करता है (चित्र 1)। विभिन्न सिग्नलिंग मार्ग (कैल्शियम सिग्नलिंग, हार्मोनल सिग्नलिंग, आरओएस सिग्नलिंग) अभिसरण और क्रॉस-टॉक करते हैं, जो विविध टीएफ के अद्वितीय और गतिशील विनियमन के माध्यम से 'द्वितीयक मेटाबोलाइट जैवसंश्लेषण', 'एकाधिक अजैविक/जैविक तनाव सहिष्णुता' और 'सेलुलर के साथ-साथ विकासात्मक प्रक्रियाओं' से जुड़े यूनिजीन को विशिष्ट रूप से प्रेरित करके आणविक प्रतिक्रिया प्रदान करते हैं। हालांकि, कुछ सीमाएं बनी हुई हैं: (1) अल्पाइन पर्यावरण में पर्यावरणीय जटिलता के कारण, संयंत्र प्रणालियों पर कई कारकों के अंतःक्रियात्मक प्रभाव का विश्लेषण करना चुनौतीपूर्ण बना हुआ है; (2) बंद दरवाजे वाले कक्षों के तहत प्राकृतिक पर्यावरणीय स्थितियों की नकल करना संभव नहीं था, उदाहरण के लिए, हमने उच्च ऊंचाई पर बहुत अधिक यूवी दर्ज किया, जो नियंत्रित स्थितियों और विभिन्न जलवायु-एडाफिक कारकों के संयोजन के तहत बनाए रखना संभव नहीं है; (3) प्राकृतिक विषमांगी वातावरण में आणविक अध्ययनों का आगे सत्यापन संभव नहीं है। ट्रांसक्रिप्टोम अनुसंधान, पूर्व में रिपोर्ट किए गए प्रोटिओम और मेटाबोलोम के साथ, उच्च-ऊंचाई वाले अल्पाइन पौधों के अनुकूलन की प्रणाली-स्तरीय समझ प्रदान करता है। कुल मिलाकर, यह अध्ययन और हमारी पिछली मल्टी-ओमिक्स रिपोर्टें अल्पाइन पौधों की आणविक पारिस्थितिकी और विकास के बारे में बहुमूल्य जानकारी प्रदान करती हैं। पहचाने गए तनाव सहनशील जीन और मार्गों को भविष्य में खाद्य सुरक्षा को पूरा करने के लिए तनाव प्रतिरोधी फसलें विकसित करने हेतु अन्य कृषि-महत्वपूर्ण पौधों में लक्षित किया जा सकता है।

जैवप्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

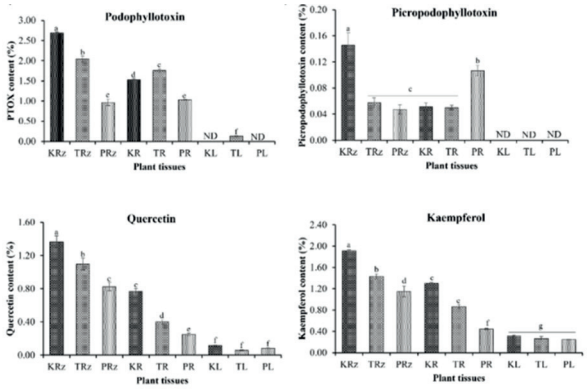
बनककड़ी पौधे की औषधीय शक्ति के पीछे सूक्ष्म जीव

मंजू कुमारी, शिव शंकर पाण्डेय

बनककड़ी (*पोडोफाइलम हेक्सैंड्रम*), हिमालय के ऊंचाई वाले क्षेत्रों में पाया जाने वाला एक गंभीर रूप से संकटग्रस्त औषधीय पौधा है, जो पोडोफाइलोटॉक्सिन (PTOX) नामक जैव सक्रिय यौगिक का उत्पादन करता है (चित्र 1)। इसका उपयोग विभिन्न प्रकार के कैंसर और ट्यूमर के इलाज में किया जाता है, जिससे यह फार्मास्युटिकल उद्योग के लिए अत्यधिक मूल्यवान है। हालांकि, पौधे को उखाड़कर पोडोफाइलोटॉक्सिन प्राप्त करने की प्रक्रिया इसके अस्तित्व को और अधिक खतरे में डालती है। अत्यधिक दोहन, धीमी किशोर वृद्धि और सीमित प्रजनन क्षमता के कारण इसकी प्राकृतिक आबादी में भारी गिरावट आई है, जिससे इसे IUCN की गंभीर रूप से संकटग्रस्त प्रजातियों की सूची में शामिल किया गया है। भारत, पाकिस्तान, भूटान, नेपाल और चीन में 2000 से 4500 मीटर की ऊंचाई पर पाया जाने वाला *पोडोफाइलम हेक्सैंड्रम* अपने अमेरिकी समकक्ष *पोडोफाइलम पेल्टेटम* की तुलना में लगभग 4% अधिक पोडोफाइलोटॉक्सिन प्रदान करता है। संरक्षण प्रयासों के तहत माइक्रोप्रोपेगेशन और त्वरित अंकुरण तकनीकों को अपनाया गया है, लेकिन अप्राकृतिक आवासों में उगाए गए पौधों में प्राकृतिक आवासों की तुलना में PTOX सहित अन्य द्वितीयक मेटाबोलाइट्स की मात्रा काफी कम पाई गई है (चित्र 2)। यह अंतर एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीव समुदायों की महत्वपूर्ण भूमिका को दर्शाता है, जो पौधों की वृद्धि, पोषक तत्वों के अवशोषण और द्वितीयक मेटाबोलाइट्स के जैवसंश्लेषण में योगदान करते हैं। ऐसे में इसके सूक्ष्मजीव समुदायों का अध्ययन इसके मेटाबोलाइट उत्पादन और संरक्षण को बढ़ाने में सहायक हो सकता है।

चित्र 1 प्राकृतिक आवास में बनककड़ी

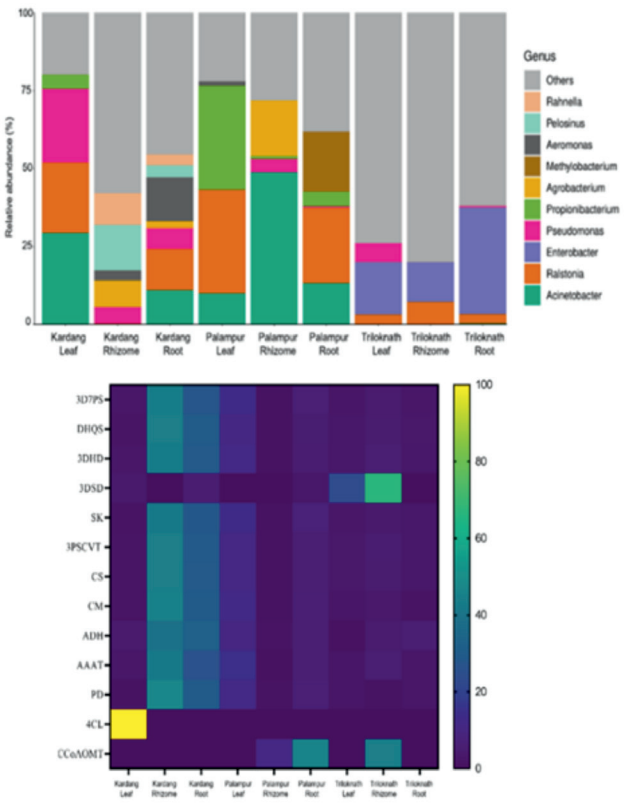
एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीव समुदाय पौधों को कैसे सकारात्मक तरीके से प्रभावित कर रहा है यह समझने के लिए, *पोडोफाइलम हेक्सैंड्रम* की पौध रोपण सामग्री, हिमाचल प्रदेश के तीन अलग-अलग स्थानों से एकत्र किए गए थे — दो प्राकृतिक आवासों से: कर्दंग (लगभग 3391 मीटर ऊंचाई पर) और त्रिलोकनाथ (लगभग 3357 मीटर ऊंचाई पर) जहां पौधे जंगली (प्राकृतिक) प्रकार के थे, और एक अप्राकृतिक आवास पालमपुर (लगभग 1329 मीटर ऊंचाई पर) से, जहां पौधों की खेती की गई थी और इन पौधों पर 16S rRNA जीन विश्लेषण किया गया। इस विश्लेषण में 2,692,780 उच्च-गुणवत्ता वाले रीड्स प्राप्त हुए, जिससे विभिन्न पौधों के भागों में बैक्टीरियल विविधता में महत्वपूर्ण अंतर सामने आया। निरिक्षण करने पर यह पाया गया कि प्रोटीओबैक्टीरिया सभी ऊतकों और स्थानों में सूक्ष्मजीव जनसंख्या में प्रमुख थे। कर्दंग से एकत्र पौधों के प्रकंदों में सबसे अधिक सूक्ष्मजीव विविधता पाई गई, जहां वेरुकॉमाइक्रोबिया और प्लांट्कटोमाइसेट्स जैसे अद्वितीय सूक्ष्मजीव विशेष रूप से पाए गए, जबकि सायनोबैक्टीरिया और थर्मी केवल कर्दंग की जड़ों तक ही सीमित थे। जीनस (Genus) स्तर पर, राल्स्टोनिया, पालमपुर से एकत्र पौधों के प्रकंदों को छोड़कर सभी पौधों के भागों और सभी स्थानों में उपस्थित



चित्र 2 प्राकृतिक (पालमपुर) और अप्राकृतिक (कर्दंग, त्रिलोकनाथ) आवासों में उगने वाले बनककड़ी पौधों में द्वितीयक मेटाबोलाइट्स की मात्रा। KRz: कर्दंग से एकत्र पौधों के प्रकंद, TRZ: त्रिलोकनाथ से एकत्र पौधों के प्रकंद, PRz: पालमपुर से एकत्र पौधों के प्रकंद, KR: कर्दंग से एकत्र पौधों की जड़ें, TR: त्रिलोकनाथ से एकत्र पौधों की जड़ें, PR: पालमपुर से एकत्र पौधों की जड़ें, KL: कर्दंग से एकत्र पौधों की पत्तियां, TL: त्रिलोकनाथ से एकत्र पौधों की पत्तियां, PL: पालमपुर से एकत्र पौधों की पत्तियां

था, जबकि एसिनेटोबैक्टर, राल्स्टोनिया और स्यूडोमोनास जड़-सम्बंधित समुदायों में सामान्य थे (चित्र 3)। विभिन्न स्थानों और पौधों के भागों में विशिष्ट जीनस पाए गए, जिनमें कर्दंग प्रकंदों में सबसे अधिक सूक्ष्मजीव विविधता और अद्वितीय ऑपरेशनल टैक्सोनोमिक यूनिट्स (OTUs) देखे गए। अल्फा विविधता सूचकांक ने कर्दंग से एकत्र पौधों की जड़ों और प्रकंदों में उच्च जीवाणु विविधता का संकेत दिया, जबकि LDA विश्लेषण में पेलोसिनस, उलिगिनोसिबैक्टीरियम, और पेडोबैक्टर को कर्दंग प्रकंदों में संभावित बायोमार्कर के रूप में पहचाना गया, जबकि एंटरोबैक्टर और ग्लुकोनासेटोबैक्टर त्रिलोकनाथ से एकत्र पौधों की जड़ों और पत्तियों में प्रचुर मात्रा में पाए गए। दूसरी ओर, पालमपुर के ऊतकों में कोई महत्वपूर्ण बायोमार्कर नहीं पाया गया।

इसी के साथ साथ सूक्ष्मजीव समुदायों की कार्यात्मक क्षमता को समझने के लिए, PICRUSt2 विश्लेषण किया गया जिसके द्वारा पोडोफाइलोटॉक्सिन बायोसिंथेटिक मार्ग से जुड़े जीन्स का पूर्वकथन किया गया। विशेष रूप से, पोडोफाइलोटॉक्सिन बायोसिंथेटिक मार्ग में शामिल 3D7PS, DHQS, 3DHD, 3DSD, SK, CS, CM, ADH, AAAT, और CCoAOMT एंजाइमों को कोड करने वाले प्रमुख जीन्स एंडोफाइटिक बैक्टीरिया समुदायों में पाए गए। कर्दंग से एकत्र पौधों के प्रकंदों के सूक्ष्मजीव समुदायों में इन जीनों की सबसे अधिक मात्रा थी, जो पोडोफाइलोटॉक्सिन जैवसंश्लेषण में वृद्धि के



चित्र 3 जीवाणु वंशों की सापेक्ष प्रचुरता (ऊपरी चित्र) तथा बनककड़ी पौधे के विभिन्न भागों में द्वितीयक मेटाबोलाइट्स जैवसंश्लेषण जीन संवर्धन का हीट मैप (निचला चित्र)।

अनुरूप थी, इसके बाद जड़ों में उच्च मात्रा पाई गई, जबकि त्रिलोकनाथ प्रकंदों में 3DSD और CCoAOMT जीन की अधिक मात्रा थी (चित्र 3)। इसके अलावा, पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देने वाले जीन्स मुख्य रूप से कर्दंग से एकत्र पौधों के प्रकंदों और जड़ों के सूक्ष्मजीव समुदायों में पाए गए।

UHPLC-आधारित द्वितीयक मेटाबोलाइट प्रोफाइलिंग से हमने पाया कि प्राकृतिक आवासों की तुलना में अप्राकृतिक आवासों में पोडोफाइलोटॉक्सिन, पिक्रोपोडोफाइलोटॉक्सिन, क्वेरसेटिन और कैम्फेरोल की मात्रा काफी कम थी। कर्दंग से एकत्र पौधों के प्रकंदों में पोडोफाइलोटॉक्सिन की मात्रा 2.78 गुना अधिक थी, जबकि त्रिलोकनाथ प्रकंदों में यह पालमपुर की तुलना में 2.11 गुना अधिक थी (चित्र 2)। इसी तरह, पिक्रोपोडोफाइलोटॉक्सिन की मात्रा कर्दंग प्रकंदों में 3.08 गुना अधिक थी, जबकि प्राकृतिक आवासों की जड़ों में पोडोफाइलोटॉक्सिन की मात्रा 1.48 (कर्दंग में) और 1.71 गुना (त्रिलोकनाथ में) अधिक थी। क्वेरसेटिन और कैम्फेरोल जैसे फ्लेवोनोइड्स में भी इसी तरह की प्रवृत्ति देखी गई, जहां प्राकृतिक आवासों की जड़ों और प्रकंदों में इनकी मात्रा अप्राकृतिक आवासों की तुलना में काफी अधिक थी।

यह अध्ययन दर्शाता है कि *पोडोफाइलम हेक्सैंड्रम* के एंडोफाइटिक सूक्ष्मजीव समुदाय पोडोफाइलोटॉक्सिन सहित अन्य द्वितीयक मेटाबोलाइट्स के उत्पादन को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। प्राकृतिक आवासों में उच्च एंडोफाइटिक बैक्टीरियल विविधता बायोसिंथेटिक जीन की अधिकता से भी जुड़ी होती है, जिससे उच्च मेटाबोलाइट उत्पादन होता है। प्राकृतिक आवासों में पौधों की वृद्धि को बढ़ावा देने वाले जीन्स और पोडोफाइलोटॉक्सिन जैव संश्लेषण एंजाइमों से सम्बंधित जीन्स की प्रचुरता यह दर्शाती है कि एंडोफाइट्स मेटाबोलाइट उत्पादन को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

ये निष्कर्ष प्राकृतिक आवासों और सूक्ष्मजीव विविधता को संरक्षित करने के महत्व को रेखांकित करते हैं ताकि *पोडोफाइलम हेक्सैंड्रम* की चिकित्सीय क्षमता को बनाए रखा जा सके। इसके अलावा, यह शोध लाभकारी एंडोफाइट्स का उपयोग करके पोडोफाइलोटॉक्सिन उत्पादन को बढ़ाने के लिए जैव प्रौद्योगिकीय हस्तक्षेपों के माध्यम से नए रास्ते खोलता है। इन सूक्ष्मजीव समुदायों का उपयोग करके *पोडोफाइलम हेक्सैंड्रम* की बेहतर खेती की रणनीतियाँ विकसित की जा सकती हैं, जिससे मूल्यवान द्वितीयक मेटाबोलाइट्स का सतत उत्पादन सुनिश्चित हो सके और प्राकृतिक आबादी पर दबाव कम किया जा सके। यह अध्ययन आवश्यक औषधीय पौधों में मेटाबोलाइट उपज और गुणवत्ता में सुधार के लिए सूक्ष्मजीव-सहायता प्राप्त खेती रणनीतियों का पता लगाने के लिए एक मजबूत आधार प्रदान करता है, जिससे उनके संरक्षण और सतत उपयोग में योगदान मिलेगा।

किण्वन और फाइटोफार्मिंग प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

पौधों को ठंड के प्रति सहनशील बनाने की नई राह

खुशबू कुमारी, सुमन गुसाई, रोहित जोशी

तनाव एक बाहरी कारक है जो पौधों की आनुवंशिक क्षमता को सीमित करता है, जिससे उनकी वृद्धि और उत्पादकता पर गंभीर प्रभाव पड़ता है। पौधों में तनाव अजैविक और जैविक कारकों के कारण हो सकता है। अजैविक कारकों में, ठंड तनाव (10 डिग्री से कम) पौधों को विभिन्न स्तरों पर प्रभावित करता है, जिससे आकृति संबंधी, भौतिक, कोशिकीय और आणविक परिवर्तन होते हैं, जो फसलों में भारी नुकसान का कारण बन सकते हैं। ठंड तनाव के संपर्क में आने पर, पौधे ICE1 (Inducer of CBF Expression 1) नामक प्रोटीन को सक्रिय करते हैं, जो C-repeat binding factors (CBFs) प्रोटीन को प्रेरित करता है। ये CBFs ठंड-संवेदनशील (COR) जीनों के C-Repeat अनुक्रम से बंधते हैं और कुछ घंटों के भीतर हजारों COR जीनों की प्रतिलेखन सक्रियता को बढ़ावा देते हैं।

ठंड सहनशीलता अलग-अलग पौधों में भिन्न-भिन्न होती है। समशीतोष्ण पौधे ठंड अनुकूलन (Cold Acclimation) की प्रक्रिया से गुजरते हैं, जिससे वे जीन अभिव्यक्ति, लिपिड संरचना और चयापचय (Metabolism) संचय में बदलाव कर अपनी ठंड सहनशीलता को बढ़ाते हैं। इसके विपरीत, उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय पौधों में ऐसे अनुकूलन तंत्र नहीं होते हैं। पारंपरिक प्रजनन तकनीकों में ठंड प्रतिरोध बढ़ाने की सीमाएँ होती हैं, क्योंकि यह आनुवंशिक लक्षणों की जटिलता, उपज घटकों में कम विविधता, और चयन प्रक्रियाओं की अक्षमता से प्रभावित होता है। आनुवंशिक इंजीनियरिंग तनाव-सहनशील जीनों की पहचान और संशोधन करके संभावित समाधान प्रदान करती है, जिससे फेनोटाइप चयन पर निर्भरता कम होती है। इसके अलावा, जीनोम संपादन तकनीकें, जैसे कि ZFNs, TALENs, CRISPR/Cas9, प्राइम एडिटिंग और रेट्रॉन लाइब्रेरी रिकॉम्बिनेशन (RLR), ठंड-सहनशील फसलों के विकास के लिए सटीक जीन संशोधन को सक्षम बनाती हैं, जिससे फसल सुधार की संभावनाएँ बढ़ जाती हैं।

ठंड तनाव का पौधों के शरीरक्रिया विज्ञान पर प्रभाव

ठंड तनाव कई तरीकों से पौधों की शारीरिक प्रक्रियाओं को प्रभावित करता है। जैसे की कोशिकांगों को क्षति, प्लाज्मा झिल्ली में बदलाव। इसके अलावा, ठंडा तापमान प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों (ROS)- को निष्क्रिय करने वाले एंजाइमों को बाधित करते हैं, जिससे ऑक्सीडेटिव तनाव, प्रकाश-अवरोधन और प्रकाशसंश्लेषण में कमी आती है।

पौधों की ठंड प्रतिक्रिया और अनुकूलन तंत्र

पिछले अध्ययनों से पता चला है कि ठंड तनाव के दौरान पौधे विभिन्न संवेदी प्रतिक्रियाएँ प्रदर्शित करते हैं। उदाहरण के लिए पौधों की झिल्ली पर मौजूद संवेदी रिसेप्टर्स मुख्य रूप से ठंड तनाव को पहचानते हैं, जिससे प्लाज्मा झिल्ली की तरलता में परिवर्तन होता है। इसके परिणामस्वरूप, कोशिका द्रव्य में कैल्शियम आयन (Ca^{2+}) के उत्पादन को बढ़ाया जाता है। जिससे कैल्शियम आयन (Ca^{2+}) का प्रवाह होता है, जो तनाव संकेत

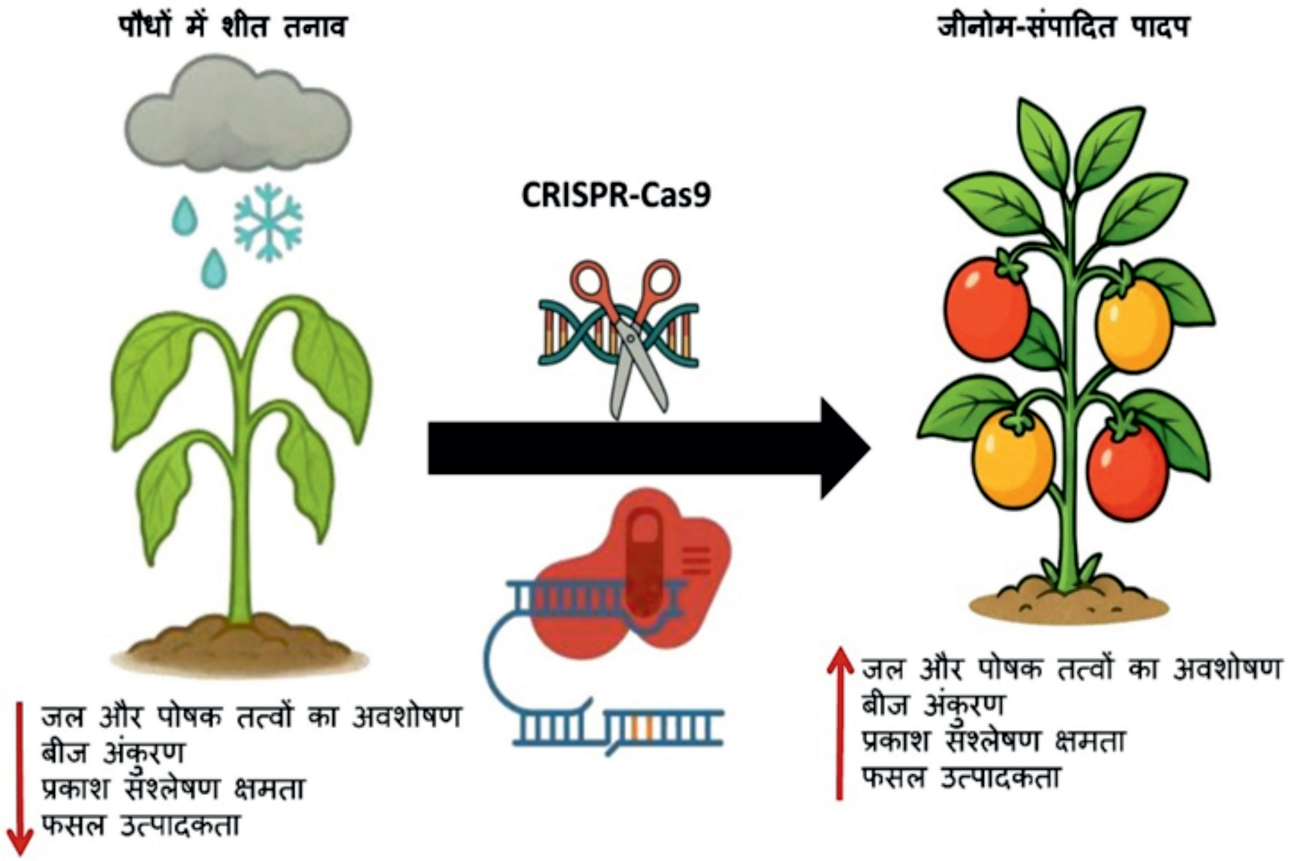
मार्ग को सक्रिय करता है। पौधों में कई ठंड-प्रेरित जीन पाए जाते हैं, जो ठंड के प्रति प्रतिक्रिया स्वरूप सक्रिय होते हैं और उन्हें अत्यधिक ठंड की परिस्थितियों में जीवित रहने में मदद करते हैं। C-repeat binding factor/dehydration-responsive element binding 1 (CBF/DREB1) ट्रांसक्रिप्शन फैक्टर (TFs) अधिकांश ठंड-संवेदनशील जीनों की अभिव्यक्ति को नियंत्रित करते हैं। ठंड तनाव की स्थिति में, ये COR जीनों और CBF रेगुलॉन्स के साथ अंतःक्रिया करते हैं तथा प्रोमोटर क्षेत्रों में उपस्थित संरक्षित DRE मोटिफ्स से बंधकर उनकी अभिव्यक्ति को सक्रिय करते हैं।

ठंड तनाव में जीन अभिव्यक्ति और जीनोम संपादन की भूमिका

अजैविक तनाव के कारण पौधे कई जीनों को सक्रिय करते हैं, जिससे कुछ विशिष्ट मेटाबोलाइट्स और प्रोटीन के स्तर बढ़ जाते हैं। इनमें से अधिकांश मेटाबोलाइट्स और प्रोटीन तनाव सहनशीलता प्रदान करने में योगदान करते हैं। ठंड तनाव किस प्रकार कोशिकीय, भौतिक, और आणविक प्रक्रियाओं को प्रभावित करता है, इसे समझना फसलों की तनाव सहनशीलता में सुधार के लिए आवश्यक है। यह ज्ञान नई तकनीकों और रणनीतियों को विकसित करने का मार्ग प्रशस्त करता है, जिससे फसलें एकाधिक तनावों को सहन करने की क्षमता विकसित कर सकती हैं। चूँकि ठंड अनुकूलन प्रक्रिया के कई पहलू ट्रांसक्रिप्शनल स्तर पर विनियमित होते हैं, इसलिए विभिन्न ट्रांसक्रिप्शनल नियामक कारकों की पहचान की गई है और उनका अध्ययन किया गया है। इसी कारण, आनुवंशिक अभियांत्रिकी (Genetic Engineering) का उपयोग कर तनाव प्रतिक्रिया और संभावित सहनशीलता से जुड़े जीनों को जोड़ना संभव हो सका है, जिससे ठंड-सहनशील फसल किस्मों के विकास की प्रक्रिया तेज़ हो सकती है।

क्रिस्पर और जीन संपादन तकनीक द्वारा ठंड सहनशीलता में सुधार

जीनोम संपादन (Genome Editing) जैव प्रौद्योगिकी अनुप्रयोगों के लिए एक सर्वशक्तिमान उपकरण है, जिसमें किसी भी जीन के कार्य को बदलने की क्षमता होती है। ZFNs, TALEN, CRISPR/Cas9, mito-TALEN, प्राइम एडिटिंग और RLR कुछ प्रमुख जीनोम संपादन उपकरण (GETs) हैं। इन तकनीकों का उपयोग अजैविक और जैविक तनावों के प्रति सहनशील फसल किस्मों को विकसित करने के लिए किया जाता है।



चित्र 1 पौधों में शीत सहनशीलता: CRISPR/Cas9 आधारित दृष्टिकोण

CRISPR में 21–37 bp लंबी छोटी बहु-पुनरावृत्ति अनुक्रम (short multiple repeat sequences) होती हैं, और इस शब्द को रुड जैनसेन (Rudd Jansen) और उनके सहयोगियों ने गढ़ा था । CRISPR-Cas प्रोटीन प्रणाली वर्ष 2012 में एक द्वितीय-पीढ़ी जीनोम संपादन प्रणाली (second-generation genome editing system) के रूप में विकसित हुई। इस विधि में प्रसंस्करण चरण के बाद परिपक्वता (maturation) चरण आता है। ट्रांस-एक्टिवेटिंग crRNA (tracrRNA) पूर्व-crRNA (pre-crRNA) पुनरावृत्ति अनुक्रमों के पूरक होते हैं और pre-crRNAs को संसाधित करते हैं। RNase III, Cas9 की उपस्थिति में परिपक्वता प्रक्रिया शुरू करता है। CRISPR-Cas9 तकनीक पूरी तरह से Cas9 न्यूक्लिएज़ पर निर्भर करती है। Cas9, परिपक्व crRNA के पूरक क्षेत्र से प्रोटोस्पेसर DNA को काटता है। लक्षित साइट को काटने के लिए Cas9 न्यूक्लिएज़ पारंपरिक PAM अनुक्रम 5'NGG3' (जहाँ 'N' कोई भी न्यूक्लियोबेस हो सकता है) का उपयोग करता है। CRISPR/Cas9-आधारित जीनोम-संपादन तकनीके रोग प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने और प्रतिकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों, विशेष रूप से ठंड के तनाव, को सहन करने की क्षमता सुधारने में प्रभावी सिद्ध हुई है (चित्र 1)।

सभी प्रमुख फसलें विशेष रूप से ठंड के तनाव के प्रति संवेदनशील होती है, जिससे ठंड तनाव संकेतण और प्रतिक्रियाओं को प्रबंधित करने के लिए विभिन्न मार्गों में नियामक प्रतिलेखन कारकों की भूमिका विकसित हुई है। ठंड के तनाव की स्थिति में, OsNAC050 जीन धान की पत्तियों में व्यक्त होता है, और इसका ठंड सहनशीलता में योगदान CRISPR-आधारित जीन संपादन तकनीक के माध्यम से जांचा गया है। OsNAC050 के विघटन से अंकुरों में ठंड सहनशीलता में सुधार देखा गया। जांच से पता चला कि म्यूटेंट पत्तियों में सुपरऑक्साइड आयन (O^-) और हाइड्रोजन पेरॉक्साइड (H_2O_2) के स्तर में कमी आई, जबकि उनमें सुपरऑक्साइड डिसम्यूटेज (SOD), पेरॉक्सीडेज (POD) और कैटालेज़ (CAT) की गतिविधि बढ़ी, जो वाइल्ड-टाइप के पौधों की तुलना में अधिक थी। परिणामस्वरूप, म्यूटेंट धान लाइन में ठंड तनाव के दौरान उत्पन्न प्रतिक्रियाशील ऑक्सीजन प्रजातियों (ROS) से होने वाली क्षति के प्रति अधिक प्रतिरोधक क्षमता देखी गई, जिससे उनकी उत्पादन क्षमता में सुधार हुआ है।

निष्कर्ष

अत्यधिक ठंड से उत्पन्न तनाव कई नई चुनौतियाँ प्रस्तुत करता है, जिनमें से अधिकांश का पौधों की वृद्धि और विकास पर गंभीर प्रभाव पड़ता है। इन चुनौतियों से निपटने के लिए कृषि स्थिरता प्राप्त करना और बढ़ती जनसंख्या की खाद्य मांग को पूरा करना अत्यंत आवश्यक है। इन समस्याओं ने वैज्ञानिक समुदाय को आधुनिक जीनोम संपादन तकनीकों का उपयोग करके बेहतर विशेषताओं वाली फसलों के विकास पर विचार करने के लिए प्रेरित किया है, जिससे कृषि में स्थिरता सुनिश्चित की जा सके। पारंपरिक पौध प्रजनन और आधुनिक तकनीकों का उपयोग पौधों की आनुवंशिक संरचना को बदलने और फसलों के वांछित गुणों को विकसित करने के लिए किया जाता है। हालांकि, पारंपरिक प्रजनन विधियाँ फसलों की अनुकूलता और आनुवंशिक विविधता को कम कर सकती हैं और यह एक धीमी प्रक्रिया भी है।

पौधों का जीन संपादन मुख्य रूप से सटीक कृषि लक्षण विकसित करने और बेहतरीन फसल किस्मों को उत्पन्न करने के लिए उन्नत उपकरणों का उपयोग करता है। अतः, आधुनिक जीनोम संपादित प्रणालियों की सहायता से पौध प्रजनन की क्षमता को बढ़ाया जा सकता है। विशेष रूप से CRISPR/Cas-आधारित पौधों के जीनोम संपादन में महत्वपूर्ण प्रगति हुई है, जो कि भविष्य में खाद्य संरक्षण एवं संधारणीय कृषि को सुनिश्चित करता है।

किण्वन और फाइटोफार्मिंग प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

पर्वतीय क्षेत्रों में जैविक कचरा प्रबंधन की चुनौतियाँ और समाधान

जगदीप सिंह, अपर्णा मैत्रा पति

भारत के पर्वतीय या पहाड़ी क्षेत्र जैसे हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, सिक्किम, जम्मू-कश्मीर, अरुणाचल प्रदेश आदि प्राकृतिक सौंदर्य, जैवविविधता और सांस्कृतिक विरासत से परिपूर्ण हैं। इन प्रदेशों में तापमान अधिकतर समय 20-25°C रहता है तथा ऊपरी इलाको में ठण्ड में तापमान अक्सर 0°C से नीचे चला जाता है, जिससे जैविक कचरे का अपघटन बहुत धीमा हो जाता है। सामान्यत: बैक्टीरिया और फंगी इस प्रक्रिया को तेज करते हैं, लेकिन ठंडे वातावरण में उनकी गतिविधियाँ कम हो जाती हैं। इस कारण, जैविक कचरा कई महीनों तक सड़ने की प्रक्रिया में रहता है, जिससे न केवल दुर्गंध उत्पन्न होती है बल्कि आसपास के जल स्रोत भी दूषित हो सकते हैं। इसके अलावा, जब कचरा खुले में पड़ा रहता है, तो इससे हानिकारक रोगाणु फैलने का खतरा भी बढ़ जाता है, जिससे स्थानीय आबादी के स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। इन क्षेत्रों में कचरा प्रबंधन एक अत्यंत जटिल और चुनौतीपूर्ण कार्य बन चुका है। हाल के वर्षों में जनसंख्या वृद्धि, पर्यटन गतिविधियों में तीव्र वृद्धि तथा तेजी से हो रहे शहरीकरण के कारण यहां ठोस अपशिष्ट की मात्रा में लगातार वृद्धि हो रही है। बड़ी संख्या में पर्यटकों की आवाजाही से प्लास्टिक, खाने के पैकेट, बोतलें, तथा अन्य गैर-जैविक कचरा बढ़ता जा रहा है, जिससे पर्यावरणीय संकट उत्पन्न हो रहा है। इन पहाड़ी क्षेत्रों की भौगोलिक संरचना जैसे तीव्र ढलान, संकरी व दुर्गम सड़कें, तथा बर्फबारी व वर्षा से बाधित मार्ग कचरे के संग्रहण, परिवहन और निस्तारण को कठिन बना देते हैं। यहां की जनसंख्या का फैलाव भी असमान रूप से फैला हुआ होता है, जिससे केंद्रीकृत कचरा प्रबंधन प्रणाली स्थापित करना आसान नहीं होता। साथ ही, इन क्षेत्रों में बुनियादी ढांचे की कमी, प्रशिक्षित मानव संसाधनों का अभाव, तथा सीमित वित्तीय संसाधन भी इस समस्या को और जटिल बना देते हैं। इसके अतिरिक्त, स्थानीय स्तर पर लोगों में कचरे के पृथक्करण, पुनःचक्रण और वैज्ञानिक निस्तारण के प्रति जागरूकता का अभाव देखा गया है। जैविक और अजैविक कचरे को एकसाथ फेंकने की आदतें, खुले में जलाना या कहीं भी फेंक देना न केवल प्रदूषण को बढ़ाते हैं बल्कि जनस्वास्थ्य और पारिस्थितिकी तंत्र के लिए भी गंभीर खतरा बन जाते हैं। कुल मिलाकर, पर्वतीय क्षेत्रों में कचरा प्रबंधन केवल तकनीकी नहीं बल्कि सामाजिक और पर्यावरणीय दृष्टिकोण से भी एक व्यापक चुनौती है, जिसके समाधान के लिए एक समन्वित, स्थानीय परिस्थितियों के अनुकूल और सतत् रणनीति की आवश्यकता है।

कचरे से होने वाली मुख्य समस्याएं:

- किचन वेस्ट का गलत निपटान बदबू, मक्खियों और हानिकारक बैक्टीरिया फैलाता है, जिससे बीमारियां बढ़ती हैं। खुले में रखा जैविक कचरा मीथेन और अमोनिया जैसी गैसें छोड़ता है, जो हवा को प्रदूषित करती हैं। घर पर कचरा न अलग करने से गंदगी और बदबू फैलती है, जिससे स्थानीय पर्यावरण खराब होता है। इनसे

बचने के लिए इन-वेसल या पिट कम्पोस्टिंग जैसे तरीकों से कचरा जल्दी खाद में बदला जा सकता है।

- बढ़ते कचरे की वजह से शहरों के बाहर बड़े लैंडफिल बन रहे हैं, जो जमीन की उर्वरता कम करते हैं और भूजल प्रदूषित करते हैं।
- अगर खाद स्थल ठीक से प्रबंधित न हो, तो रिसाव से पोषक तत्व बारिश के साथ जल स्रोतों को खराब कर सकते हैं।
- नाइट्रेट का रिसाव भूजल को दूषित करता है, खासकर जब जैविक और प्लास्टिक कचरा मिल जाता है, जिससे स्वास्थ्य समस्याएं होती हैं।
- ठंडे मौसम में जैविक कचरा धीरे सड़ता है, जिससे जल स्रोत दूषित हो सकते हैं।
- पर्वतीय क्षेत्रों में कचरा और छिलके ढलानों पर फेंकने से बदबू फैलती है और आवारा पशु जमा हो जाते हैं, जिससे वहां के लोगों को परेशानी होती है।

कचरा: सही या बुरा

यह एक गहरा और विचारोत्तेजक प्रश्न है, जिसका उत्तर हमारी सोच और व्यवहार पर निर्भर करता है। कचरा एक ऐसा विषय है, जिसे सामान्यतः हम उपेक्षित दृष्टि से देखते हैं, लेकिन जब इसे सही ढंग से समझा और उपयोग किया जाए, तो यही कचरा हमारे लिए संसाधन, ऊर्जा और रोजगार का स्रोत बन सकता है। यदि कचरे को ठीक तरह से व्यवस्थित नहीं किया जाये तो यह प्रदुषण के स्रोत बन जाते है।

कचरा -जब बुरा

पर्यावरण प्रदूषण: कचरे को खुले में जलाने से विषैली गैसें निकलती हैं जैसे डाइऑक्सिन और फ्यूरान, जो वायु को प्रदूषित करती हैं। प्लास्टिक कचरे से जल स्रोत और भूमि भी प्रभावित होते हैं।

कचरा -जब सही

जैविक खाद का स्रोत: किचन और बागवानी कचरे से जब खाद (compost) बनाई जाती है, तो यह मिट्टी की उर्वरता को बढ़ाती है और रासायनिक उर्वरकों की आवश्यकता को घटाती है।विशेषकर ठंडे पर्वतीय क्षेत्रों में जैविक घोल जैसी तकनीकें इस प्रक्रिया को तेज और प्रभावी बनाती हैं।

ऊर्जा का उत्पादन: गोबर, गीला कचरा और खाद्य अपशिष्ट से बायोगैस और बायोसीएनजी बनाई जा सकती है, इससे ग्रामीण और नगरीय क्षेत्रों में वैकल्पिक ऊर्जा के रूप में उपयोग किया जा सकता है।

रोजगार के अवसर: कचरे के संग्रहण, छंटाई, पुनर्चक्रण (recycling) और प्रोसेसिंग के माध्यम से लाखों लोगों को प्रत्यक्ष और अप्रत्यक्ष रूप से रोजगार प्राप्त होता है।

रचनात्मक पुनः उपयोग (Creative Reuse): कागज, प्लास्टिक, टायर, लकड़ी आदि से अनेक सजावटी व उपयोगी वस्तुएँ तैयार की जाती हैं। स्कूलों व संस्थानों में 'बेस्ट आउट ऑफ वेस्ट' जैसी गतिविधियाँ नवाचार को बढ़ावा देती हैं।

जैविक कचरे का निपटारन कम्पोस्टिंग के माध्यम से आसानी से हो सकता है

कंपोस्टिंग की प्रक्रिया:

संग्रहण: जैविक कचरे को इकट्ठा किया जाता है–जैसे सब्ज़ियों के छिलके, बासी भोजन, सूखी पत्तियाँ, घास, आदि।

छँटाई और तैयारी: कचरे को गीले और सूखे भागों में बाँटा जाता है।

गीला: फल-सब्ज़ी के छिलके, बचे हुए भोजन

सूखा: पत्तियाँ, कागज़, लकड़ी के बुरादे

परतें बनाना (Layering): एक परत गीले कचरे की और एक परत सूखे कचरे की लगाई जाती है ताकि संतुलन बना रहे।

सक्रिय कारक मिलाना: इसमें गोबर, पुराने खाद या कॉम्पोस्ट बूस्टर मिलाया जाता है, जो सूक्ष्मजीवों की क्रिया को तेज करता है।

वातन (Aeration): समय-समय पर ढेर को पलटना होता है ताकि ऑक्सीजन मिलती रहे और गंध न आए।

समीकरण और समय (Monitoring & Time): तापमान, नमी और गंध पर ध्यान देना होता है। आम तौर पर 45–60 दिनों में कंपोस्ट तैयार हो जाता है।

वर्मीकम्पोस्टिंग: एक जैविक प्रक्रिया है जिसमें केंचुए विशेष रूप से जैविक कचरे को विघटित करके उच्च गुणवत्ता वाली खाद वर्मी कम्पोस्ट में बदलते हैं। यह खाद पौधों के लिए अत्यंत पोषक होती है।

वर्मीकम्पोस्टिंग की प्रक्रिया:

स्थान चयन: छायादार, ठंडी, नम जगह चुनें, धूप और बारिश से बचाएं।

फर्श बनाना: पक्का या ढलान वाला ताकि पानी निकले।

कंटेनर/बेड: लकड़ी, ईंट, सीमेंट या प्लास्टिक के कंटेनर में 6x2x1.5 फुट आकार का बेड बनाएं।

बेस लेयर: 4-6 इंच सूखी पत्तियां, कागज, नारियल रेशा, भूसा डालें ताकि नमी और केंचुए रहें।

जैविक कचरा: सड़ा हुआ फल-सब्जी, चाय पत्ती, अंडे के छिलके, गोबर डालें। मांस, तेल, नमक न डालें।

केंचुए: 1 किग्रा केंचुए 100 किग्रा कचरे को 30-40 दिन में कम्पोस्ट करते हैं, धीरे डालें।

नमी और हवा: नमी 60-70% रखें, हफ्ते में 1-2 बार पलटें।

ढकना: बोरी या जूट से ढकें ताकि नमी रहे और कीड़े न आएं।

खाद तैयार: 30-45 दिन में काला, गंधरहित, भुरभुरा खाद तैयार।

केंचुए अलग करना: नया कचरा दूसरी ओर डालें, केंचुए खुद चले जाएंगे।

संग्रहण: सूखी, ठंडी जगह पर रखें।

लाभ: मिट्टी की उर्वरता और जलधारण बढ़ती है, रासायनिक खाद की जरूरत घटती है।

पर्यावरण के अनुकूल है जैविक कचरे का निस्तारण।

ओपन पिट कंपोस्टिंग: जमीन में गड्ढा बनाकर किया जाता है। यह सस्ता लेकिन धीमा तरीका है।

इन-वेसल कंपोस्टिंग: कंटेनर या ड्रम में होता है, तेज और नियंत्रित प्रक्रिया।

बायोडाइजेस्टर कंपोस्टिंग: यह गैस और खाद दोनों देता है, बड़े पैमाने पर उपयोगी तरीका।

कंपोस्टिंग के लाभ: कचरे में भारी कमी आती है जिससे लैंडफिल का बोझ कम होता है। इससे उत्कृष्ट जैविक खाद मिलती है जो मिट्टी की उर्वरता और फसल की गुणवत्ता बढ़ाती है। मृदा की संरचना और जलधारण क्षमता बेहतर होती है। पर्यावरण संरक्षण होता है क्योंकि मीथेन जैसी हानिकारक गैसों का उत्सर्जन घटता है। साथ ही रासायनिक खादों पर खर्च भी कम होता है।

गुणवत्ता युक्त खाद की आवश्यकता: मिट्टी की उर्वरता बनाए रखने के लिए जैविक खाद जरूरी है। पारंपरिक कंपोस्टिंग में समय ज्यादा लगता है, जिससे खेती प्रभावित होती है। अच्छी गुणवत्ता वाली खाद मृदा स्वास्थ्य, पर्यावरण संरक्षण और सतत कृषि के लिए आवश्यक है।

मुख्य लाभ: मिट्टी में जैविक तत्व और सूक्ष्मजीव बढ़ाते हैं। पोषक तत्वों का तेजी से अपघटन होता है। जलधारण क्षमता बढ़ती है, सिंचाई कम होती है। फसलों को आवश्यक पोषक तत्व मिलते हैं। पौधों की रोग प्रतिरोधक क्षमता बढ़ती है, रासायनिक उर्वरकों की जरूरत कम होती है।

उच्च गुणवत्ता वाली खाद के लिए घटक:

बायोचार: बायोचार मिट्टी के लिए इसलिए ज़रूरी है क्योंकि यह मिट्टी की उर्वरता बढ़ाता है। इसकी छिद्रदार संरचना पोषक तत्व और नमी रोकती है, जिससे पौधों की जड़ें लंबे समय तक पोषण पाती हैं। बायोचार सूखी मिट्टी में जलधारण क्षमता बढ़ाकर पौधों को सूखे से बचाता है। यह मिट्टी का pH संतुलित करके अम्लीय मिट्टी को थोड़ा क्षारीय बनाता है, जिससे पोषक तत्व बेहतर मिलते हैं। साथ ही, यह लाभकारी सूक्ष्मजीवों को आश्रय देता है, जिससे मिट्टी की जैविक क्रियाएं बढ़ती हैं। बायोचार नारियल के खोल, बाँस, सूखी पत्तियाँ, लकड़ी के टुकड़े और पाइन नीडल जैसी जैविक अपशिष्टों से बनाया जा सकता है।

कैसे बनता है बायोचार Pyrolysis प्रक्रिया: बायोचार Pyrolysis प्रक्रिया इसमें सीमित ऑक्सीजन में जैविक पदार्थ को 300°C से 600°C तक गर्म किया जाता है। इस प्रक्रिया में धुआं और गैस निकलती है, और ठोस बायोचार बचता है। इसे घर पर मिट्टी के कुंड या लोहे के ड्रम से भी बनाया जा सकता है। ध्यान रखें कि बायोचार का 5-10% मात्रा में मिट्टी के साथ मिलाना पर्याप्त होता है। सूखा और नमी रहित बायोचार बेहतर होता है। साथ ही, गोबर या अन्य खाद के साथ मिलाने से इसके फायदे बढ़ जाते हैं।

पर्यावरण के अनुकूल विकल्प

पर्यावरण के अनुकूल विकल्प में जैविक पदार्थ जैसे हरी पत्तियां, घास, सब्जी-फल के छिलके, सूखे पत्ते, फसल अवशेष, लकड़ी का बुरादा, रसोई का कचरा, चाय की पत्तियां, अंडे के छिलके शामिल हैं। नाइट्रोजन स्रोत में हरी पत्तियां, हरी खाद, गोबर, मूत्र, दालों की भूसी और जैविक अपशिष्ट आते हैं। कार्बन स्रोत के लिए भूसा, सूखी पत्तियां, लकड़ी की छाल, नारियल का छिलका, कागज और काठ की राख उपयुक्त हैं। खाद बनाने में मदद करने वाले सूक्ष्मजीव, खासकर इंडिजिनस बैक्टीरिया, खाद की गुणवत्ता बढ़ाते हैं।

पारंपरिक विधियों की सीमाएँ

- पारंपरिक खाद निर्माण विधियाँ (जैसे गोबर खाद, कूड़ा खाद, हरी खाद आदि) लंबे समय से प्रचलन में हैं। हालाँकि, ये विधियाँ कुछ सीमाओं के कारण आधुनिक कृषि की बढ़ती आवश्यकताओं को सम्पूर्ण तरीके से पूरा नहीं कर पाती हैं। नीचे पारंपरिक खाद निर्माण विधियों की मुख्य सीमाएँ दी गई हैं:

खाद निर्माण में अधिक समय लगता है

- पारंपरिक विधियों में खाद बनने में 3-6 महीने या उससे अधिक समय लग सकता है।
- धीमी जैविक अपघटन दर के कारण पोषक तत्वों की उपलब्धता देर से होती है।
- तापमान और नमी की उचित निगरानी न होने के कारण प्रक्रिया और धीमी हो सकती है।

गंध और कीट समस्या

- पारंपरिक खाद निर्माण प्रक्रिया में उचित ऐरोबिक परिस्थितियाँ न होने के कारण दुर्गंध उत्पन्न हो सकती है।
- सड़ी हुई खाद मक्खी, मच्छर और अन्य हानिकारक कीटों को आकर्षित कर सकती है।
- गलत तरीके से बनाई गई खाद से हानिकारक गैसें (जैसे मीथेन और अमोनिया) निकल सकती हैं।

जलधारण क्षमता और संरचना में कमी

- पारंपरिक खाद निर्माण में कार्बन-नाइट्रोजन अनुपात (C/N Ratio) संतुलित न होने के कारण इसकी जल धारण क्षमता कमजोर हो सकती है।
- मृदा संरचना सुधारने में अपेक्षाकृत अधिक मात्रा की आवश्यकता होती है।
- अत्यधिक अपघटन के कारण कुछ पोषक तत्व वायुमंडल में उड़ सकते हैं।

बड़े पैमाने पर उत्पादन में कठिनाई

- पारंपरिक विधियाँ अधिकतर छोटे स्तर (गांवों में व्यक्तिगत उपयोग) के लिए उपयुक्त होती हैं।
- व्यावसायिक स्तर पर बड़े पैमाने पर उत्पादन के लिए पारंपरिक विधियाँ कम प्रभावी होती हैं।
- नियंत्रण न होने के कारण गुणवत्ता में भिन्नता आ सकती है।

जल और श्रम की अधिक आवश्यकता:

- पारंपरिक तरीकों में खाद बनाने में ज्यादा पानी चाहिए।
- खाद को पलटने और नमी बनाए रखने के लिए मेहनत अधिक लगती है।
- संसाधन कम होने से कभी-कभी खाद की गुणवत्ता गिर सकती है।

पोषक तत्वों का धीमा रिलीज़

- पारंपरिक खाद से पोषक तत्व धीरे-धीरे मुक्त होते हैं, जिससे फसलों को तुरंत लाभ नहीं मिलता।
- जल्दी बढ़ने वाली फसलों के लिए यह विधि हमेशा प्रभावी नहीं होती।
- कभी-कभी फसल की वृद्धि के महत्वपूर्ण चरणों में आवश्यक पोषक तत्वों की कमी हो सकती है।

संस्थान के योगदान की पहल चित्र 1 व चित्र 2

CSIR-IHBT द्वारा विकसित कंपोस्ट बूस्टर को विशेष रूप से ठंडे पर्वतीय क्षेत्रों की जैव-परिस्थितियों को ध्यान में रखकर तैयार किया गया है, जहाँ सामान्य सूक्ष्मजीवी कंपोस्टिंग कारगर नहीं हो पाती। इसमें ऐसे ठंड-सहनशील माइक्रोब्स और एंज़ाइमेटिक एक्टिव एजेंट्स सम्मिलित किए गए हैं जो जैविक अपघटन को तेज करते हैं ताकि अपघटन की तेज हो एवं कम्पोस्टिंग की प्रक्रिया जल्दी पूरी हो सके। (कंपोस्ट बूस्टर को तैयार करने मैं CSIR-IHBT के पूर्व वैज्ञानिक एवं वर्तमान मैं त्रिपुरा यूनिवर्सिटी के एसोसिएट प्रोफ़ेसर रक्षक कुमार एवं अन्य शोधार्थियों का बहुत अहम् योगदान रहा है।)

चित्र: 1 पीएम श्री केन्द्रीय विद्यालय टीसीपी होल्टा, पालमपुर में कम्पोस्टिंग पिट प्रशिक्षण

चित्र: 2 गाँव में जाकर पिट कम्पोस्टिंग के लिए जागरूकता अभियान

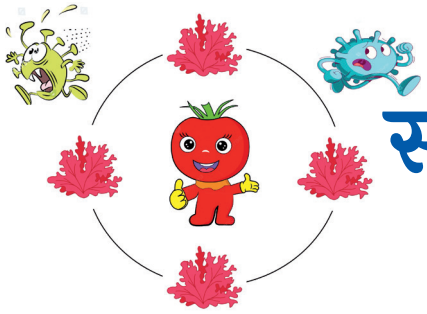
- कंपोस्ट बूस्टर के प्रमुख लाभ व समाधान: तेज़ अपघटन प्रक्रिया: पारंपरिक तरीके से कंपोस्ट बनने में काफी समय लगता हैं, जबकि कम्पोस्ट बूस्टर की मदद से यह 40–45 दिन में तैयार हो सकता है।
- कम तापमान में भी प्रभावी: हिमाचल, उत्तराखंड जैसे शीत क्षेत्रों में भी यह ठंड सहन करने वाले सूक्ष्मजीवों के कारण सफलतापूर्वक कार्य करता है।
- दुर्गंध व कीट समस्या का समाधान: अपघटन के दौरान उत्पन्न गंध व मक्खी/कीट की समस्या को नियंत्रित करता है, जिससे शहरी व घरेलू उपयोग में भी अनुकूल बनता है।
- घटित कार्बन उत्सर्जन: यह बूस्टर ग्रीनहाउस गैसों (जैसे मीथेन, अमोनिया) के उत्सर्जन को कम करता है, जो पारंपरिक ढेर विधि में सामान्यतः अधिक होता है।
- मृदा स्वास्थ्य को बढ़ाता है: तैयार खाद में उपयोगी जीवाणु व पोषक तत्व होते हैं, जो मिट्टी की गुणवत्ता और उत्पादकता दोनों को बेहतर करते हैं।
- सुगंधित व एकसमान खाद: तैयार कंपोस्ट की गुणवत्ता व स्थिरता बेहतर होती है, जिससे किसान इसे अपनाने में अधिक रुचि दिखा रहे हैं।

कंपोस्ट बूस्टर ने जिन समस्याओं का समाधान किया:

समस्या	समाधान
ठंडे क्षेत्रों में धीमा अपघटन	ठंड-सहनशील माइक्रोब्स
कंपोस्ट से दुर्गंध/मक्खियों की वृद्धि	विशेष सूक्ष्मजीव एवं उचित वाहक सामग्री जो गंध नियंत्रित करते हैं
लंबा समय व कम परिणाम	तीन गुना तेज प्रक्रिया व उच्च गुणवत्ता
पोषण असंतुलन	एनपीके संतुलित कम्पोस्ट

निष्कर्ष: पर्वतीय क्षेत्रों में कचरा प्रबंधन केवल कचरा इकट्ठा करने या फेंकने की प्रक्रिया नहीं है, बल्कि यह एक सामाजिक, पर्यावरणीय और सांस्कृतिक जिम्मेदारी है। इन क्षेत्रों की प्राकृतिक सुंदरता और जैव विविधता को संरक्षित करने के लिए कचरा प्रबंधन में स्थानीय समुदाय, प्रशासन, पर्यटक और संगठन मिलकर काम करें। जब तक सभी पक्ष एक साथ समन्वय नहीं करेंगे, समस्या बनी रहेगी। पर्वतीय क्षेत्र पर्यावरण के संतुलन के लिए महत्वपूर्ण हैं, इसलिए यहां कचरा प्रबंधन को गंभीरता से लेना आवश्यक है। यदि हम समय रहते इस पर ध्यान नहीं देंगे, तो पर्यावरण प्रदूषण, जलवायु परिवर्तन और स्वास्थ्य समस्याएं बढ़ेंगी। इसलिए, कचरा निवारण अनिवार्य हो गया है। जनभागीदारी, तकनीकी नवाचार और पर्यावरण संरक्षण की सोच से हम इस समस्या का समाधान कर सकते हैं और आने वाली पीढ़ियों के लिए स्वच्छ और सुरक्षित पर्वतीय क्षेत्र छोड़ सकते हैं। पहाड़ों की रक्षा हमारे भविष्य की रक्षा है, इसलिए अब ठोस कदम उठाना जरूरी है।

जैवप्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)



समुद्री शैवाल से खेती को नई ताक़त

अभिषा रॉय, विपिन हल्लन

वैश्विक खाद्य मांग में बढ़ोतरी के साथ, कृषि योग्य भूमि को बढ़ाए बिना फसल उपज को बढ़ाना अत्यंत आवश्यक है। पारंपरिक कृषि रसायन स्वास्थ्य और पर्यावरण के लिए खतरा बनते जा रहे हैं। «प्रेरक» या एलीसिटर—जो पौधों की प्रतिरक्षा को सक्रिय करते हैं—एक सुरक्षित और पर्यावरण-अनुकूल विकल्प के रूप में उभर रहे हैं। समुद्री शैवाल से प्राप्त पॉलीसैकेराइड्स (MAPs) और उनके हाइड्रोलाइज्ड रूप, ओलिगोसैकेराइड्स (MAOs), पौधों की रोग प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाने में प्रभावशाली सिद्ध हुए हैं। यह समीक्षा MAPs और MAOs की प्रेरक क्षमता, उनकी तैयारी की विधियाँ, और सतत कृषि में उनके अनुप्रयोग पर केंद्रित है।

परिचय

पौधों में लगने वाले रोग कृषि उत्पादन को बाधित करते हैं। कीटनाशकों और फफूंदनाशकों का प्रयोग कारगर होता है, परंतु ये पर्यावरण को नुकसान पहुँचाते हैं और स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव डालते हैं। इसके विपरीत, प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त प्रेरक जैव-अपघट्य, कम मात्रा में प्रभावी होते हैं, और बिना अवशेष छोड़े पौधों की प्रतिरक्षा को सक्रिय करते हैं। इनमें मुख्यतः पौध हार्मोन, प्रोटीन, अमीनो एसिड और समुद्री शैवाल से प्राप्त पॉलीसैकेराइड्स शामिल हैं।

प्रेरक और पौध रक्षा

प्रेरक वे यौगिक हैं जो सैलिसिलिक एसिड (SA), जैस्मोनिक एसिड (JA) और एथिलीन (ET) जैसे संकेत तंत्रों को सक्रिय करके पौधों की प्रतिरक्षा प्रणाली को उत्तेजित करते हैं। सूक्ष्मजीवों, अमीनो एसिड (जैसे GABA), और आवश्यक तेलों से प्राप्त प्रेरक प्रभावशाली रूप से पौध रक्षा को बढ़ाते हैं।

प्रेरक के रूप में समुद्री शैवाल

समुद्री शैवाल—हरे, भूरे और लाल शैवाल में वर्गीकृत—जैव-सक्रिय यौगिकों जैसे पॉलीसैकेराइड्स, पॉलीफेनोल्स, अमीनो एसिड और हार्मोन से भरपूर होते हैं। जैसे लामीनारिन, अल्जिनेट, उल्वान, फुकोइडान, और कैरेजीनन जैसे पॉलीसैकेराइड्स पौध रक्षा को सक्रिय करने के लिए जाने जाते हैं। इनके अर्क (SWEs) न केवल रोगजनकों से रक्षा करते हैं बल्कि पौध वृद्धि और तनाव सहनशीलता में भी सहायक होते हैं।

समुद्री शैवाल पॉलीसैकेराइड्स (MAPs)

MAPs, शैवाल की कोशिका भित्तियों और भंडारण संरचनाओं से प्राप्त जटिल कार्बोहाइड्रेट्स होते हैं जो पौधों की प्रतिरक्षा प्रणाली को प्रेरित करते हैं।

- लामीनारिन बोट्राइटिस और एर्विनिया से रक्षा करता है।
- अल्जिनेट वर्टिसिलियम विल्ट को नियंत्रित करता है।
- उल्वान जैस्मोनेट सिग्नलिंग सक्रिय करता है।
- कैरेजीनन फंगल और बैक्टीरियल संक्रमणों के विरुद्ध रक्षा बढ़ाता है।

हालांकि, इनकी घुलनशीलता सीमित होती है जिससे इनकी प्रभावशीलता घटती है।

समुद्री शैवाल ओलिगोसैकेराइड्स (MAOs)

MAPs को डिपॉलीमराइज़ करके प्राप्त किए गए MAOs छोटे, अधिक घुलनशील और अधिक जैव-उपलब्ध होते हैं। ये MAPs की तुलना में अधिक प्रभावी रूप से प्रतिरक्षा सक्रिय करते हैं। उदाहरण: चावल में अल्जिनेट ओलिगोसैकेराइड्स PAL, POX, और फाइटोएलेक्सिन का उच्च स्तर उत्पन्न करते हैं।

MAOs के प्रकार:

- **AOS**: भूरे शैवाल से प्राप्त।
- **FOS**: फुकोइडान से प्राप्त।
- कैरेजीनन ओलिगोसैकेराइड्स: लाल शैवाल से प्राप्त।
- उल्वान ओलिगोसैकेराइड्स: हरे शैवाल से प्राप्त।

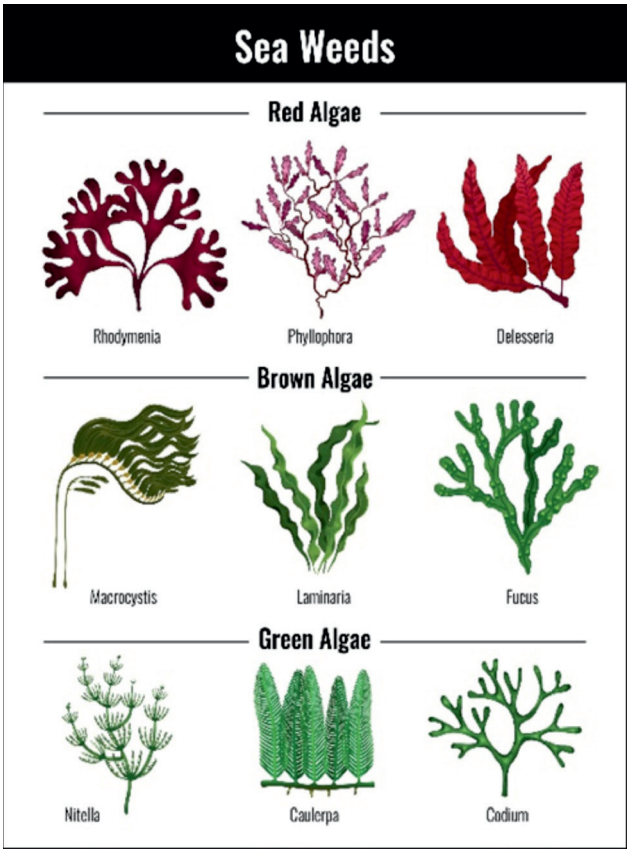
प्रेरक के रूप में MAOs

MAOs, SA-संचालित SAR और JA/ET-संचालित ISR को सक्रिय करते हैं। वे Ca^{2+} प्रवाह, MAPK संकेत तंत्र, ROS उत्पादन और PR जीन की अभिव्यक्ति को प्रेरित करते हैं।

ये सिंथेटिक प्रेरकों की तुलना में सुरक्षित, जैव-अवक्रमणीय और कम मात्रा में प्रभावी होते हैं।

अनुप्रयोग विधियाँ

- पत्तियों पर छिड़काव: जैसे लामीनारिन या एक्कोल—प्रतिरक्षा प्रणाली को सक्रिय करता है।
- मृदा सिंचन: जैसे Ascophyllum nodosum—मिट्टी की नमी उपयोगिता और जड़ स्वास्थ्य में सुधार।
- बीज उपचार: अंकुरण और प्रारंभिक विकास में सहायक।



- जड़ डुबाना: प्रतिरोपण में सहायता करता है।
- हाइड्रोपोनिक प्रयोग: पोषण स्तर और प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाता है।

MAOs का पर्यावरणीय प्रभाव

समुद्री शैवाल उत्पाद पूरी तरह जैव-अपघट्य होते हैं और हानिकारक अवशेष नहीं छोड़ते। MAOs की मदद से कीटनाशकों और रसायनों पर निर्भरता कम होती है, जिससे मिट्टी और जल निकायों की रक्षा होती है।

जलवायु परिवर्तन में भूमिका

समुद्री शैवाल प्रकाश संश्लेषण द्वारा CO_2 को प्रभावी ढंग से अवशोषित करते हैं। इनकी खेती को ताजे जल या कृषि भूमि की आवश्यकता नहीं होती। MAOs के उपयोग से कृषि का कार्बन फूटप्रिंट कम होता है और फसलें सूखा, लवणता और तापमान में उतार-चढ़ाव को बेहतर तरीके से सहन कर पाती हैं।

चुनौतियाँ और भविष्य की दिशा

- उच्च लागत और जटिल निष्कर्षण प्रक्रिया।
- शैवाल किस्मों का अवमूल्यन, रोग और पर्यावरणीय संवेदनशीलता।
- स्थायी CO_2 और पोषक प्रबंधन की आवश्यकता।

भविष्य में उत्पादन विधियों का अनुकूलन, जैव प्रसंस्करण का स्केल-अप और जलवायु-स्मार्ट कृषि में एकीकरण प्रमुख दिशाएँ होंगी।

निष्कर्ष

समुद्री शैवाल ओलिगोसैकेराइड्स एक शक्तिशाली प्राकृतिक प्रेरक हैं जो सतत कृषि के लिए अत्यधिक आशाजनक हैं। इनकी मदद से रासायनिक उपयोग में कमी, पौध प्रतिरक्षा में वृद्धि, और पर्यावरणीय प्रभाव में कमी लाना संभव है। इनके निर्माण और अनुप्रयोग में नवाचार सतत वैश्विक कृषि के भविष्य को आकार देने में सहायक सिद्ध हो सकते हैं।

जैवप्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

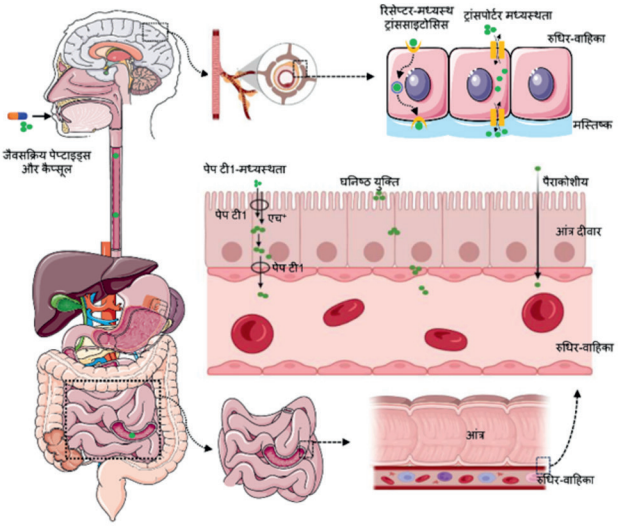
सेहतमंद जीवन में प्रोटीन और पेप्टाइड्स का योगदान

श्वेता ठाकुर, अश्वनी पुनिया, सत्यकाम, विशाल आचार्य, ब्रिजेश कुमार, अमित प्रसाद, सुदेश कुमार यादव, राजीव कुमार

प्रोटीन छोटे पेप्टाइड विस्तार से निर्मित होते हैं। मूल प्रोटीन में ये पेप्टाइड निष्क्रिय होते हैं, लेकिन एंजाइमेटिक हाइड्रोलिसिस के बाद वे जैविक रूप से सक्रिय हो जाते हैं और इन्हें "जैवसक्रिय पेप्टाइड्स" कहा जाता है। पेप्टाइड की जैविक सक्रियता में रक्तचाप-नियंत्रक, एंटीडायबेटिक, कार्डियोप्रोटेक्टिव, एंटीमाइक्रोबियल, एंटीऑक्सिडेंट, एंटीकोएगुलेंट, एंटीकैंसर, एंटी-इन्फ्लेमेटरी, एंजियोटेंसिन-प्रणाली किण्वक अवरोधक और डायपेप्टिडाइल पेप्टिडेज-चतुर्थ अवरोधक गतिविधियाँ शामिल होती हैं, जो मूल प्रोटीन में नहीं पाई जाती हैं (चेल्लियाह एट अल., 2021)।

पेप्टाइड संरचना और जैविक सक्रियता

पेप्टाइड की जैविक सक्रियता मुख्य रूप से इसकी श्रृंखला की लंबाई पर निर्भर करती है। श्रृंखला जितनी छोटी होगी, जैविक सक्रियता उतनी अधिक होगी। सामान्यतः, सात से कम एमिनो एसिड युक्त पेप्टाइड (आणविक भार <800 डाल्टन) अत्यधिक जैव सक्रिय होते हैं, उसके बाद 2–20 एमिनो एसिड (आणविक भार <2800 डाल्टन) वाले पेप्टाइड आते हैं, जबकि 25 से अधिक एमिनो एसिड वाले पेप्टाइड न्यूनतम सक्रिय होते हैं । इसके अतिरिक्त, पेप्टाइड अनुक्रम में एमिनो एसिड के प्रकार और उनकी स्थिति भी जैविक सक्रियता को प्रभावित करती है । उदाहरणस्वरूप, डायपेप्टिडाइल पेप्टिडेज-चतुर्थ और एंजियोटेंसिन परिवर्तित एंजाइम अवरोधक गतिविधि हाइड्रोफोबिक, साइक्लिक या एरोमैटिक एमिनो एसिड (प्रोलीन, ट्रिप्टोफन, फेंयललनीन, और ट्यरोसीन) के सी- टर्मिनल और ब्रांच्ड अलिफैटिक एमिनो एसिड (Gly, Ala, Val, Ile, Leu) के एन- टर्मिनल में मौजूद होने से बढ़ जाती है। जैवसक्रिय पेप्टाइड्स लक्ष्य-विशिष्टता, कम विषाक्तता, प्रभावी सिग्नलिंग अणु, और असाधारण क्षमता के कारण औषधीय अनुसंधान के लिए एक महत्वपूर्ण स्रोत माने जाते हैं। ये व्यापक रूप से दवा, पौष्टिक-औषधीय और सौन्दर्य-प्रसाधन उद्योगों में प्रयुक्त किए जाते हैं। हालिया शोध, जो की पेप्टाइड-आधारित औषधीय और पोषणीय उत्पादों के विकास पर केंद्रित है, वो मानव स्वास्थ्य लाभ के लिए महत्वपूर्ण हैं। वर्तमान में, 80 से अधिक पेप्टाइड-आधारित औषधियाँ विभिन्न रोगों की रोकथाम और उपचार के लिए बाज़ार में उपलब्ध हैं (मुटेनथेलर एट अल., 2021)। उदाहरण के लिए: वैल्टायरॉन®, एक नैदानिक रूप से परीक्षणित जैवसक्रिय पेप्टाइड्स है, जिसे सार्डिन मांसपेशी प्रोटीन हाइड्रोलाइसेट से प्राप्त किया गया है, यूरोपीय आयोग और यूएसएफडीए द्वारा खाद्य सामग्री के रूप में सुरक्षित घोषित किया गया है । प्रबोटुलिनमटॉक्सिन ए - एक्स वी एफ एस (ज्यूवो), जो कि क्लॉस्ट्रिडियम जीवाणु से प्राप्त बोटुलिनम टॉक्सिन टाइप ए पेप्टाइड है, एफडीए द्वारा ग्लैबेलर लाइन्स (माथे की झुर्रियाँ) के उपचार के लिए अनुमोदित किया गया है । एक्सेनाटाइड, जो कि हेलोडर्मा सस्पेक्टम से प्राप्त एक विष पेप्टाइड है, जीएलपी1 ग्रहीता एगोनिस्ट के रूप में कार्य करता है और बायेटा नामक इंजेक्शन के रूप में मधुमेह नियंत्रण के लिए विपणन किया गया है। ज़िकोनोटाइड, जो कि समुद्री कोन घोंघे (समुद्री शंकु नाखून) से प्राप्त एक पेप्टाइडिक अवरोधक है, वोल्टेज-गेटेड कैल्शियम प्रणाली को अवरुद्ध करने में सहायक होता है और प्रियाल्ट नाम से गंभीर और पुरानी दर्द निवारण के लिए उपलब्ध है । लिनक्लोटाइड, एक सूक्ष्मजीवजनित पेप्टाइड, जिसे संवेदनशील आंत की बीमारी के उपचार के लिए अनुमोदित किया गया है। इसके अतिरिक्त, रोमिडेप्सिन, कारफिलज़ोमिब, और एप्टिफिबेटाइड जैसे अन्य प्राकृतिक उत्पाद-व्युत्पन्न पेप्टाइड्स भी विभिन्न रोगों के उपचार में अनुमोदित किए गए हैं ।



चित्र 1: जैवसक्रिय पेप्टाइड्स के लिए परिवहन तंत्र

जैवसक्रिय पेप्टाइड्स का पाचन और अवशोषण

जैवसक्रिय पेप्टाइड्स के कार्य को समझने के लिए यह जानना आवश्यक है कि वे कैसे उत्पन्न होते हैं और यदि उपभोग किए जाते हैं, तो वे पाचन

एंजाइमों के प्रभाव से कैसे संरक्षित रहते हैं। भोजन में मौजूद प्रोटीन का पाचन गैस्ट्रोइंटेस्टाइनल एंजाइम्स (जैसे पेप्सिन, ट्रिप्सिन, और काइमोट्रिप्सिन) द्वारा अम्लीय पीएच पर प्रारंभ होता । इसके परिणामस्वरूप विभिन्न लंबाई के पेप्टाइड्स (2–20 एमिनो एसिड) उत्पन्न होते हैं, जिनमें एकल या बहु-कार्यात्मक जैविक प्रभाव हो सकते हैं। जैवसक्रिय पेप्टाइड्स का अवशोषण आंतों की कोशिकाओं द्वारा निम्नलिखित मार्गों से होता है : पेप्टाइड्स परिवहनकर्ता (पेप्टी1), ट्रांससाइटोसिस और अंतःकोशिकीय पुटिका-मध्यस्थ परिवहन प्रणाली, तथा निष्क्रिय प्रसार (चित्र 1)।

कुछ पेप्टाइड्स अम्लीय वातावरण और पाचन एंजाइमों के प्रति प्रतिरोधी होते हैं, विशेष रूप से जब वे निम्नलिखित संरचनात्मक संशोधनों से गुजरते हैं :

- अम्लीय एमिनो एसिड की उपस्थिति
- डायसल्फाइड ब्रिज संरचना
- फॉस्फोरीलेशन और ग्लाइकोसाइलेशन जैसी पश्च-प्रसारात्मक संशोधन प्रक्रियाएँ

नतीजतन, पिछले कुछ वर्षों में जैवसक्रिय पेप्टाइड्स के पृथक्करण, स्क्रिनिंग और पहचान के प्रति महत्वपूर्ण रुचि दिखाई गई है। इसके लिए, हम हाइड्रोलाइसेट्स के लिए जठरांत्र संबंधी पाचन स्थिति की नकल करते हैं, जिसमें रासायनिक विधियाँ (सक्रिय पेप्टाइड्स के उत्पादन के लिए अम्ल या क्षार उत्प्रेरण द्वारा हाइड्रोलाइसेट), एंजाइमेटिक विधियाँ (पाचक एंजाइमों का उपयोग), और किण्वन प्रक्रियाएँ (सूक्ष्मजीवों का उपयोग, जिनमें प्रोटीएज़ होते हैं जो सक्रिय पेप्टाइड्स उत्पन्न करते हैं) शामिल हैं। जैवसक्रिय पेप्टाइड्स प्राप्त करने का सबसे सामान्य तरीका प्रोटीन को एकल या एकाधिक प्रोटीएज़ के साथ पाचन करना है, चाहे वह व्यक्तिगत रूप से किया जाए या संयोजन में । एंजाइमेटिक हाइड्रोलिसिस साइट-विशिष्ट होती है, तेज़ होती है और इसे बफर संरचना, तापमान, पीएच और अभिक्रिया समय जैसे प्रतिक्रिया मापदंडों द्वारा नियंत्रित किया जाता है। इसके बाद, जटिल हाइड्रोलाइसेट्स से सक्रिय पेप्टाइड्स की पहचान करने के लिए, पेप्टाइड जटिलता को कम करने के लिए एकाधिक क्रोमैटोग्राफी तकनीकों को जोड़ा जाता है, जैसे कि अल्ट्राफिल्ट्रेशन, रिवर्स-फेज उच्च-प्रदर्शन तरल क्रोमैटोग्राफी, साइज एक्सक्लूजन क्रोमैटोग्राफी,

चित्र 2: विभिन्न चिकित्सीय अनुप्रयोगों के साथ विभिन्न ऊतक अर्क से पृथक किए गए चयनित औषधीय पौधे।

आयन एक्सचेंज क्रोमैटोग्राफी, हाइड्रोफिलिक इंटरैक्शन क्रोमैटोग्राफी। ये तकनीकें आणविक भार, घुलनशीलता, चार्ज, हाइड्रोफोबिसिटी और हाइड्रोफिलिसिटी के आधार पर चयन करती हैं।

इसके अलावा, सक्रिय पेप्टाइड्स की पहचान करने के लिए द्रव्यमान स्पेक्ट्रोमेट्री का उपयोग किया जाता है, जहाँ प्राप्त स्पेक्ट्रा को प्रोटीन डेटाबेस से मिलाया जाता है। एक बार पेप्टाइड अनुक्रम प्राप्त हो जाने के बाद, इसकी घुलनशीलता, एलर्जेनिसिटी, विषाक्तता और जैविक सक्रियता का आकलन करने के लिए विभिन्न ऑनलाइन टूल्स का उपयोग किया जाता है। हाल ही में, बायोपेप डेटाबेस को जैविक सक्रियता मूल्यांकन के लिए अपनाया गया है। अब तक, लगभग 4983 जैवसक्रिय पेप्टाइड्स (बायोपेप डेटाबेस) की पहचान प्राकृतिक स्रोतों जैसे जानवरों, पौधों और सूक्ष्मजीवों से की जा चुकी है। कार्यात्मक खाद्य जैवसक्रिय पेप्टाइड्स को अलग करने, पृथक करने और पहचानने के लिए शोध सामग्री के रूप में प्राथमिक पसंद रहा है। कार्यात्मक खाद्य उन खाद्य पदार्थों को कहा जाता है जिनमें पोषण गुणवत्ता और जैव सक्रिय यौगिक होते हैं, जो स्वास्थ्य-संवर्धन गतिविधियों में सहायक होते हैं और विभिन्न दीर्घकालिक बीमारियों के उपचार के लिए उपयोग किए जाते हैं। जैवसक्रिय पेप्टाइड्स अध्ययन के लिए उपयोग किए जाने वाले कार्यात्मक खाद्य स्रोतों में पशु, पौधे, कवक (फंगस), शैवाल, और सायनोबैक्टीरिया प्रमुख हैं। उदाहरण के लिए, मांस, अंडे, दूध और डेयरी उत्पादों जैसे पशु-आधारित खाद्य पदार्थों पर गहन अध्ययन किया गया है। पौधों से प्राप्त खाद्य पदार्थों में, कई दलहन (जैसे मटर, सेम, और सोयाबीन), अनाज (जैसे मक्का, चावल, गेहूं, जौ, राई, जई), छद्म-अनाज (जैसे अमरंथ, क्विनोआ, और कुट्टू), बीज, फल, और मेवे शामिल हैं, जो जैवसक्रिय पेप्टाइड्स और प्रोटीन के प्रमुख स्रोत हैं। हालाँकि, औषधीय पौधों में जैवसक्रिय पेप्टाइड्स के अध्ययन पर अभी और अधिक शोध की आवश्यकता है। यह समीक्षा औषधीय पौधों से प्राप्त जैवसक्रिय पेप्टाइड्स की पहचान, कार्यात्मक विशेषताओं, और उनके चिकित्सीय, पोषण संबंधी और कृषि क्षेत्रों में संभावित अनुप्रयोगों पर हाल ही में किए गए अध्ययनों पर केंद्रित है (चित्र 2)।

भविष्य की संभावनाएँ

हाल के अध्ययनों में पशु और पौध-आधारित खाद्य पदार्थों में जैवसक्रिय पेप्टाइड्स की उपस्थिति पर विशेष ध्यान दिया जा रहा है, विशेष रूप से मानव स्वास्थ्य और जीवन-घातक रोगों की रोकथाम में उनकी भूमिका को समझने के लिए। जैवसक्रिय पेप्टाइड्स से विकसित होने वाली दवाइयों की सफलता इस बात को इंगित करती है कि फार्मास्युटिकल उद्योगों में जैवसक्रिय पेप्टाइड्स के वाणिज्यिक उपयोग को बढ़ावा दिया जाना चाहिए ताकि विभिन्न रोगों का उपचार किया जा सके और मानव स्वास्थ्य में सुधार लाया जा सके।

जैवप्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

नवीन नैनोफाइबर से क्वेरसेटिन की टारगेट डिलीवरी

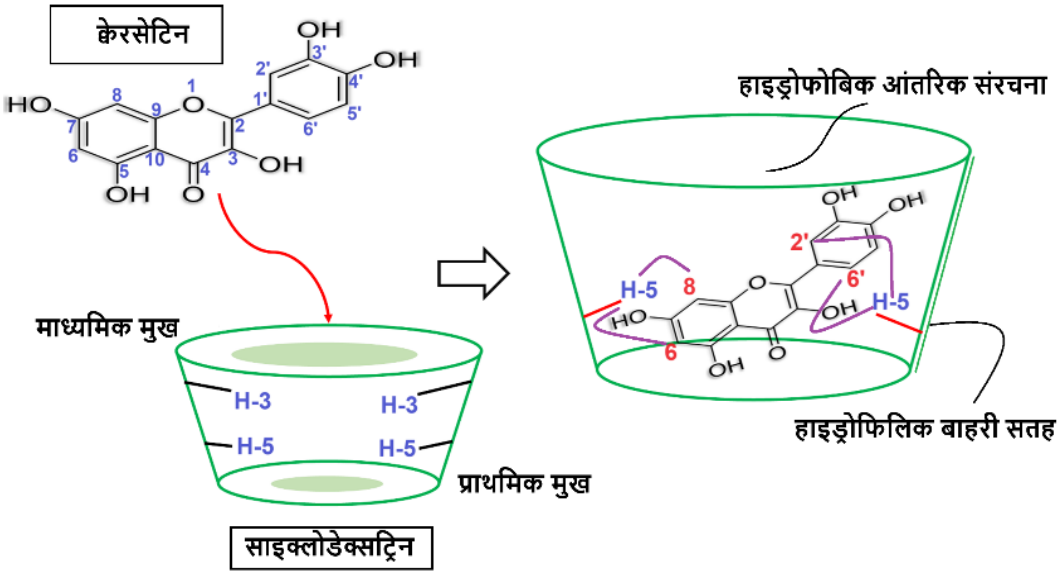
नवाब खान, अंकित सनेजा

क्वेरसेटिन (QCT) एक शक्तिशाली प्राकृतिक एंटीऑक्सीडेंट है जो अनेक औषधीय गुणों से भरपूर है, जैसे कि सूजनरोधी, कैंसररोधी और एंटीऑक्सीडेंट प्रभाव। लेकिन इसकी खराब पानी में घुलनशीलता और पेट व आंतों की तेज अम्लीय स्थितियों में अस्थिरता इसकी जैवउपलब्धता को सीमित कर देती है। इस अध्ययन का उद्देश्य था क्वेरसेटिन को कोलन तक सुरक्षित पहुँचाने के लिए एक ऐसा नवाचार करना जो इसे अम्लीय वातावरण में संरक्षित रखे और धीरे-धीरे सही स्थान पर छोड़े।

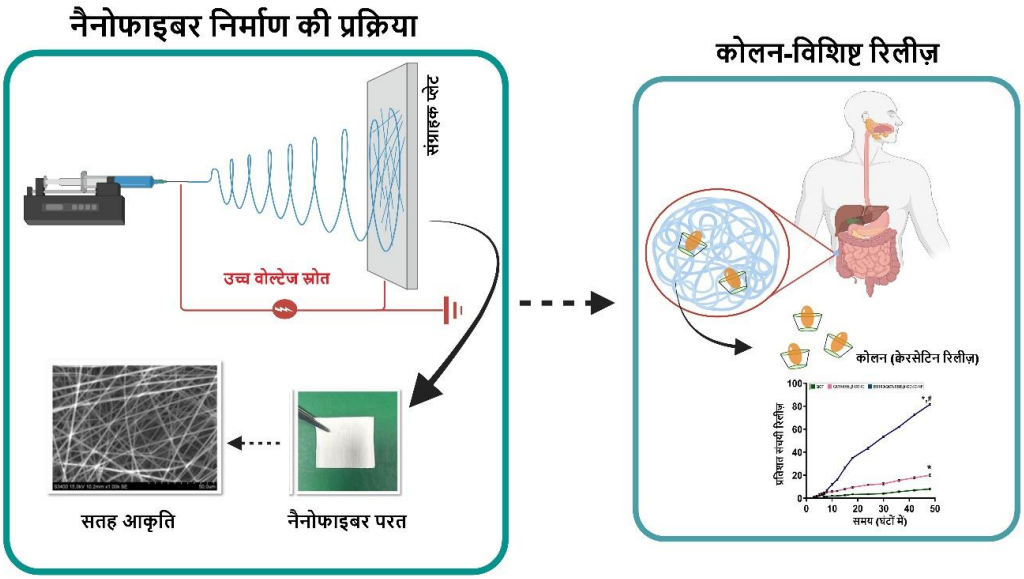
इस अध्ययन में क्वेरसेटिन की कोलन-विशिष्ट डिलीवरी के लिए एक अभिनव दो-चरणीय रणनीति को अपनाया गया। पहले चरण में क्वेरसेटिन का समावेशन सुल्फोब्यूटाइल ईथर-β-साइक्लोडेक्सट्रिन (SBE-β-CD) के साथ इनक्लूज़न कॉम्प्लेक्स (IC) के रूप में किया गया चित्र 1 जो इसकी जल घुलनशीलता और रासायनिक स्थिरता को बेहतर बनाता है। फेज सोलुबिलिटी स्टडीज ने स्पष्ट रूप से दर्शाया कि SBE-β-CD क्वेरसेटिन के लिए सबसे उपयुक्त होस्ट अणु है, जिसमें अत्यधिक स्थायित्व वाला बाइंडिंग कांस्टेंट (23,722 M^{-1}) देखा गया। ^{1}H-NMR और 2D-NOESY स्पेक्ट्रोस्कोपी तकनीकों से यह पुष्टि हुई कि क्वेरसेटिन का एरॉमैटिक भाग SBE-β-CD के खोखले कैविटी में प्रवेश करता है, जिससे एक स्थिर होस्ट-गेस्ट कॉम्प्लेक्स बनता है।

इसके बाद, इस इनक्लूज़न कॉम्प्लेक्स को pH-संवेदनशील ES100 आधारित इलेक्ट्रोस्पुन नैनोफाइबर (NF) में एन्कैप्सुलेट किया गया। इन नैनोफाइबर की संरचना को FTIR, XRD, DSC, TGA जैसी तकनीकों द्वारा विश्लेषित किया गया, जिससे यह ज्ञात हुआ कि क्वेरसेटिन का क्रिस्टलीय रूप पूरी तरह से अमॉर्फस अवस्था में बदल गया है। यह परिवर्तन इसके तापीय स्थायित्व और जैवउपलब्धता में उल्लेखनीय सुधार लाता है। SEM इमेजिंग से पता चला कि नैनोफाइबर की सतह स्मूद और बीड-फ्री है, जिनका औसत व्यास लगभग 628 nm रहा।

सतह की जल प्रतिरोधिता को जांचने के लिए वाटर कॉन्टैक्ट एंगल (WCA) का विश्लेषण किया गया, जिससे यह स्पष्ट हुआ कि सभी ES100 आधारित नैनोफाइबर हाइड्रोफोबिक (जल प्रतिरोधी) प्रकृति के हैं, जिनका कॉन्टैक्ट एंगल 90° से अधिक था। यह गुण यह सुनिश्चित



चित्र 1 क्वेरसेटिन का साइक्लोडेक्सट्रिन हाइड्रोफोबिक कैविटी में प्रवेश



चित्र 2 नैनोफाइबर का विकास एवं कोलन में क्वेरसेटिन का लक्षित रिलीज़

करता है कि नैनोफाइबर पेट और छोटी आंत की नमी से क्षतिग्रस्त नहीं होंगे, और कोलन में पहुँचकर ही सक्रिय यौगिक को रिलीज़ करेंगे। इन विट्रो रिलीज़ अध्ययनों में पाया गया कि पेट (SGF) और छोटी आंत (SIF) की अवस्थाओं में क्वेरसेटिन की बहुत कम मात्रा (2–4%) ही रिलीज़ हुई, जबकि कोलन (SCF) के चरण में ES100/QCT/SBE-β-CD-IC-NF ने लगभग 81.9% रिलीज दिखाया। इसके विपरीत, शुद्ध क्वेरसेटिन और केवल इनक्लूज़न कॉम्प्लेक्स से क्रमशः केवल 7.5% और 19.9% ही रिलीज़ हो पाया। यह दर्शाता है कि ES100 नैनोफाइबर ने क्वेरसेटिन को एसिडिक वातावरण में संरक्षित रखा और कोलन में नियंत्रित तरीके से छोड़ा।

एंटीऑक्सीडेंट क्षमता का मूल्यांकन DPPH और ABTS रेडिकल स्कैवेंजिंग परीक्षणों से किया गया। इन परीक्षणों में नैनोफाइबर प्रणाली ने क्वेरसेटिन की तुलना में अधिक स्कैवेंजिंग क्षमता दर्शाई। DPPH में ES100 आधारित नैनोफाइबर ने 90.5%, और ABTS में 83.8% रैडिकल स्कैवेंजिंग दिखाई, जो दर्शाता है कि इनकैप्सुलेशन ने क्वेरसेटिन के एंटीऑक्सीडेंट गुणों को संरक्षित और बढ़ाया। इन सभी निष्कर्षों से यह स्पष्ट होता है कि SBE-β-CD इनक्लूज़न कॉम्प्लेक्स और ES100 आधारित नैनोफाइबर का संयोजन क्वेरसेटिन जैसे हाइड्रोफोबिक बायोएक्टिव अणु के लिए एक सक्षम, सुरक्षित और कोलन-विशिष्ट डिलीवरी सिस्टम प्रदान करता है। यह तकनीक न्यूट्रास्यूटिकल्स, फार्मास्यूटिकल्स और फंक्शनल फूड्स के क्षेत्र में प्रभावी अनुप्रयोगों के लिए आशाजनक साबित हो सकती है।

निष्कर्ष

इस अध्ययन से यह स्पष्ट होता है कि SBE-β-CD और ES100 आधारित इलेक्ट्रोस्पुन नैनोफाइबर का संयोजन क्वेरसेटिन जैसे हाइड्रोफोबिक बायोएक्टिव यौगिकों की कोलन-विशिष्ट डिलीवरी के लिए एक प्रभावी और अभिनव समाधान है। यह प्रणाली:

- क्वेरसेटिन की घुलनशीलता और स्थायित्व बढ़ाती है।
- पेट और छोटी आंत में इसे सुरक्षित रखती है।
- कोलन में लक्षित और नियंत्रित रिलीज सुनिश्चित करती है।
- इसकी जैवक्रियाशीलता (जैसे एंटीऑक्सीडेंट गुण) को बढ़ाती है।

भविष्य की संभावनाएं

यह प्लेटफॉर्म औषधीय उत्पादों, न्यूट्रास्यूटिकल्स और फंक्शनल फूड्स में हाइड्रोफोबिक एक्टिव्स की लक्षित डिलीवरी के लिए एक व्यवहारिक और बहुपयोगी विकल्प हो सकता है।

आहारिकी एवं पोषण प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

प्रोटीएज़ रोकने वाले नए यौगिकों की खोज

राहुल सिंह, अनुराग, महिमा चौहान, अरुण कुमार, ऋतुराज पुरोहित

पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम कोरोनावायरस-2 का एक महत्वपूर्ण विषाणुजनित किण्वक है, जो विषाणु के प्रतिकृति एवं रोगजनन में प्रमुख भूमिका निभाता है। यही कारण है कि यह एंजाइम विषाणुरोधी चिकित्सा विकास के लिए एक आकर्षक लक्ष्य बनता है। पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ को लक्षित करने के उद्देश्य से क्लोरोजेनिक अम्ल को चुना गया, क्योंकि यह एक प्राकृतिक यौगिक के रूप में अपनी पुष्टि किए गए विषाणु-प्रोटीएज़ निषेधक गुणों के लिए जाना जाता है।

इस शोध में इन-सिलिको (गणनात्मक) तथा इन-विट्रो (प्रयोगात्मक) तकनीकों के समन्वय का उपयोग किया गया, जिससे पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ के लिए एक प्राकृतिक अवरोधक की सफल पहचान संभव हो सके। आणविक संयोजन अनुकरण विश्लेषण में यह देखा गया कि क्लोरोजेनिक अम्ल की पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ के साथ अधिक प्रभावी अंतःक्रिया ऊर्जा थी, जो कि पारंपरिक अवरोधक GRL0617 से भी अधिक प्रभावशाली सिद्ध हुई। इसके अतिरिक्त, आणविक गतिकी अनुकरण से यह स्पष्ट हुआ कि क्लोरोजेनिक अम्ल और पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ का संयुग्म अत्यंत स्थिर बना रहता है और उसकी संरचनात्मक गतिकी में निकटता बनी रहती है।

आणविक गतिकी आधारित मुक्त ऊर्जा गणना द्वारा प्राप्त मुक्त ऊर्जा मूल्यों ने दोनों यौगिकों (क्लोरोजेनिक अम्ल और GRL0617) की तुलनात्मक संयोजी प्रवृत्ति को दर्शाया। इसके अलावा, किण्वक अवरोधन परख द्वारा किए गए खुराक-प्रतिक्रिया विश्लेषण से यह प्रमाणित हुआ कि क्लोरोजेनिक अम्ल पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ का एक प्रभावी अवरोधक हो सकता है। यह प्रयोगात्मक पुष्टि पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ के विरुद्ध क्लोरोजेनिक अम्ल की निषेधक क्षमता को सुदृढ़ आधार प्रदान करती है।

कुल मिलाकर, यह व्यापक विश्लेषण पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ को लक्षित करने वाले संभावित चिकित्सीय यौगिकों के विकास के लिए एक महत्वपूर्ण आधार प्रस्तुत करता है और गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम कोरोनावायरस-2 के विरुद्ध प्रभावी उपचार विकसित करने की दिशा में आशाजनक संभावनाएँ दर्शाता है।

परिचय

गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम कोरोनावायरस-2 एक बेटाकोरोनावायरस है, जिसकी ~29.9 Kb की पॉज़िटिव-सेंस RNA जीनोम होती है, जो 29 प्रोटीन को एन्कोड करती है। वायरस की वृद्धि और प्रसार के लिए मुख्यतः दो प्रोटीएज़-मुख्य प्रोटीएज़ और पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ आवश्यक होते हैं। पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ न केवल पॉलीप्रोटीन्स को काटता है, बल्कि ISG15 को IRF3 से अलग कर प्रतिरक्षा प्रतिक्रिया को भी बाधित करता है।

पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ को निशाना बनाना एक प्रभावी विषाणुरोधी रणनीति हो सकती है। प्राकृतिक यौगिकों, विशेष रूप से फेनोलिक अम्ल, ने पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ अवरोधक के रूप में क्षमता दिखाई है। क्लोरोजेनिक अम्ल, जो कॉफी जैसे खाद्य पदार्थों में प्रचुर मात्रा में पाया जाता है, ने इन्फ्लूएंज़ा ए, एचआईवी, एचसीवी और एचएसवी के खिलाफ विषाणुरोधी गतिविधि प्रदर्शित की है। यह अध्ययन पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ को रोकने के लिए क्लोरोजेनिक अम्ल की क्षमता की जांच करता है, जिसमें आणविक संयोजन अनुकरण, आणविक गतिकी अनुकरण और प्रयोगात्मक परीक्षण शामिल हैं। चित्र 1)

गणनात्मक और प्रयोगात्मक विधियाँ

आणविक संयोजन अनुकरण और आणविक गतिकी अनुकरण

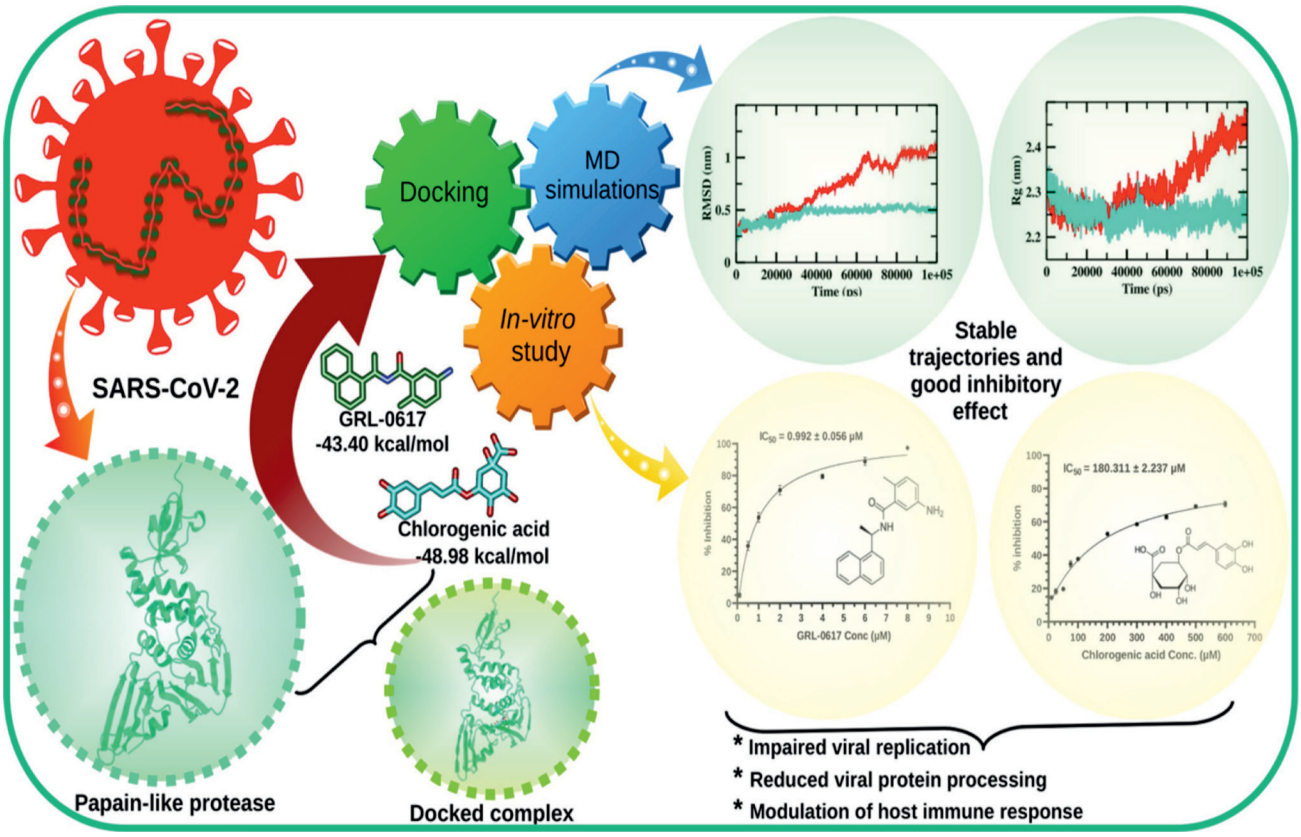
पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ (PDB ID: 7JRN) को डिस्कवरी स्टूडियो में तैयार किया गया। क्लोरोजेनिक अम्ल और GRL0617 को सी-डॉकर कार्यविधि का उपयोग करके संयोजन अनुकरण किया गया। GROMACS में 100 ns का आणविक गतिकी अनुकरण किया गया और आणविक गतिकी आधारित मुक्त ऊर्जा गणना पद्धति से संयोजन मुक्त ऊर्जा की गणना की गई।

प्रोटीन अभिव्यक्ति और शुद्धिकरण

पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ को *ई. कोलाई* BL21 में pET-28a अनुवांशिक वाहक के माध्यम से आनुवंशिक रूप से समान प्रतिकृति तैयार की गई, IPTG के साथ व्यक्त किया गया, कोबाल्ट रेजिन **आसक्ति वर्णनलीकरण** द्वारा शुद्ध किया गया, और एसडीएस-पेज व ब्रैडफोर्ड परख द्वारा सत्यापित किया गया।

फ्लोरेसेंस-आधारित परख

पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ गतिविधि को फ्लोरोजेनिक पेप्टाइड (Z-LRGG-AMC) द्वारा मापा गया। अवरोधक परीक्षणों में, पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ को क्लोरोजेनिक अम्ल के साथ पूर्व-इनक्यूबेट किया गया और फिर फ्लोरेसेंस-आधारित काइनेटिक विश्लेषण किया गया, जिसमें IC_{50} मान निर्धारित करने के लिए ग्राफपैड प्रिज्म का उपयोग किया गया।



चित्र 1: चित्रात्मक सारांश गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम कोरोनावायरस-2 के पपैन-लाइक प्रोटीएज़ को लक्षित करने के लिए क्लोरोजेनिक एसिड की संभावित अवरोधक भूमिका को दर्शाता है।

निष्कर्ष

क्लोरोजेनिक अम्ल और GRL0617 के पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ के साथ संयोजन प्रतिरूप को आणविक संयोजन अनुकरण के माध्यम से स्पष्ट किया गया। परिणामों से पता चला कि क्लोरोजेनिक अम्ल ने पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ के साथ एक अनुकूल संयोजन अनुकरण मुद्रा प्रदर्शित किया और महत्वपूर्ण अंतःक्रिया ऊर्जा दिखाई, जिसमें GRL0617 की तुलना में अधिक हाइड्रोजन बंध बने। इसके बाद, क्लोरोजेनिक अम्ल-पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ और GRL0617-पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ पर आणविक गतिकी अनुकरण किया गया ताकि उनकी स्थिरता और गतिकीय विशेषताओं का विश्लेषण किया जा सके।

आणविक गतिकी अनुकरण विश्लेषण के दौरान विभिन्न परिमाण, जैसे घूर्णन त्रिज्या, मूल माध्य वर्ग विचलन, मूल माध्य वर्ग उतार-चढ़ाव, समष्टि समूहकरण और हाइड्रोजन बंध की जाँच की गई ताकि इन संयुग्मों की स्थिरता और व्यवहार को समझा जा सके। परिणामों से यह स्पष्ट हुआ कि अम्ल-पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ संयुग्म पूरे अनुकरण के दौरान स्थिर बना रहा, जिसे समय के साथ विकसित हुए इन परिमाण ने भी प्रमाणित किया। प्रमुख घटक विश्लेषण ने भी संरचनात्मक गतियों और स्थिर संरचना तंत्र में अंतर्दृष्टि प्रदान की, जिससे यह पुष्टि हुई कि क्लोरोजेनिक अम्ल-पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ संयुग्म, GRL0617-पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ संयुग्म की तुलना में अधिक स्थिर है।

इसके अतिरिक्त, **प्रयोगात्मक विश्लेषण** भी किए गए ताकि क्लोरोजेनिक अम्ल की पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ के साथ क्रियाशीलता और प्रभावशीलता को सत्यापित किया जा सके। इससे इस यौगिक की चिकित्सीय क्षमता को अधिक व्यापक रूप से समझने में सहायता मिली।

इसके अलावा, हमने तीन-आयामी संरचनात्मक समानता के आधार पर क्लोरोजेनिक अम्ल के 25 व्युत्पन्न यौगिकों पर भी आणविक संयोजन अनुकरण का परीक्षण किया। परिणामों से पता चला कि इन व्युत्पन्न यौगिकों ने भी अनुकूल अंतःक्रिया ऊर्जा प्रदर्शित की, जिससे यह संकेत मिलता है कि वे भी प्रभावी अवरोधक हो सकते हैं।

इस अध्ययन के निष्कर्ष बताते हैं कि प्राकृतिक यौगिकों, जैसे कि क्लोरोजेनिक अम्ल, के माध्यम से पैपेन-प्रकार प्रोटीएज़ का नियमन गंभीर तीव्र श्वसन सिंड्रोम कोरोनावायरस-2 के उपचार के लिए एक संभावित रणनीति हो सकता है।

जैवप्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर हिमाचल प्रदेश

जैविक अवशेषों से मूल्यवान रसायन

अरविन्द सिंह चौहान, प्रलय दास

जीवाश्म ईंधन संसाधनों की तेजी से घटती प्रवृत्ति ने दुनिया भर में अनुसंधान को सेलुलोसिक बायोमास के उपयोग की ओर प्रेरित किया है ताकि इससे उत्तम रसायन, औद्योगिक पॉलिमर और परिवहन ईंधन का उत्पादन किया जा सके। इन संसाधनों के अंधाधुंध उपयोग से ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन के कारण पर्यावरणीय चिंताएँ भी तेजी से बढ़ रही हैं। इस संदर्भ में, बायोमास एक उपयुक्त विकल्प माना जाता है, जिसका वैश्विक वार्षिक बायोमास उत्पादन लगभग 170 अरब मीट्रिक टन है, जो मुख्य रूप से फसल अवशेषों, गन्ने के बगास, मकई के डंठल आदि से उत्पन्न होता है। इन बायोमास का 5-हाइड्रॉक्सीमेथिलफर्फ्यूरल (5-एचएमएफ), फर्फ्यूरल, डाइफॉर्मिलफ्यूरन (डीएफएफ) और अल्काइल फ्यूरानों (5-मेथिलफर्फ्यूराइल अल्कोहल (एमएफए), 2-मेथिलफ्यूरन (एमएफ)) जैसे यौगिकों में रूपांतरण कई चुनौतियों से भरा होता है (चित्र 1)। ये फ्यूरैनिक यौगिक व्यापक व्यावसायिक संभावनाएं रखते हैं और वस्त्र, सौंदर्य प्रसाधन, खाद्य, रेजिन और नाइट्रोफ्यूरान-आधारित औषधि उत्पादन में उपयोग किए जाते हैं, और साथ ही जैव-ईंधन तथा जैव-पॉलिमर उत्पादन के लिए भी महत्वपूर्ण मध्यवर्ती घटकों के रूप में कार्य करते हैं।

चित्र 1. प्रमुख फ्यूरैनिक यौगिकों में बायोमास का रूपांतरण।

सर्वसम्मत रूप से, विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों में इन फ्यूरानों की अपार संभावनाओं के बावजूद, रूपांतरण दक्षता में सुधार, किफायती उत्प्रेरक विकास, और उत्पादन प्रक्रियाओं का का विस्तृत पैमाने पर क्रियान्वयन प्रमुख चुनौतियाँ बनी हुई हैं। साथ ही, उद्योगों को उनके आर्थिक और बड़े पैमाने पर उत्पादन के लिए वैकल्पिक पेटेंट प्रक्रियाओं की आवश्यकता है, जिससे 'मेक इन इंडिया' पहल के तहत उद्योगों को प्रोत्साहन मिल सके।

अनुसंधान की आवश्यकता

प्रचुर मात्रा में उपलब्ध बायोमास को पर्यावरणीय और आर्थिक रूप से व्यवहार्य तकनीकों के माध्यम से प्लेटफॉर्म मध्यवर्ती यौगिकों में बदलने की अत्यधिक आवश्यकता है, जिससे जीवाश्म ईंधन संसाधनों के विकल्प विकसित किए जा सकें। इस संदर्भ में, फ्यूरैनिक यौगिकों को प्लेटफॉर्म रसायन के रूप में पहचाना गया है, जो जैव-संसाधनों और जैव-रसायनों या ईंधनों के बीच सेतु का कार्य करते हैं। वर्तमान रूपांतरण प्रक्रियाएँ कम दक्षता, उच्च लागत और बड़े पैमाने पर उत्पादन की कठिनाइयों जैसी चुनौतियों का सामना कर रही हैं। इस संदर्भ में अनुसंधान गतिविधियों को अधिक प्रभावी और किफायती उत्प्रेरक प्रणालियों के विकास पर केंद्रित करने की आवश्यकता है। इस क्षेत्र में प्रगति नवीकरणीय रासायनिक फीडस्टॉक प्रदान करके और गैर-नवीकरणीय संसाधनों पर निर्भरता कम करके सतत जैव-अर्थव्यवस्था में महत्वपूर्ण योगदान दे सकती है।

चुनौतियाँ, नवीन आविष्कार और रणनीतियाँ

लिग्नोसेलुलोसिक बायोमास की संरचनात्मक बनावट (सेलुलोज, हेमीसेलुलोज, लिग्निन आदि) और उनकी आपसी व्यवस्था इसे कठोर और जटिल बनाती है। साथ ही, सेलुलोज स्वयं मजबूत $\beta(1\rightarrow4)$ ग्लाइकोसाइड बंधनों से युक्त होता है, जिन्हें ग्लूकोज उत्पादन और बाद में 5-HMF संश्लेषण के लिए चयनात्मक रूप से तोड़ना कठिन होता है। इसके अलावा, ग्लूकोज स्वयं बहुत धीमी गति से अभिक्रिया करता है और फ्रुक्टोज की तुलना में 5-एचएमएफ का न्यून उत्पादन करता है। इसलिए, सेल्यूलोसिक बायोमास का रूपांतरण औद्योगिक स्तर पर 5-एचएमएफ उत्पादन के लिए फ्रुक्टोज की तुलना में अपेक्षाकृत कठिन होता है। इसके अलावा, लिग्नोसेल्यूलोसिक बायोमास के मूल्यवर्धन के लिए इसे नरम बनाने हेतु अम्लीय/क्षारीय पूर्व-उपचार प्रक्रिया की आवश्यकता होती है, जिसके बाद सेलुलोज को लिग्निन से अलग करने या निकालने तथा प्रारंभिक फीडस्टॉक के रूप में कार्बोहाइड्रेट मोनोमर्स प्राप्त करने के लिए सेलुलोज का हाइड्रोलिसिस किया जाता है। इसके अलावा, अधिकांश बायोमास में कार्बोहाइड्रेट विभिन्न प्रकार के ग्लूकोज/जाइलोज मोनोमर के मिश्रण के रूप में मौजूद होते हैं, जो बायोमास की प्रकृति पर निर्भर करता है, इसलिए, एक ऐसी प्रक्रिया का विकास जो हाइड्रोलिसिस, समावयवीकरण और निर्जलीकरण के माध्यम से एक ही प्रणाली में कार्बोहाइड्रेट मिश्रण को अत्यधिक विशिष्ट रूप से 5-HMF में परिवर्तित कर सके, एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। इसीलिए, सरल, परमाणु-अर्थव्यवस्था वाले, पर्यावरणीय रूप से अनुकूल और अत्यधिक चयनात्मक अभिकर्मक प्रणाली आविष्कृत और विकसित की गई है, जो कृषि बायोमास और कार्बोहाइड्रेट (गन्ने का बगास,

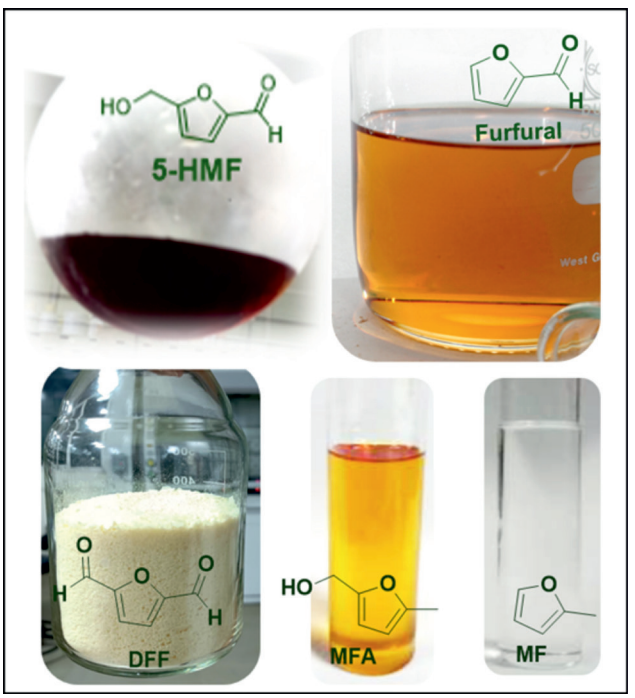
मकई की भूसी, धान का पुआल और अन्य कार्बोहाइड्रेट) से 5-एचएमएफ और फर्फ्यूरल उत्पन्न करती है। यह प्रक्रिया अतिरिक्त शुद्धिकरण चरणों की आवश्यकता को समाप्त करती है और लिग्निन तथा जैव-चार जैसे सह-उत्पाद भी प्रदान करती है, जिससे कृषि अपशिष्ट बायोमास का एक समग्र समाधान मिलता है। वर्तमान विधि को 0.5 किलोग्राम स्केल तक 5-एचएमएफ और फर्फ्यूरल के उत्पादन हेतु प्रयुक्त किया गया। अगले चरण के विकास में, 5-एचएमएफ और फर्फ्यूरल के आगे रूपांतरण हेतु व्यावसायिक रूप से अनुकूल प्रक्रियाएँ भी विकसित की गईं, जिनसे अल्काइल फ्यूरान (एमएफए और एमएफ) और डीएफएफ का उत्पादन हुआ, जो क्रमशः जैव-ईंधन योजक और जैव-सामग्री के अग्रगामी यौगिक के रूप में कार्य करते हैं (चित्र 2)।

आविष्कार की वैज्ञानिक उत्कृष्टताएँ

5-एचएमएफ उत्पादन की यह प्रक्रिया विश्व स्तर पर (अमेरिका, चीन, रूस, यूरोप) पेटेंट की गई और अब अमेरिका और चीन में स्वीकृत हो चुकी है (चित्र 3)। साथ ही, हमने 5-एचएमएफ और फर्फ्यूरल से अल्काइल फ्यूरान संश्लेषण के लिए भी पेटेंट प्राप्त किया है। इसके अलावा, 5-एचएमएफ, फर्फ्यूरल, डीएफएफ और एल्काइल फ्यूरानों के संश्लेषण की विभिन्न विधियाँ बाद में प्रतिष्ठित सहकर्मी-समीक्षित शोध पत्रिकाओं में भी प्रकाशित की गईं।

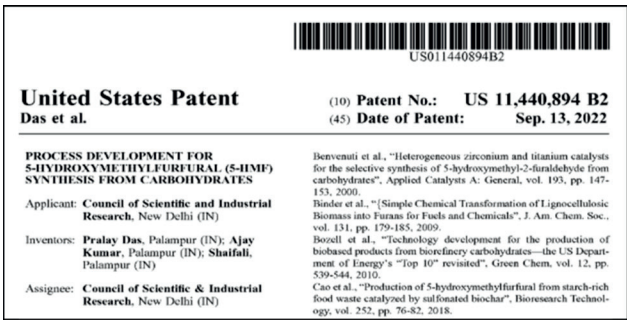
भावी दिशा

इस अध्ययन के तहत, प्रमुख फ्यूरैनिक यौगिकों के संश्लेषण के लिए व्यापक स्तर की प्रक्रियाएँ विकसित की गई हैं, जो औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए आर्थिक, ऊर्जा-कुशल और अत्यधिक विशिष्ट मानी जा सकती हैं (चित्र 4)। इसके अलावा, विकसित प्रक्रियाएँ लिग्नोसेलुलोज, सेल्युलोज, गन्ने का



चित्र 2. फ्यूरानिक यौगिकों के चित्र

बगास, मकई की भूसी, व्यर्थ आलू, कॉर्न स्टार्च, स्टार्च, ग्लूकोज और फ्रुक्टोज जैसे विविध प्रारंभिक पदार्थों के लिए प्रभावी पाई गई। यह पहली एकीकृत पद्धति है जो जटिल बायोमास से सरलतम कार्बोहाइड्रेट में एकल-पात्र अभिक्रिया के माध्यम से उच्च विशिष्टता के साथ फ्यूरान उत्पन्न कर सकती है। कुल मिलाकर, प्रक्रिया अत्यधिक चयनात्मक है और अधिकांश मामलों में उच्च शुद्धता के फ्यूरैनिक उत्पाद प्राप्त करने के लिए जटिल शुद्धिकरण की आवश्यकता नहीं होती। 5-एचएमएफ और फर्फ्यूरल संश्लेषण की यह प्रक्रिया जैव-चार और लिग्निन जैसे सह-उत्पाद भी प्रदान करती है।


US011440894B2

United States Patent
Das et al.

(10) **Patent No.: US 11,440,894 B2**
(45) **Date of Patent: Sep. 13, 2022**

PROCESS DEVELOPMENT FOR 5-HYDROXYMETHYLFURFURAL (5-HMF) SYNTHESIS FROM CARBOHYDRATES

Applicant: **Council of Scientific and Industrial Research**, New Delhi (IN)

Inventors: **Pralay Das**, Palampur (IN); **Ajay Kumar**, Palampur (IN); **Shaifali**, Palampur (IN)

Assignee: **Council of Scientific & Industrial Research**, New Delhi (IN)

Benvenuti et al., "Heterogeneous zirconium and titanium catalysts for the selective synthesis of 5-hydroxymethyl-2-furaldehyde from carbohydrates", Applied Catalysts A: General, vol. 193, pp. 147-153, 2000.
Binder et al., "(Simple Chemical Transformation of Lignocellulosic Biomass into Furans for Fuels and Chemicals", J. Am. Chem. Soc., vol. 131, pp. 179-185, 2009.
Bozell et al., "Technology development for the production of biobased products from biorefinery carbohydrates—the US Department of Energy's "Top 10" revisited", Green Chem, vol. 12, pp. 539-544, 2010.
Cao et al., "Production of 5-hydroxymethylfurfural from starch-rich food waste catalyzed by sulfonated biochar", Bioresearch Technology, vol. 252, pp. 76-82, 2018.

चित्र 3. यूएसए पेटेंट संबंधी जानकारी

चित्र 4. बड़े पैमाने पर उत्पादन सुविधाएँ

इसके अलावा, ये स्वदेशी प्रक्रियाएँ जटिल लिग्नोसेलुलोसिक बायोमास/कार्बोहाइड्रेट से प्लेटफार्म फ्यूरानिक यौगिकों के संश्लेषण से जुड़ी दीर्घकालिक चुनौतियों का समाधान करती हैं, जिससे विभिन्न क्षेत्रों में नए अनुसंधान और अनुप्रयोगों के अवसर खुलेंगे। इस अनुसंधान के अगले चरण में इन विधियों के पायलट स्तर पर विकास किया जाएगा, जिसके बाद संश्लेषित फ्यूरानिक यौगिकों का विभिन्न पहलुओं में मानव कल्याण हेतु अनुप्रयोग किया जाएगा।

रासायनिक प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

भारतीय अर्थव्यवस्था में कृषि स्टार्टअप्स : अवसर एवं चुनौतियाँ

दीपिका शर्मा, अखिल राणा, सुखजिंदर सिंह

भारतीय अर्थव्यवस्था में कृषि की महत्वपूर्ण भूमिका है। 70 प्रतिशत से अधिक ग्रामीण परिवार कृषि पर निर्भर हैं। कृषि भारतीय अर्थव्यवस्था का एक महत्वपूर्ण क्षेत्र है क्योंकि यह कुल सकल घरेलू उत्पाद में लगभग 17% का योगदान देता है और लगभग 58% जनसंख्या को रोजगार प्रदान करता है। स्टार्टअप्स अर्थव्यवस्था के लिए महत्वपूर्ण हैं, क्योंकि ये रोजगार सृजन, नवाचार, और आर्थिक विकास में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, साथ ही वे राष्ट्र को वैश्विक स्तर पर प्रतिस्पर्धी बनाने में भी सहायता करते हैं। स्टार्टअप्स कई क्षेत्रों में रोजगार के अवसर पैदा करते हैं, जैसे कि कृषि, आईटी, फिनटेक और ई-कॉमर्स। सकल घरेलू उत्पाद (GDP) में स्टार्टअप्स बहुत बड़ा योगदान करते हैं और आर्थिक विकास को बढ़ावा देते हैं। स्टार्टअप्स प्रत्येक राष्ट्र को वैश्विक स्तर पर प्रतिस्पर्धी में शामिल होने में मदद करते हैं, क्योंकि इनसे नए और बेहतर उत्पादों और सेवाओं का विकास होता हैं। बीते दो दशकों में स्टार्टअप्स ने उद्यमशीलता की भावना को बढ़ावा दिया है और युवाओं को व्यवसाय शुरू करने के लिए प्रोत्साहित किया हैं। स्टार्टअप्स निवेशकों को आकर्षित करते हैं और पूंजी प्रवाह को बढ़ावा देते हैं। कई स्टार्टअप सामाजिक समस्याओं के समाधान के लिए काम करते हैं और लोगों के जीवन की गुणवत्ता में सुधार की दिशा में अहम भूमिका निभा रहे हैं। स्वास्थ्य सेवा स्टार्टअप्स ने बेहतर रोगी प्रबंधन, रोगी डेटा विश्लेषण और बीमा दावा प्रबंधन पर ध्यान केंद्रित किया है, जिससे भारत में स्वास्थ्य सेवा क्षेत्र को बढ़ावा मिला है। कृषि स्टार्टअप्स ने किसानों को आधुनिक तकनीकों और सेवाओं तक पहुंच प्रदान की है, जिससे कृषि क्षेत्र में सुधार हुआ है। इसी तरह आधुनिक कृषि में जैव प्रौद्योगिकी एक महत्वपूर्ण भूमिका निभा रही है, जो उत्पादकता, स्थिरता और खाद्य सुरक्षा को सुनिश्चित करने में अहम है। इसी क्रम में पर्यावरण के क्षेत्र में प्रदूषण कम करने और नवीकरणीय ऊर्जा को बढ़ावा देने के लिए काम किया जा रहा है, जिससे हरित अर्थव्यवस्था बनाने में मदद मिल रही है।

कृषि-स्टार्टअप

"कृषि" एक व्यापक शब्द है जिसका उपयोग उन तरीकों को दर्शाने के लिए किया जाता है जिनसे फ़सली पौधे और घरेलू जानवर वैश्विक मानव आबादी को भोजन और अन्य बुनियादी ज़रूरतें प्रदान करते हैं। समय बीतने के साथ, कृषि क्रांतियों में परिवर्तन आया, जो तकनीकी परिवर्तन और बढ़ी हुई कृषि उत्पादकता की अवधि को दर्शाता है। दुनिया भर में कृषि क्रांतियों में पहली कृषि क्रांति, अरब कृषि क्रांति, ब्रिटिश/दूसरी कृषि क्रांति, स्कॉटिश कृषि क्रांति और हरित क्रांति/तीसरी कृषि क्रांति शामिल हैं। कृषि उत्पादकता को बढ़ावा देने के बावजूद, पिछली कृषि क्रांतियों ने रसायनों के अत्यधिक उपयोग, जल स्तर में कमी और कई अन्य समस्याओं को जन्म दिया। उदाहरण के लिए, हरित क्रांति के अनपेक्षित परिणाम सामने आए जैसे आय में असमानता और पर्यावरणीय क्षति जैसी समस्याएँ। कृषि-स्टार्टअप आमतौर पर कृषि मूल्य श्रृंखला के एक या अधिक चरणों में काम करते हैं। जिनमे आउटपुट बाजार प्रदान करना, इनपुट आपूर्ति को सुविधाजनक बनाना, मशीनीकरण और सिंचाई को सक्षम बनाना,वित्तीय पेशकश समाधान (क्रेडिट और बीमा), निगरानी और पता लगाने की क्षमता के माध्यम से गुणवत्ता बनाए रखने में मदद करना, कटाई के बाद का प्रबंधन, लॉजिस्टिक सेवाएं (वेयरहाउसिंग और कोल्ड चेन), और सपोर्टिंग पशुपालन गतिविधियाँ शामिल हैं। ये स्टार्टअप विभिन्न व्यवसाय मॉडल के माध्यम से किसानों को समाधान प्रदान कर रहे हैं। भारत में महाराष्ट्र, आंध्र प्रदेश, कर्नाटक, तमिल नाडु जैसे घनी आवादी वाले राज्यों में आपूर्ति श्रृंखला- ई-वितरक, बाज़ार, रसद और भंडारण प्रणाली में कृषि -स्टार्टअप बहुत सक्रिय हैं। बीते दस वर्षों में कृषि अनुसंधान एवं नवाचार ने एक्वापोनिक्स, हाइड्रोपोनिक्स, वर्टिकल खेती, ड्रिप सिंचाई, वित्तीय समाधान- भुगतान, राजस्व साझाकरण, उधार, बीमा, फार्म प्रबंधन समाधान, फ़ील्ड संचालन- फार्म मशीनीकरण, थोक प्रबंधन पर विशेष ध्यान दिया जा रहा है। छोटे और पहाड़ी राज्यों जैसे हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, तथा उत्तर पूर्व के राज्यों में भी बहुत से कृषि-स्टार्टअप सक्रिय हैं।

चुनौतियाँ

1. **मानसून पर निर्भरता:** भारत में कृषि काफी हद तक मानसून पर निर्भर है। परिणामस्वरूप, खाद्यान्न उत्पादन में साल-दर-साल उतार-चढ़ाव होता रहता है। इसमे स्मार्ट सिंचाई के बहुत से स्टार्टअप कार्य कर रहे हैं। परंतु इस दिशा में और अधिक स्टार्टअप की आवश्यकता है।
2. **भूमि का स्वामित्व** : भारत में भूमि के बड़े टुकड़े अमीर किसानों, जमींदारों और साहूकारों के अपेक्षाकृत छोटे वर्ग के स्वामित्व में हैं, जबकि अधिकांश किसानों के पास बहुत कम मात्रा में भूमि है, या बिल्कुल भी भूमि नहीं है।

3. **मिट्टी की गुणवत्ता**: भारतीय मिट्टी का उपयोग हजारों वर्षों से फसल उगाने के लिए बिना पुनःपूर्ति की परवाह किए किया जाता रहा है। इससे मिट्टी में पोषक तत्वों की कमी है और जिसके परिणामस्वरूप उनकी उत्पादकता कम हो गई है। लगभग सभी फसलों की औसत पैदावार दुनिया में सबसे कम है। यह एक गंभीर समस्या है जिसे अधिक खाद एवं उर्वरकों के प्रयोग से हल किया जा सकता है। मिट्टी की गुणवत्ता पर बहुत से स्टार्टअप कार्य कर रहे हैं।
4. **मशीनों का उपयोग**: जुताई, बुआई, सिंचाई, छंटाई, निराई, कटाई, थ्रेसिंग और फसलों के परिवहन में मशीनों का बहुत कम या कोई उपयोग नहीं किया जाता है। इस पर रोजगार की बहुत छोटे और सीमान्त किसान आधुनिक कृषि मशीनरी तक पहुँच न होने के कारण श्रम-आधारित प्रक्रियाओं का उपयोग करते हैं। इससे न केवल कृषि कार्यों की गति धीमी रहती है, बल्कि उत्पादन लागत भी बढ़ जाती है। मशीनों की कमी के कारण खेतों में समय पर कार्य नहीं हो पाता, जिससे उपज की गुणवत्ता और मात्रा दोनों प्रभावित होती हैं। यही कमी कृषि स्टार्टअप्स के लिए एक बड़ा अवसर भी प्रस्तुत करती है, वे किफायती, लघु एवं मध्यम आकार की मशीनें, साझा मशीन सेवा केंद्र, ड्रोन-आधारित सेवाएँ, स्मार्ट सिंचाई उपकरण और तकनीक-आधारित समाधान विकसित करके कृषि कार्यों को तेज, सटीक और लागत-कुशल बना सकते हैं।
5. **कृषि विपणन**: ग्रामीण भारत में कृषि विपणन अभी भी खराब स्थिति में है। सुदृढ़ विपणन सुविधाओं के अभाव में, किसानों को अपनी कृषि उपज के निपटान के लिए स्थानीय व्यापारियों और बिचौलियों पर निर्भर रहना पड़ता है, जो औने-पौने दाम पर बिक जाते हैं।
6. **अपर्याप्त परिवहन:** भारतीय कृषि की मुख्य बाधाओं में से एक परिवहन के सस्ते और कुशल साधनों की कमी है। वर्तमान में भी लाखों गांव ऐसे हैं जो मुख्य सड़कों या बाजार केंद्रों से अच्छी तरह से जुड़े नहीं हैं।

निष्कर्ष

वर्तमान में ग्रामीण क्षेत्रों में ऐसे स्टार्ट-अप की आवश्यकता है जो कुशल और अधिक लाभदायक फॉरवर्ड और बैकवर्ड लिंकेज सिस्टम के लिए उपलब्ध अवसरों को बढ़ावा दे, जो स्टार्ट-अप को प्रोत्साहित करके कृषि उपज मूल्य श्रृंखला प्रणाली को मजबूत, और अधिक व्यवस्थित और नए उद्यमियों को कृषि-व्यवसाय के क्षेत्र में ला सके। इसके लिए नवीनतम स्वचालित कृषि प्रक्रियाओं और मशीनरी तक पहुंचने के लिए एफपीओ/एफपीसी/प्राथमिक सहकारी समितियों को सक्षम करके कृषि संबंधी पारिस्थितिकी तंत्र में अधिक खिलाड़ियों को सूचीबद्ध करने की ओर ध्यान देने की जरूरत है। इस दशक में शहरी युवाओं को ग्रामीण कृषि पारिस्थितिकी तंत्र में नए स्टार्ट-अप स्थापित करने के लिए प्रोत्साहित करके युवा किसानों और शहरी उद्यमियों दोनों के लिए एक-दूसरे को लाभ पहुंचाने के लिए अपने-अपने डोमेन में काम करके बेहतर परिणाम पाने के लिए काम करना आवश्यक है।

व्यवसाय विकास और विपणन इकाई (बीडीएमयू)
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

सीएसआईआर-आईएचबीटी पालमपुर में अंतराष्ट्रीय कार्यशाला का आयोजन

अमित चावला

सीएसआईआर-आईएचबीटी, पालमपुर में 25-28 फ़रवरी 2025 को 'बदलती जलवायु में उच्च-ऊंचाई वाले पौधों के अनुकूलन (एचईपीएसीसी)' पर एक अंतराष्ट्रीय कार्यशाला का आयोजन किया गया। इस यूरोपियन मॉलिक्यूलर बॉयोलॉजी ऑर्गेनाइजेशन(ईएमबीओ), जर्मनी द्वारा प्रायोजित कार्यशाला में दुनिया भर के प्रमुख विशेषज्ञ और शोधकर्ता जलवायु परिवर्तन के दौर उच्च-ऊंचाई वाले पौधों की चुनौतियों और अनुकूलन रणनीतियों पर चर्चा करने के लिए एक साथ आए। इस कार्यक्रम में अमेरिका, ब्रिटेन, स्विट्जरलैंड, डेनमार्क, चेक गणराज्य, एस्टोनिया, स्वीडन, ऑस्ट्रेलिया, नेपाल और भारत जैसे देशों के 27 प्रतिष्ठित वक्ताओं सहित लगभग 200 प्रतिनिधियों ने भाग लिया। हाइब्रिड मोड में आयोजित, इस कार्यशाला ने पौधों के लचीलेपन और पारिस्थितिक स्थिरता पर अध्ययनों में नवीनतम प्रगति पर सार्थक चर्चा के लिए एक मंच प्रदान किया।

इस कार्यक्रम में कुल 21 आमंत्रित व्याख्यान हुए, जिनमें पादप विज्ञान के विभिन्न क्षेत्रों के विशेषज्ञ शामिल हुए। प्राप्त असंख्य प्रस्तुतियों में से, 151 सारांश मौखिक और पोस्टर प्रस्तुतियों के लिए चुने गए। 39 व्यक्तिगत मौखिक प्रस्तुतियाँ और 16 आभासी मौखिक प्रस्तुतियाँ भी आयोजित की गई। पोस्टर सत्र भी उतने ही आकर्षक रहे, जिनमें 74 व्यक्तिगत पोस्टर प्रस्तुतियाँ और 6 आभासी पोस्टर प्रस्तुतियाँ शामिल थीं, जिनमें नवीन शोध प्रदर्शित किए गए।

वर्चुअल रूप से, अपनी अंतर्दृष्टि से चर्चाओं को समृद्ध बनाया। इसके अतिरिक्त, हमारे पास 32 पंजीकृत व्यक्तिगत प्रतिभागी और 11 वर्चुअल उपस्थित थे जिन्होंने इंटरैक्टिव सत्रों में योगदान दिया। यह कार्यक्रम 16 अन्य प्रायोजकों के उदार सहयोग से संभव हुआ, जिनके योगदान से हमें ज्ञान के आदान-प्रदान के लिए एक समृद्ध और सहयोगात्मक मंच बनाने में मदद मिली।

मुख्य अंश

चार दिनों तक चली इस कार्यशाला में कई विषयगत क्षेत्रों में गहन प्रस्तुतियाँ दी गईं, जिनमें पादप अनुकूलन तंत्र, दीर्घकालिक पारिस्थितिक निगरानी, फाइटोकेमिकल और सूक्ष्मजीव संसाधन, और जलवायु परिवर्तन का प्रजातियों के वितरण पर प्रभाव शामिल थे। कार्यशाला आठ सत्रों में आयोजित की गई थी, जिसमें उच्च ऊँचाई वाले पौधों के अनुकूलन पर विभिन्न उप-विषय शामिल थे। स्विट्जरलैंड के बेसल विश्वविद्यालय के प्रो. क्रिश्चियन कोर्नर द्वारा दिए गए मुख्य व्याख्यान ने उच्च ऊँचाई पर पादप वितरण की सीमा और उनके अस्तित्व को आकार देने वाली पर्यावरणीय बाधाओं पर गहन विचार-विमर्श के लिए मंच तैयार किया।

पहले विषयगत सत्र में कई पर्यावरणीय संकेतों के तहत पादप अनुकूलन रणनीतियों की खोज की गई, जिसमें CO_2 के स्तर, सूखे के तनाव और फसलों और औषधीय पौधों सहित विभिन्न प्रजातियों में आणविक

तंत्र पर ऊँचाई की भूमिका पर ज़ोर दिया गया। प्रस्तुतियों में रेडॉक्स विनियमन, सूक्ष्मजीवी एंडोफाइट अंतःक्रियाओं और कैल्शियम संकेतन जैसी प्रमुख शारीरिक और जैव रासायनिक प्रक्रियाओं पर प्रकाश डाला गया, जो सभी तनाव की स्थिति में पादप लचीलापन बढ़ाने में योगदान करते हैं।

दूसरा विषयगत सत्र दीर्घकालिक पारिस्थितिक निगरानी अध्ययनों पर केंद्रित था, जिसमें पादप प्रजातियों की समृद्धि, वृक्ष-रेखा गतिशीलता और जलवायु परिवर्तन के प्रति व्यापक पारिस्थितिकी तंत्र प्रतिक्रियाओं में बदलावों पर महत्वपूर्ण अंतर्दृष्टि प्रदान की गई। चर्चा इस बात पर केंद्रित थी कि जलवायु-संचालित परिवर्तन अल्पाइन जैव विविधता को कैसे प्रभावित करते हैं, जिसमें प्रजातियों के प्रवासन पैटर्न और पर्यावरणीय उतार-चढ़ाव के कारण कार्यात्मक लक्षणों में बदलाव पर विशेष जोर दिया गया।

तीसरे विषयगत सत्र में पादप अनुकूलन में फाइटोकेमिकल्स और सूक्ष्मजीवी अंतःक्रियाओं के योगदान की जाँच की गई। विशेषज्ञों ने पादप लचीलापन और द्वितीयक उपापचयज उत्पादन बढ़ाने में आर्बस्कुलर माइकोराइज़ल (एएम) कवक समुदायों, शीत-अनुकूलित राइज़ोस्फीयर सूक्ष्मजीवों और एंडोफाइट्स के महत्व पर ज़ोर दिया।

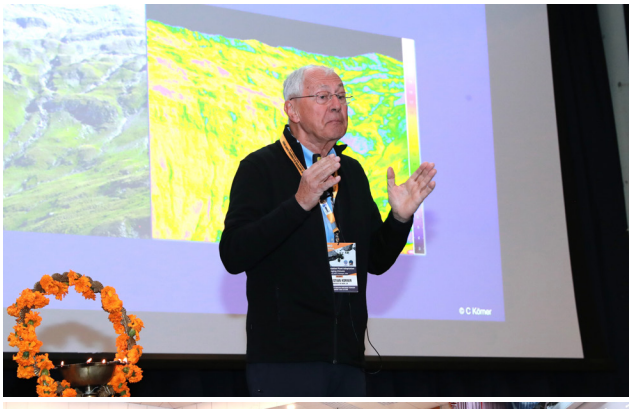
चौथे विषय में जलवायु प्रवणता और प्रजातियों के क्षेत्र में बदलावों पर चर्चा की गई, जिसमें जीनोमिक अनुकूलन पर ध्यान केंद्रित किया गया जो पर्यावरणीय परिस्थितियों, विशेष रूप से बढ़ती ऊँचाई पर, पौधों के लचीलेपन को प्रभावित करते हैं। उन्नत भू-स्थानिक मॉडलिंग और दीर्घकालिक जलवायु परिवर्तन प्रयोगों ने वनस्पति गतिशीलता में बदलाव और पौधों की सुरक्षा रणनीतियों में बदलाव के ठोस प्रमाण प्रदान किए।

कार्यशाला का समापन एक पैनल चर्चा के साथ हुआ, जिसमें उच्च ऊँचाई वाले वातावरणों में पौधों के अनुकूलन की हमारी समझ को और बेहतर बनाने के लिए अंतःविषय सहयोग और एकीकृत दृष्टिकोणों के सामूहिक आह्वान पर ज़ोर दिया गया। भविष्य की दिशाओं में जीनोमिक और मेटाबोलोमिक्स अध्ययनों के विस्तार, पारिस्थितिक निगरानी को मज़बूत करने, और संरक्षण प्रयासों को बढ़ाने तथा जलवायु-अनुकूल कृषि के विकास हेतु जैव-प्रौद्योगिकी

उपकरणों का लाभ उठाने पर ज़ोर दिया गया। कुल मिलाकर, HEPACC 2025 ने वैज्ञानिक सहयोग को सफलतापूर्वक बढ़ावा दिया, नवीन अंतर्दृष्टि उत्पन्न की, और उच्च ऊँचाई वाले पौधों के अनुकूलन पर भविष्य के अनुसंधान का मार्ग प्रशस्त किया, जिससे तेज़ी से बदलती जलवायु द्वारा उत्पन्न चुनौतियों का एक मज़बूत समाधान सुनिश्चित हुआ।

तापमान और प्रकाश प्रतिक्रियाओं पर एक सत्र ने चर्चा को और समृद्ध किया, जिसमें ठंड और गर्मी प्रतिक्रियाओं के आणविक विनियमन पर प्रकाश डाला गया, साथ ही चरम पर्यावरणीय परिस्थितियों में पौधों के अस्तित्व के लिए आवश्यक प्रकाश संरक्षण तंत्र पर भी प्रकाश डाला गया। प्रतिभागियों की सामान्य प्रतिक्रिया यह थी कि विषय को पर्याप्त रूप से कवर किया गया और समग्र रूप से इस कार्यशाला में आमंत्रित वक्ताओं और अन्य प्रस्तुतकर्ताओं ने अपने-अपने क्षेत्रों में गहन जानकारी प्रदान की। यह आयोजन युवा शोधकर्ताओं और विशेषज्ञों के बीच बातचीत को सुगम बनाने में काफी सफल रहा और भविष्य में सहयोग को बढ़ावा देने में सहायक रहेगा।

इस कार्यशाला में भविष्य के रोड़मेप के लिए गहनचर्चा के बाद जो उभर कर आया वह इस प्रकार है। विभिन्न पारिस्थितिक क्षेत्रों में नियोजित अध्ययनों के लिए अंतर-विषयक सहयोग में वृद्धि; हिमालय में अधिक एकीकृत अध्ययन; ऐसे शोध के लिए धन जुटाने हेतु संयुक्त प्रयास; यूरोप और अन्य भागों में पोस्ट-डॉक्टरेट पदों की तलाश कर रहे छात्रों के लिए अवसर।



पर्यावरण प्रौद्योगिकी प्रभाग
सीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

सामाजिक कार्यक्रम : समस्या बोध एवं विश्लेषण

शशी भूषण

वैज्ञानिक एवं नवोन्मेषी अनुसंधान अकादमी (AcSIR) वैज्ञानिक एवं औद्योगिक अनुसंधान परिषद (CSIR) के तत्वावधान में 2010 में संसद के एक अधिनियम द्वारा स्थापित एक राष्ट्रीय संस्थान है। इसका उद्देश्य डॉक्टरेट की उपाधियाँ प्रदान करना और CSIR के अनुसंधान अवसंरचना का लाभ उठाकर विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी में उन्नत शिक्षा में क्रांति लाना है। AcSIR का मुख्यालय CSIR-मानव संसाधन विकास केंद्र परिसर, गाजियाबाद, उत्तर प्रदेश में स्थित है। AcSIR में पीएचडी कार्यक्रम अंतःविषय अनुसंधान, वैज्ञानिक उत्कृष्टता और सामाजिक प्रासंगिकता को बढ़ावा देने के लिए डिज़ाइन/तैयार किया गया है। AcSIR में पीएचडी पाठ्यक्रम गहन वैज्ञानिक अन्वेषण, अंतःविषय चिंतन और सामाजिक उत्तरदायित्व को विकसित करने के लिए भी तैयार किया गया है। इसमें अनुसंधान पद्धति और अनुसंधान प्रकाशन नैतिकता जैसे मूलभूत पाठ्यक्रमों के साथ-साथ छात्र के विशेषज्ञता क्षेत्र के अनुरूप डोमेन-विशिष्ट अंतःविषय और उन्नत मॉड्यूल शामिल हैं।

AcSIR डॉक्टरेट डिग्री की एक प्रमुख विशेषता है सामाजिक कार्यक्रम: समस्या बोध और विश्लेषण। यह एक अनिवार्य घटक है, जहाँ विभिन्न विषयों के विद्वानों का एक समूह सामाजिक प्रासंगिकता की वास्तविक दुनिया की परियोजनाओं में संलग्न होता है, जो सतत कृषि, किफायती स्वास्थ्य सेवा, स्वच्छ ऊर्जा और अपशिष्ट प्रबंधन जैसी चुनौतियों का समाधान करती हैं। पीएचडी छात्रों को समाज के विभिन्न हितधारकों के साथ बातचीत करके सामाजिक समस्या की पहचान करनी होती है और वैज्ञानिक एवं तकनीकी उपलब्धियों पर आधारित एक उपयुक्त परियोजना की रूपरेखा तैयार करनी होती है, तथा समाज के लाभ के लिए क्षेत्र में पहल और मूल्य सृजन करना होता है। कठोर प्रशिक्षण और प्रभावोत्पादक अनुसंधान का यह मिश्रण, समाज के सभी वर्गों में बदलाव लाने में सक्षम वैज्ञानिक नेतृत्व तैयार करने में AcSIR के मिशन का उदाहरण है।

2024-25 के दौरान सीएसआईआर-आईएचबीटी एसीएसआईआर स्कॉलर्स द्वारा सामाजिक कार्यक्रम गतिविधियों की मुख्य विशेषताएं

एक साथ आगे बढ़ना: सभी के लिए मासिक धर्म स्वास्थ्य जागरूकता और मासिक धर्म वाली महिलाओं में एनीमिया से निपटना (लाभार्थी 60 व्यक्ति)

प्रसवपूर्व और प्रसवोत्तर महिलाओं की स्वास्थ्य स्थिति का मूल्यांकन और सीएसआईआर-आईएचबीटी उत्पादों के प्रभाव, जिससे 100 प्रसवपूर्व और प्रसवोत्तर महिलाओं को लाभ मिलेगा।

कौशल विकास और डिजिटल मार्केटिंग के माध्यम से ग्रामीण महिलाओं का सशक्तिकरण: आत्मनिर्भरता और विकसित भारत की ओर एक मार्ग।

समन्वयक
सीएसआईआर 800 कार्यक्रम
एसीएसआईआर- हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
पालमपुर (हिमाचल प्रदेश)

सीएसआईआर–हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान
CSIR-Institute of Himalayan Bioresource Technology
पालमपुर–176 061 (हि.प्र.) Palampur-176 061 (H.P.)

R&D HIGHLIGHTS

VISION

To be a global leader on technologies for boosting bioeconomy through sustainable utilization of Himalayan bioresources

MISSION

To discover, innovate, develop and disseminate the processes, products technologies and knowledge from Himalayan bioresources for society, industry, environment and academia

Bioresource

- Plants, Algae, Microbes (bacteria, fungi & viruses)
- Vegetation Assessment
- Mapping, Remote Sensing
- Status
- Prospection
- Plant databases
- Conservation, Propagation

Technology

- Agrotechnology
- Biotechnology
- Chemical Technology
- Dietetics & Nutrition Technology
- Environmental Technology
- Extension of Technologies & Capacity Building

Bioeconomy

- Aromatics
- Floriculture, Horticulture, Spice Crops
- Food & Nutraceuticals
- Industrial Enzymes
- Pharmaceuticals
- Biomolecules
- Biowaste Management
- Biofertilizers

Contact Us

Phone : +91-1894-233339 E-mail : director@ihbt.res.in Fax : +91-1894-230433 Website: www.ihbt.res.in/en/
Facebook: https://www.facebook.com/CSIRIHBT/ Twitter: https://twitter.com/CSIR_IHBT/ Instagram: https://www.instagram.com/csir_ihbt/

CSIR-IHBT
INDIA
1983
उज्जवल भविष्य का नवोन्मेष हब
Innovation Hub for Better Tomorrow

परिकल्पनाः जैवार्थिकी के उन्नयन हेतु प्रौद्योगिकीय उद्भवता एवं विकास में हिमालयी जैवसंपदा के संपोषणीय उपयोग द्वारा विश्व स्तर पर अग्रणी होना

उद्देश्यः सामाजिक, औद्योगिक, पर्यावरणीय और अकादमिक हित हेतु हिमालयी जैवसंपदा से प्रक्रमों, उत्पादों और प्रौद्योगिकियों की खोज, नवोन्मेश, विकास एवं प्रसार

उच्च तुंगता जीवविज्ञान केंद्र, रिबलिंग, लाहौल व स्पीति (हि. प्र.)

सीएसआईआर–हिमालय जैवसंपदा प्रौद्योगिकी संस्थान की एक इकाई
A unit of CSIR-Institute of Himalayan Bioresource Technology