अर्धवार्षिक | राजभाषा | पत्रिका

प्रसंस्करण प्रगति

वर्ष 10 | अंक 1 | जनवरी–जून | 2026

भाकृअनुप
ICAR

भाकृअनुप-केन्द्रीय कटाई-उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना (पंजाब)

आई.एस.ओ. 9001-2015 संस्थान

प्राक्कथन
AI
MACHINE LEARNING

मानव सभ्यता का विकास कृषि से आरम्भ हुआ, किंतु उसका भविष्य खाद्य प्रसंस्करण, मूल्य संवर्धन और वैज्ञानिक नवाचार से निर्धारित होगा। आज वैश्विक खाद्य प्रणाली जलवायु परिवर्तन, प्राकृतिक संसाधनों पर बढ़ते दबाव, पोषण सुरक्षा, खाद्य अपव्यय में कमी, जैव-अर्थव्यवस्था, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, डिजिटल प्रौद्योगिकी तथा सतत् उपभोग जैसी नई चुनौतियों और अवसरों के दौर से गुजर रही है। ऐसे समय में खाद्य प्रसंस्करण केवल संरक्षण की तकनीक नहीं, बल्कि विज्ञान, प्रौद्योगिकी, उद्यमिता और सामाजिक-आर्थिक परिवर्तन का एक सशक्त माध्यम बन चुका है।

भारत आज ''उत्पादन-केंद्रित कृषि'' से आगे बढ़कर ''मूल्य-केंद्रित कृषि'' की दिशा में अग्रसर है। विकसित भारत-2047, आत्मनिर्भर भारत, किसान उत्पादक संगठन, डिजिटल कृषि, जैव-अर्थव्यवस्था तथा कृषि-आधारित उद्यमिता जैसे राष्ट्रीय प्रयास इस परिवर्तन को नई गति प्रदान कर रहे हैं। वर्तमान आवश्यकता ऐसी वैज्ञानिक प्रणालियों के विकास की है, जो कृषि उत्पादों को सुरक्षित, गुणवत्तापूर्ण, पोषण-संपन्न, मूल्यवर्धित तथा वैश्विक प्रतिस्पर्धा के अनुरूप बना सकें।

'प्रसंस्करण प्रगति' का यह अंक इसी व्यापक परिप्रेक्ष्य को अभिव्यक्त करता है। इसमें संकलित लेख परंपरागत ज्ञान और आधुनिक विज्ञान के समन्वय की शक्ति को रेखांकित करते हैं। हिमाचली हल्दी के वैज्ञानिक महत्व से लेकर पर्यावरण-अनुकूल कीट प्रबंधन, अमलतास के जैव-सक्रिय घटकों तथा ड्रैगन फल के छिलके जैसे कृषि अपशिष्ट के मूल्य संवर्धन तक, प्रत्येक विषय सतत् विकास और ''वेस्ट टू वेल्थ'' की अवधारणा को वैज्ञानिक आधार प्रदान करता है।

इसी क्रम में मशीन दृश्यता, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, मशीन लर्निंग तथा डेटा-संचालित गुणवत्ता मूल्यांकन जैसी उभरती प्रौद्योगिकियों पर आधारित लेख खाद्य गुणवत्ता नियंत्रण की बदलती दिशा को प्रस्तुत करते हैं। वहीं क्रायोजेनिक पिसाई, वीगन खाद्य उद्योग तथा जलवायु-स्मार्ट बागवानी जैसे विषय यह स्पष्ट करते हैं कि भविष्य का खाद्य तंत्र केवल तकनीकी दक्षता पर नहीं, बल्कि नवाचार, संसाधन दक्षता, पर्यावरणीय उत्तरदायित्व और उपभोक्ता-केंद्रित दृष्टिकोण पर आधारित होगा।

इस अंक की एक विशेषता यह भी है कि इसमें विज्ञान को प्रयोगशाला तक सीमित न रखकर खेत, किसान, उद्योग और उपभोक्ता से जोड़ने का प्रयास किया गया है। प्रस्तुत लेख दर्शाते हैं कि वैज्ञानिक अनुसंधान तभी सार्थक है, जब वह मूल्य संवर्धन, उद्यमिता, गुणवत्तापूर्ण खाद्य उत्पादन, ग्रामीण आजीविका और राष्ट्रीय खाद्य सुरक्षा को सुदृढ़ करने में प्रत्यक्ष योगदान दे। यही दृष्टिकोण भारत को एक सशक्त, नवाचार-प्रधान और वैश्विक खाद्य प्रसंस्करण केंद्र के रूप में स्थापित करने की आधारशिला भी है।

हमें विश्वास है कि 'प्रसंस्करण प्रगति' का यह अंक वैज्ञानिकों, शिक्षकों, शोधार्थियों, विद्यार्थियों, उद्योग विशेषज्ञों, तथा कृषि एवं खाद्य प्रसंस्करण क्षेत्र से जुड़े सभी हितधारकों के लिए समान रूप से उपयोगी सिद्ध होगा। प्रस्तुत लेख न केवल नवीन वैज्ञानिक उपलब्धियों से परिचित कराएँगे, बल्कि अनुसंधान, अंतर्विषयी सहयोग और नवाचार-आधारित उद्यमिता को भी नई दिशा प्रदान करेंगे। सभी लेखकों, समीक्षकों तथा संपादकीय मंडल का हार्दिक आभार जिनके ज्ञान, अनुभव और समर्पण से यह अंक साकार हो सका। हमें विश्वास है कि 'प्रसंस्करण प्रगति' का यह अंक वैज्ञानिक उत्कृष्टता, सतत् विकास और आत्मनिर्भर भारत की परिकल्पना को सशक्त बनाने की दिशा में सार्थक योगदान देगा तथा कृषि एवं खाद्य प्रसंस्करण के क्षेत्र में नए विचारों, नवाचारों और रचनात्मक विमर्शों को प्रेरित करेगा।

मुख्य सम्पादक
डॉ. नचिकेत कोतवालीवाले
निदेशक

सम्पादक मण्डल
डॉ. विकास कुमार
डॉ. रवि प्रकाश
डॉ. शगफ कौकब
डॉ. सुमित उरहे

संदर्भ
नचिकेत कोतवालिवाले, विकास कुमार, रवि प्रकाश, शगफ कौकब एवं सुमित उरहे (2026). प्रसंस्करण प्रगति- अर्धवार्षिक राजभाषा पत्रिका (जनवरी- जून) वर्ष 10, अंक 1, कुल पृष्ठ 104

अस्वीकरण
प्रकाशित लेखों में व्यक्त विचारों एवं आँकड़ों आदि के लिए लेखक पूर्णरूपेण उत्तरदायी हैं। इस हिन्दी पत्रिका में प्रकाशित सामग्री को अन्यत्र प्रकाशन या प्रस्तुति हेतु निदेशक, सीफेट की अनुमति आवश्यक है।

4
हिमाचल की हल्दी: पारंपरिक ज्ञान, वैज्ञानिक प्रमाण और आधुनिक खाद्य-प्रसंस्करण का संगम
हिंमांग अग्निहोत्री, गौरव, अंकिता कटारिया एवं जगबीर रीहल

14
भारत में वीगन खाद्य उद्योग-आज की स्थिति, मौके और चुनौतियाँ
संदीप पोपटराव दवंगे एवं के बेमबेम

30
पर्यावरण हितैषी कीट प्रबंधन में भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद के कीट जालों की भूमिका
गुरु पी.एन., उरहे सुमित भाऊसाहेब एवं रेणु बालकृष्णन

38
अमलतास: जैव-सक्रिय उत्पादों का खजाना
अमित नाथ, महेश कुमार सामोता, वरिंदा एवं संदीप कुमार

47
खाद्य गुणवत्ता नियंत्रण में नवाचार: आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस की भूमिका
रितु कुकड़े, थोंगम सुनीता एवं पक्कीराना शिवम्मा

80
मशीन दृश्यता आधारित तकनीक द्वारा मसालों की गुणवत्ता विश्लेषण की संभावनाएँ
लीना कुमारी, दीपिका गोस्वामी एवं शगफ कौकब

97
खेत बचाओ अभियान

98
प्रश्न उत्तर

100
कृषि और संबद्ध विज्ञान के गौरवशाली सितारे

101
बूझो तो जाने

102
हिन्दी कार्यशाला

102
भाकृअनुप-सीफेट की प्रकाशित प्रशिक्षण पुस्तिकाएं (जनवरी- जून, 2026)

103
कुछ रोचक सवाल और उनके वैज्ञानिक जवाब

104
विज्ञान की बात

60
ड्रैगन फल का छिलका: अपशिष्ट से अवसर
अमित नाथ, महेश कुमार सामोता, वरिंदा एवं संदीप कुमार

71
खाद्य प्रसंस्करण में क्रायोजेनिक पिसाई: कार्यविधि एवं अनुप्रयोग
उरहे सुमित भाऊसाहेब एवं संदीप पी. दवांगे

87
जलवायु-स्मार्ट बागवानी एवं किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ): शुष्क क्षेत्रों में लचीले किसान उद्यमों का निर्माण
सौम्या महापात्र, मनप्रीत कौर एवं सोनाली कटोच

हिमाचल की हल्दी: पारंपरिक ज्ञान, वैज्ञानिक प्रमाण और आधुनिक खाद्य-प्रसंस्करण का संगम

हिंमांग अग्निहोत्री, गौरव[1], अंकिता कटारिया[2] एवं जगबीर रीहल

खाद्य विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी विभाग, पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना

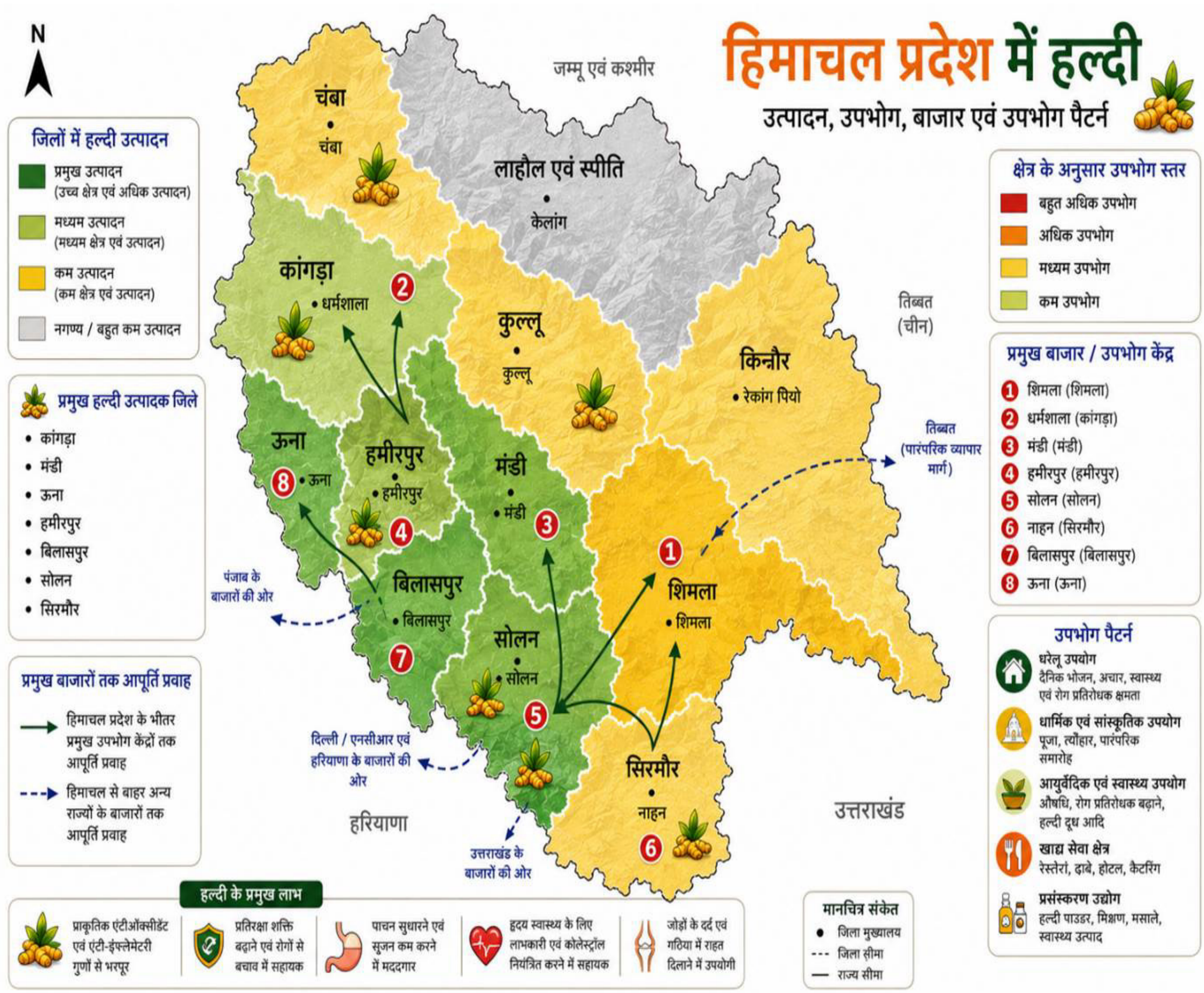
[1]सब्जी विज्ञान विभाग, पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना

[2]भा.कृ.अनु.प.-भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना

जब लोकज्ञान, विज्ञान और खाद्य-प्रसंस्करण स्वास्थ्य का नव-निर्माण करते हैं हल्दी, जिसे भारतीय परंपरा में प्राचीन काल से ही ''भारत का स्वर्णिम मसाला'' कहा जाता रहा है आज केवल रसोई की शोभा तक सीमित नहीं रह गई है। समकालीन विज्ञान तथा आधुनिक खाद्य-प्रौद्योगिकी के युग में यह एक वैश्विक स्तर पर मान्य पोषण-सुपरफूड के रूप में प्रतिष्ठित हो चुकी है, जिसकी पहचान उसके बहुआयामी औषधीय, पोषणात्मक एवं कार्यात्मक गुणों के कारण सुदृढ़ हुई है। भारत के विविध हल्दी-उत्पादन क्षेत्रों में हिमाचल प्रदेश अपनी विशिष्ट भौगोलिक संरचना, पर्वतीय जलवायु तथा प्राकृतिक पारिस्थिकी तंत्र के कारण एक विशिष्ट स्थान रखता है। बिलासपुर, ऊना, कांगड़ा तथा मंडी जैसे जनपदों में उत्पादित हिमाचली हल्दी अपनी तीव्र सुवास, गहन सुनहला वर्ण तथा उच्च जैव-सक्रिय यौगिकों की प्रचुरता के लिए विशेष रूप से विख्यात है। यहाँ की शीतल एवं ऊँचाई वाली जलवायु, समुचित जल-निकासी वाली उपजाऊ मिट्टी तथा प्रायः जैविक अथवा न्यून-इनपुट कृषि पद्धतियाँ हल्दी की गुणवत्ता को असाधारण रूप से बेहतर करती हैं। इनके परिणामस्वरूप हिमाचल की हल्दी में करक्यूमिन, सुगंधित आवश्यक तेलों तथा सशक्त एंटीऑक्सीडेंट क्षमता का स्तर तुलनात्मक रूप से अधिक पाया जाता है। यही विशिष्ट गुण इसे आधुनिक कार्यात्मक आहार, स्वास्थ्यवर्धक पेय तथा न्यूट्रास्यूटिकल उत्पादों के लिए एक अत्यंत मूल्यवान एवं वैज्ञानिक दृष्टि से उपयोगी बनाते हैं।

हिमाचल प्रदेश में हल्दी की वैज्ञानिक खेती एवं उत्पादन प्रणाली

हिमाचल प्रदेश में हल्दी की वैज्ञानिक खेती पर्वतीय जलवायु एवं जैविक रूप से समृद्ध मृदा परिस्थितियों के कारण अत्यंत उपयुक्त मानी जाती है। उत्तर-पश्चिमी हिमालयी क्षेत्र, विशेषकर



हिमाचल प्रदेश में यह एक महत्त्वपूर्ण मसाला फसल के रूप में प्रचलित है, जहाँ इसे प्राय: पारंपरिक रूप से जैविक पद्धति द्वारा उगाया जाता है। राज्य के 400–1500 मीटर ऊँचाई वाले क्षेत्रों में 20–30 डिग्री सेल्सियस तापमान एवं 1000–1500 मिमी वार्षिक वर्षा हल्दी उत्पादन के लिए अनुकूल वातावरण प्रदान करते हैं। दोमट अथवा बलुई दोमट, उत्तम जल-निकासी वाली तथा pH 5.5–7.5 युक्त मिट्टी में इसकी उत्कृष्ट वृद्धि होती है। यहाँ प्रचलित द्विवार्षिक स्थानीय किस्में, जैसे 'पगार्ती हल्दी' (IISR प्रगति) अपनी विशिष्ट सुवास एवं गुणवत्तापरक विशेषताओं के लिए जानी जाती हैं, यह किस्म मात्र 180 से 200 दिनों (लगभग 6 महीने) में पककर तैयार हो जाती है। अप्रैल-मई माह में स्वस्थ एवं रोग-मुक्त राइजोमों को 45–60 सेमी कतार दूरी एवं 20–25 सेमी पौध दूरी पर मेड़ों में रोपित किया जाता है। प्रति हेक्टेयर लगभग 20–25 टन गोबर की खाद तथा जैव उर्वरकों के प्रयोग से मृदा उर्वरता एवं करक्यूमिन गुणवत्ता में वृद्धि होती है।

मानसून आधारित सिंचाई प्रणाली, मल्चिंग एवं जैविक रोग प्रबंधन हल्दी की सतत उत्पादन प्रणाली को सुदृढ़ बनाते हैं। उल्लेखनीय है कि भिंडी, मिर्च एवं हल्दी ऐसी प्रमुख फसलें हैं जिन्हें बंदरों द्वारा अपेक्षाकृत कम क्षति पहुँचती है। बढ़ते ''बंदर-उत्पात'' के कारण पिछले एक दशक में उत्तर-पश्चिमी हिमालयी क्षेत्रों में हल्दी के अंतर्गत क्षेत्रफल में निरंतर वृद्धि देखी गई है, जिससे यह फसल किसानों के लिए एक सुरक्षित एवं आर्थिक रूप से व्यवहार्य विकल्प के रूप में उभर रही है। फसल लगभग 7–9 माह में तैयार होती है तथा 200–300 क्विंटल प्रति हेक्टेयर तक कच्ची उपज प्राप्त की जा सकती है। कटाई के पश्चात उबालना (क्यूरिंग), सूखाना एवं पॉलिशिंग जैसी प्रक्रियाएँ गुणवत्ता संरक्षण एवं मूल्य संवर्धन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

> "आधुनिक खाद्य-प्रसंस्करण तकनीकें (माइक्रो-एन्कैप्सुलेशन, नैनो-इमल्शन एवं स्प्रे-ड्रायिंग) हल्दी के सक्रिय पोषक तत्त्वों को सुरक्षित रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।"

हिमाचल प्रदेश की हल्दी के जैव-सक्रिय तत्त्वः मानव स्वास्थ्य के वैज्ञानिक प्रमाण

हिमाचल प्रदेश में उत्पादित हल्दी की वास्तविक शक्ति उसमें विद्यमान बहुआयामी जैव-सक्रिय यौगिकों में निहित है, जो सामूहिक रूप से मानव शरीर पर गहन, संतुलित एवं सकारात्मक प्रभाव डालते हैं। ये यौगिक न केवल पारंपरिक स्वास्थ्य लाभ प्रदान करते हैं, बल्कि आधुनिक वैज्ञानिक अनुसंधानों द्वारा भी प्रमाणित किए जा चुके हैं, जिससे हल्दी का महत्व एक कार्यात्मक खाद्य तत्व के रूप में और अधिक सुदृढ़ हो जाता है।

1. करक्यूमिन

करक्यूमिन हल्दी का प्रमुख एवं सर्वाधिक प्रभावशाली जैव-सक्रिय यौगिक है। आधुनिक जैव-चिकित्सीय अनुसंधानों ने इसे एक सशक्त एंटीऑक्सीडेंट, सूजन-रोधी, जीवाणुरोधी तथा रोग-प्रतिरोधक तत्त्व के रूप में मान्यता प्रदान की है। करक्यूमिन शरीर में उत्पन्न होने वाले हानिकारक मुक्त कणों (फ्री-रेडिकल्स) को निष्क्रिय कर कोशिकाओं की संरचना की रक्षा करता है, सूजन से संबंधित जैव-रासायनिक क्रियाओं को नियंत्रित करता है तथा इस प्रकार जोड़ों, हृदय, यकृत और पाचन तंत्र के समुचित स्वास्थ्य को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

2. आवश्यक तेल (टर्मेरोन, एटलेंटोन, जिंजरबीन)

हल्दी में पाए जाने वाले ये सुगंधित तेल न केवल उसे विशिष्ट सुगंध और स्वाद प्रदान करते हैं, बल्कि अतिरिक्त सूजन-रोधी एवं सूक्ष्मजीव-रोधी गुणों से भी युक्त होते हैं। खाद्य-प्रसंस्करण के क्षेत्र में ये तेल उत्पादों की स्वाद-स्वीकार्यता, सुगंध, स्थायित्व तथा कार्यात्मक क्षमता को बढ़ाने में सहायक सिद्ध होते हैं।

3. फ्लेवोनोइड और पॉलीफेनॉल्स

ये जैव-सक्रिय यौगिक खाद्य पदार्थों में होने वाली ऑक्सीडेशन प्रक्रिया को धीमा करने में सहायक होते हैं, जिससे उत्पादों की भंडारण अवधि (शेल्फ-लाइफ) बढ़ती है। साथ ही, ये पोषण गुणवत्ता को संरक्षित रखते हुए शरीर को अतिरिक्त एंटीऑक्सीडेंट सुरक्षा प्रदान करते हैं।

4. विटामिन और खनिज तत्त्व

हल्दी में विद्यमान आयरन, पोटैशियम और मैंगनीज जैसे सूक्ष्म पोषक तत्त्व शरीर की कार्यप्रणाली, ऊर्जा संतुलन तथा संपूर्ण शारीरिक स्वास्थ्य को बनाए रखने में सहायक होते हैं और इसकी पोषणात्मक उपयोगिता को और अधिक बढ़ाते हैं। इन सभी जैव-सक्रिय यौगिकों का संयुक्त एवं संतुलित प्रभाव हिमाचल की हल्दी को केवल एक पारंपरिक मसाले से कहीं आगे ले जाकर विज्ञान-सिद्ध, स्वास्थ्यवर्धक एवं कार्यात्मक खाद्य तत्त्व के रूप में स्थापित करता है।

> हिमाचल प्रदेश की पर्वतीय एवं जैविक खेती से उत्पन्न हल्दी में करक्यूमिन तथा अन्य जैव-सक्रिय यौगिकों की मात्रा अधिक पाई जाती है।

आहार प्रसंस्करण एवं क्रियात्मक आहारों में हिमाचल प्रदेश की हल्दी की महत्त्वपूर्ण भूमिका

आधुनिक खाद्य-प्रौद्योगिकी ने हल्दी के पारंपरिक उपयोग को एक नवीन विज्ञानसम्मत तथा व्यावसायिक आयाम प्रदान किया है। वर्तमान समय में हिमाचल प्रदेश में उत्पादित हल्दी को विविध प्रकार के प्रसंस्कृत खाद्य उत्पादों, स्वास्थ्यवर्धक पेयों एवं न्यूट्रास्यूटिकल निर्मितियों में इस प्रकार समाविष्ट किया जा रहा है कि उसमें निहित जैव-सक्रिय यौगिक पूर्णत: संरक्षित रहें तथा मानव शरीर में प्रभावी एवं लाभकारी रूप से क्रियाशील हो सकें। उत्कृष्ट गुणवत्ता से युक्त हिमाचली हल्दी, अपने प्राकृतिक स्वर्णिम रंग, विशिष्ट सुगंध तथा प्रचुर जैव-सक्रिय तत्त्वों के कारण, आज फंक्शनल फूड उद्योग में एक महत्त्वपूर्ण, विश्वसनीय एवं उच्च गुणवत्ता वाला मूल पदार्थ के रूप में तीव्र गति से उभर रही है।

1. पेय उत्पाद क्रियाशील

गोल्डन मिल्क, हल्दी-समन्वित हर्बल चाय, रोग-प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने वाले पेय, स्वास्थ्यवर्धक टॉनिक तथा शरीर-शुद्धि (डिटॉक्स) हेतु प्रयुक्त पेयों में हिमाचल प्रदेश की हल्दी का व्यापक एवं निरंतर प्रयोग किया जा रहा है। अदरक, तुलसी तथा काली मिर्च जैसे अन्य प्राकृतिक एवं औषधीय गुणों से युक्त सामग्री के साथ इसके संयोजन से न केवल इन पेयों के स्वाद और सुगंध में गुणात्मक वृद्धि होती है, बल्कि हल्दी में निहित करक्यूमिन की जैव-उपलब्धता एवं प्रभावशीलता भी उल्लेखनीय रूप से बढ़ जाती है। इस प्रकार विकसित कार्यात्मक

हल्दी के प्रमुख जैव-सक्रिय यौगिक एवं उनके स्वास्थ्य लाभ

जैव-सक्रिय यौगिक	मुख्य कार्य	खाद्य-प्रौद्योगिकी में उपयोग
करक्यूमिन	सूजन-रोधी, एंटीऑक्सीडेंट	फंक्शनल फूड, न्यूट्रास्यूटिकल
टर्मेरोन	जीवाणुरोधी	प्राकृतिक संरक्षक
पॉलीफेनॉल्स	ऑक्सीडेशन नियंत्रण	शेल्फ लाइफ वृद्धि
फ्लावोनॉइड्स	एंटीऑक्सीडेंट	गुणवत्ता संरक्षण
आयरन, मैंगनीज	पोषण	पोषण संवर्धन

पेय आधुनिक जीवनशैली में शरीर की रोग-प्रतिरोधक शक्ति को सुदृढ़ करने, आंतरिक संतुलन बनाए रखने तथा दैनिक स्वास्थ्य संरक्षण में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहे हैं।

2. खाद्य-प्रौद्योगिकी आधारित संरक्षण तकनीकें

खाद्य-प्रसंस्करण के आधुनिक क्षेत्र में करक्यूमिन जैसे संवेदनशील जैव-सक्रिय तत्वों की सुरक्षा एवं स्थायित्व

सुनिश्चित करने हेतु माइक्रो-एन्कैप्सुलेशन, नैनो-इमल्शन तथा स्प्रे-ड्रायिंग जैसी उन्नत खाद्य-प्रौद्योगिकीय तकनीकों का व्यापक रूप से प्रयोग किया जा रहा है। इन तकनीकों के माध्यम से करक्यूमिन को ताप, प्रकाश एवं ऑक्सीजन जैसे बाह्य कारकों से उत्पन्न होने वाले अपघटन एवं क्षरण से संरक्षित किया जाता है। इस प्रकार की प्रसंस्करण विधियाँ हल्दी में निहित जैव-सक्रिय तत्वों की रासायनिक स्थिरता, जैव-उपलब्धता तथा कार्यात्मक प्रभावशीलता को बढ़ाने में सहायक सिद्ध होती हैं। परिणामस्वरूप विभिन्न प्रसंस्कृत खाद्य उत्पादों, स्वास्थ्यवर्धक पेयों तथा न्यूट्रास्यूटिकल तैयारियों में हल्दी के स्वास्थ्यकारी गुण दीर्घकाल तक सुरक्षित रहते हैं और उपभोक्ता तक प्रभावी रूप से पहुँच पाते हैं।

3. स्नैक्स, रेडी-टू-ईट एवं इंस्टेंट मिक्स

हर्बल स्नैक्स, तत्क्षण पेय मिश्रण एवं तत्क्षण उपयोग योग्य हल्दी पाउडर जैसे उत्पाद शहरी जीवनशैली और तीव्र दिनचर्या में स्वास्थ्य को सुलभ एवं सहज रूप से उपलब्ध कराते हैं। स्प्रे-शुष्करण तथा मिश्रण जैसी प्रसंस्करण तकनीकों के माध यम से बड़े पैमाने पर उत्पादन के समय भी उत्पाद की गुणवत्ता एवं पोषण मूल्य की संरक्षा सुनिश्चित की जाती है।

4. न्यूट्रास्यूटिकल उत्पाद

मानकीकृत (स्टैन्डर्डाइज्ड) हल्दी अर्क को कैप्सूल, गोलियों एवं सिरप के रूप में विकसित किया जा रहा है। ये उत्पाद विशेष रूप से संयुक्त स्वास्थ्य, सूजन के नियंत्रण, पाचन क्रिया के सुधार तथा रोग-प्रतिरोधक क्षमता के संवर्धन में अत्यंत उपयोगी सिद्ध हो रहे हैं। नियंत्रित मात्रा में करक्यूमिन की उपलब्धता इन्हें चिकित्सकीय दृष्टिकोण से भी अत्यंत महत्त्वपूर्ण बनाती है।

5. डेयरी आधारित क्रियाशील (फंक्शनल) उत्पाद

हल्दी युक्त दही, लस्सी, केफिर तथा पोषक तत्वों से समृद्ध दूध (फोर्टिफाइड मिल्क) न केवल अपनी मनमोहक रंगत और विशिष्ट स्वाद के लिए आकर्षक हैं, बल्कि ये पाचन क्रिया को सुदृढ़ करने एवं रोग-प्रतिरोधक क्षमता को भी प्रबल बनाने में सहायक होते हैं। हल्दी में उपस्थित प्राकृतिक एंटीऑक्सिडेंट्स डेयरी उत्पादों की गुणवत्ता और भंडारण अवधि में वृद्धि करने में महत्वपूर्ण योगदान देते हैं।

6. प्राकृतिक संरक्षक के रूप में उपयोग

हल्दी के जीवाणुनाशक एवं एंटीऑक्सीडेंट गुण इसे प्राकृतिक संरक्षक के रूप में अत्यंत उपयोगी बनाते हैं। अनेक प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों में हल्दी का सम्मिलन कृत्रिम रसायनों की आवश्यकता को न्यून कर, उत्पादों की सुरक्षा, दीर्घकालीन स्थायित्व एवं गुणवत्ता संवर्धन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

7. फंक्शनल फूड उद्योग में भविष्य की संभावनाएँ

हिमाचल प्रदेश की हल्दी को आधार बनाकर फंक्शनल फूड उद्योग में विभिन्न उत्पादों का विकास किया जा रहा है, जैसे कि स्वास्थ्यवर्धक बिस्कुट, ब्रेड, पोषक आटा मिश्रण, रेडी-टू-ड्रिंक पेय और विशेष पोषण संबंधी उत्पाद। ये उत्पाद न केवल उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य के लिए लाभकारी हैं, बल्कि स्थानीय कृषकों एवं खाद्य उद्योग के लिए नए आर्थिक अवसर भी सृजित करते हैं।

परंपरा पर विज्ञान की अमिट छाप

प्राचीन भारतीय आयुर्वेद में हल्दी को सदियों से न केवल रसोई में स्वाद और रंग के लिए, बल्कि ''रसायन'' और स्वास्थ्य संवर्धक औषधि के रूप में मान्यता प्राप्त रही है। आयुर्वेद में हल्दी को शरीर की शुद्धि, रोग प्रतिरोधक क्षमता और दीर्घायु के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण माना गया है।

आधुनिक वैज्ञानिक अनुसंधान, जिसमें क्लिनिकल और प्रीक्लिनिकल अध्ययन शामिल हैं, ने आयुर्वेदिक परंपराओं की पुष्टि करते हुए हल्दी के प्रमुख जैव सक्रिय यौगिक करक्यूमिन के स्वास्थ्यवर्धक गुणों को प्रमाणित किया है। प्रमुख वैज्ञानिक तथ्य इस प्रकार हैं:

1. एंटी-इंफ्लेमेटरी प्रभावः करक्यूमिन विभिन्न सूजन-संवेदनशील एंजाइम और साइटोकिन्स की गतिविधि को नियंत्रित कर शरीर में सूजन और ऑक्सीडेटिव तनाव को कम करता है।

2. एंटीऑक्सीडेंट गुणः यह मुक्त कणों (फ्री रेडिकल्स) को निष्क्रिय कर कोशिकाओं को क्षति से बचाता है और उम्र बढ़ने की प्रक्रिया को धीमा करता है।

3. यकृत-संरक्षण प्रभावः हल्दी लीवर की कार्यक्षमता को समर्थन देती है, जहरीले पदार्थों के शरीर से निष्कासन में सहायक होती है और यकृत की कोशिकाओं की मरम्मत में योगदान देती है।

4. पाचन-सुधारक गुणः हल्दी पाचन एंजाइमों को सक्रिय कर भोजन के पाचन और पोषक तत्त्वों के अवशोषण में सुधार करती है।

5. इम्यूनो-मॉड्यूलेटरी प्रभावः यह प्रतिरक्षा प्रणाली की प्रतिक्रिया को संतुलित करती है, संक्रमणों और रोगों के प्रति शरीर की प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाती है।

6. फंक्शनल फूड घटकः हिमाचल प्रदेश की प्राकृतिक परिस्थितियों में उगाई गई हल्दी में करक्यूमिन का उच्चतम स्तर पाया जाता है, जो इसे सिर्फ मसाले के रूप में नहीं, बल्कि चिकित्सीय और स्वास्थ्यवर्धक फंक्शनल फूड इंग्रीडिएंट के रूप में अत्यंत मूल्यवान बनाता है।

इस प्रकार, आयुर्वेदिक ज्ञान और आधुनिक विज्ञान का सम्मिलन स्पष्ट करता है कि हिमाचल की हल्दी स्वाद, रंग और सुगंध के अतिरिक्त, स्वास्थ्य संवर्धन और रोग प्रतिरोधक क्षमता के लिए एक प्रामाणिक प्राकृतिक उपहार है।

दैनिक जीवन में हिमाचल हल्दी का वैज्ञानिक एवं स्वास्थ्य-केंद्रित उपयोग

1. पेय पदार्थों में मिश्रणः दूध, चाय, हर्बल इन्फ्यूजन या जैविक जूस में हल्दी मिलाएँ। हल्दी को अदरक, दालचीनी या लौंग के साथ मिलाकर एंटीऑक्सीडेंट गुणों को बढ़ाएँ।

2. खाद्य पदार्थों में उपयोगः सब्जी, सूप, दाल और दाल-चावल व्यंजनों में हल्दी का नियमित प्रयोग करें। हल्दी के साथ हल्का तेल या घी प्रयोग करने से कुरकुमिन का अवशोषण बढ़ता है।

3. सुरक्षित एवं प्रमाणित स्रोतः हमेशा प्रमाणित, रासायनिक-मुक्त हिमाचल हल्दी पाउडर या कैप्सूल का चयन करें। जैव-उपलब्धता बढ़ाने के लिए काली मिर्च और स्वस्थ वसा (जैसे नारियल तेल, घी या जैतून का तेल) के साथ सेवन करें।

4. सक्रिय पोषक तत्त्वों की सुरक्षाः हल्दी को लंबे समय तक उच्च तापमान पर न पकाएँ, ताकि कुरकुमिन और एंटीऑक्सीडेंट गुण सुरक्षित रहें।

5. सुपरफूड संयोजनः हल्दी का सेवन हरी पत्तेदार सब्जियों, दालों और प्रोटीन युक्त आहार के साथ करने से शरीर में सूजन कम करने और प्रतिरक्षा प्रणाली सुदृढ़ करने में सहायता मिलती है।

6. स्वास्थ्य लक्ष्यों के अनुसार उपयोगः प्रतिरक्षा बढ़ाने, सूजन कम करने, पाचन सुधारने, जोड़ों और हृदय स्वास्थ्य के लिए हल्दी का नियमित सेवन लाभकारी है। वजन प्रबंधन और मधुमेह नियंत्रण में हल्दी आधारित मिश्रणों का वैज्ञानिक प्रमाण है।

7. सुविधाजनक अनुप्रयोगः हल्दी चाय, गोल्डन मिल्क, स्मूदी, सूप, हल्दी लस्सी या हल्दी आधारित स्नैक्स में मिलाकर रोजाना प्रयोग कर सकते हैं।

सतत कृषि एवं स्थानीय गौरवः हिमाचल की हल्दी

हिमाचल प्रदेश की हल्दी प्रायः पर्यावरण-अनुकूल, जैविक और सतत कृषि पद्धतियों द्वारा उगाई जाती है। इस कृषि पद्धति के अनेक वैज्ञानिक और सामाजिक लाभ हैं:

1. उच्च गुणवत्ता एवं पोषक तत्त्वों की सुरक्षाः जैविक और पारंपरिक खेती में रासायनिक उर्वरक और कीटनाशकों का न्यूनतम उपयोग होने के कारण हल्दी में सक्रिय

> हल्दी के प्रमुख जैव-सक्रिय तत्त्व-करक्यूमिन, टर्मेरोन, फ्लेवोनॉयड्स एवं पॉलीफेनॉल्स-एंटीऑक्सीडेंट, सूजन-रोधी एवं रोग-प्रतिरोधक गुणों से भरपूर हैं।

जैव-सक्रिय यौगिक जैसे कि करक्यूमिन, तेलीय घटक और फेनोलिक यौगिक उच्च मात्रा में सुरक्षित रहते हैं।

2. स्थानीय किसानों की आजीविका सुदृढ़ीकरणः सतत कृषि पद्धतियाँ किसानों को आर्थिक रूप से स्थिर और आत्मनिर्भर बनाती हैं। जैविक हल्दी के लिए बढ़ती मांग स्थानीय उत्पादकों को बेहतर मूल्य सुनिश्चित करती है।

3. जैव विविधता संरक्षणः रासायनिक उर्वरकों और कीटनाशकों के न्यूनतम उपयोग से मिट्टी स्वास्थ्य, सूक्ष्मजीव जीवन, कीट नियंत्रण और पारिस्थितिकी संतुलन बनाए रहते हैं। यह क्षेत्रीय जैव विविधता की रक्षा में सहायक है।

4. पर्यावरणीय स्थिरताः हिमाचल की हल्दी उत्पादन में मृदा अपरदन, जल प्रदूषण और रासायनिक अवशेष कम होते हैं। सतत खेती से पर्यावरणीय कार्बन फुटप्रिंट घटता है और प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण होता है।

5. क्षेत्रीय अर्थव्यवस्था को सशक्त बनानाः उच्च गुणवत्ता वाली हल्दी का विपणन और मूल्य संवर्धन स्थानीय व्यापार, प्रसंस्करण उद्योग और रोजगार को बढ़ावा देता है।

6. स्वास्थ्यवर्धक लाभः जैविक पद्धति से उगाई गई हल्दी में एंटीऑक्सीडेंट, विरोधी सूजन और रोगप्रतिरोधक गुण प्रबल होते हैं, जो मानव स्वास्थ्य के लिए अत्यंत लाभकारी हैं।

7. अनुसंधान एवं नवाचार के अवसरः हिमाचल की जैविक हल्दी पर आधारित फार्मास्युटिकल, खाद्य प्रौद्योगिकी और पोषण विज्ञान के क्षेत्र में अनुसंधान संभावनाएँ अधिक हैं।

स्वास्थ्य की सुवर्ण दिशा

हिमाचल प्रदेश की हल्दी परंपरा, विज्ञान और खाद्य-प्रौद्योगिकी का अनुपम समागम है। यह केवल एक सामान्य मसाला नहीं रह गई है, अपितु आज के स्वास्थ्य-सचेत समाज के लिए संपूर्ण स्वास्थ्य-संवर्धन का प्राकृतिक उपाय बनकर उभर रही है। इसके उत्कृष्ट एंटीऑक्सीडेंट, सूजन-निवारक, पाचन-सहायक एवं रोग-प्रतिरोधक गुण इसे आयुष और पोषण की दृष्टि से अद्वितीय बनाते हैं। हिमाचल की हल्दी अपने प्राकृतिक वैभव और गुणों के माध्यम से स्वास्थ्य की सुवर्ण दिशा की ओर मार्गदर्शन करती है।

> हिमाचली हल्दी का उपयोग फंक्शनल फूड, हेल्थ ड्रिंक्स, डेयरी उत्पादों, रेडी-टू-ईट खाद्य पदार्थों तथा न्यूट्रास्यूटिकल उत्पादों में तेजी से बढ़ रहा है।

निष्कर्ष

हिमाचल प्रदेश की हल्दी अपनी उत्कृष्ट गुणवत्ता, उच्च करक्यूमिन मात्रा तथा अन्य जैव-सक्रिय यौगिकों के कारण केवल एक पारंपरिक मसाला नहीं, बल्कि स्वास्थ्यवर्धक खाद्य एवं आधुनिक खाद्य-प्रसंस्करण उद्योग का महत्वपूर्ण आधार बन चुकी है। पारंपरिक ज्ञान और आधुनिक वैज्ञानिक अनुसंधानों ने इसके औषधीय, पोषणात्मक तथा कार्यात्मक गुणों की पुष्टि की है। माइक्रोएन्कैप्सुलेशन, नैनो-इमल्शन तथा स्प्रे-ड्राइंग जैसी उन्नत प्रसंस्करण तकनीकें इसके सक्रिय घटकों की गुणवत्ता और जैव-उपलब्धता को बनाए रखने में सहायक हैं। साथ ही, जैविक एवं सतत खेती किसानों की आय, पर्यावरण संरक्षण और स्थानीय अर्थव्यवस्था को सुदृढ़ करती है। अत: हिमाचल प्रदेश की हल्दी स्वास्थ्य, पोषण, मूल्य संवर्धन तथा सतत कृषि विकास के लिए भविष्य की अपार संभावनाओं से युक्त एक बहुमूल्य प्राकृतिक संपदा है।

भारत में वीगन खाद्य उद्योग- आज की स्थिति, मौके और चुनौतियाँ

संदीप पोपटराव दवंगे एवं के बेमबेम

प्रौद्योगिकी हस्तांतरण प्रभाग, भा.कृ.अनु.प.- केन्द्रीय कटाई- उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना

वीगन खाद्य उद्योग का विकासः स्वास्थ्य, पर्यावरण और नैतिक कारणों से भारत में वीगन खाद्य उद्योग तेजी से विस्तार कर रहा है।

वीगन खाद्य का वर्गीकरण एवं पोषणः प्राकृतिक, प्रसंस्करित, मांस विकल्प तथा फोर्टिफाइड उत्पाद संतुलित वीगन पोषण के प्रमुख आधार हैं।

भारत में स्वास्थ्य, पर्यावरण संरक्षण और पशु कल्याण के प्रति बढ़ती जागरूकता के कारण वीगन खाद्य उद्योग तेजी से विकसित हो रहा है। देश की विशाल शाकाहारी आबादी, प्रचुर कृषि संसाधन तथा बढ़ती शहरी मांग वीगन उत्पादों के लिए बड़े बाजार अवसर प्रदान कर रही है। वीगन दूध, डेयरी विकल्प, मांस विकल्प और पोषक तत्वों से समृद्ध खाद्य उत्पादों की मांग निरंतर बढ़ रही है, जबकि एफएसएसएआई के नियम गुणवत्ता, लेबलिंग और उपभोक्ता विश्वास को सुदृढ़ बना रहे हैं। हालांकि, कच्चे माल की गुणवत्ता, स्वाद, शेल्फ-लाइफ, पोषण संतुलन और क्रॉस-संदूषण जैसी चुनौतियाँ अभी भी मौजूद हैं। अनुसंधान संस्थानों, तकनीकी नवाचार, प्रभावी विपणन तथा उद्यमिता को बढ़ावा देकर भारत वीगन खाद्य उद्योग में वैश्विक स्तर पर एक महत्वपूर्ण केंद्र बनने की क्षमता रखता है।

वीगन भोजन का परिचय

'वीगन' शब्द 1944 में 'द वीगन सोसाइटी' के सह संस्थापक डोनाल्ड वॉटसन द्वारा गढ़ा गया था। यह शब्द ''वेजिटेरियन'' शब्द के पहले और आखिरी अक्षरों से बना है। शुरू में, वीगनिज्म जानवरों के शोषण के खिलाफ एक नैतिक आंदोलन के तौर पर उभरा, लेकिन बाद में यह स्वास्थ्य, पर्यावरणीय स्थिरता और जलवायु के प्रति जागरूक जीवनशैली के प्रति जागरूकता के साथ जुड़ गया।

भारत में पारंपरिक रूप से हिंदू, जैन और बौद्ध धर्मों से प्रभावित एक मजबूत शाकाहारी खान पान का प्रचलन रहा है, जो पशुओं के प्रति अहिंसा और पौधों से बने खाने के तरीकों पर जोर देते हैं। हालाँकि, दुनिया भर में इसके बढ़ते असर और बढती ग्राहक जागरूकता की वजह से भारत में 2010 के बाद एक अलग और विशिष्ट जीवनशैली की अवधारणा के तौर पर वीगनिज्म को काफी बढ़ावा मिला ।अलग अलग सोशल मीडिया प्लेटफॉर्म, वृत्तचित्र और डिजिटल अभियानों के चलते इत्यादि ने ग्राहकों को वीगन डाइट और खाने के सही तरीकों के बारे में बताने में अहम भूमिका निभाई। वैश्विक स्वास्थ्य रुझानों का बढ़ता प्रभाव, लैक्टोज असहिष्णुता के बारे में बढ़ती चिंताएं और जीवनशैली से संबंधित बीमारियों के बारे में बढ़ती जागरूकता ने भी लोगों को पौधों पर आधारित अर्थात वीगन खाद्य विकल्प अपनाने के लिए बढ़ावा दिया। इसके अलावा, पशु कल्याण अभियानों और पर्यावरण स्थिरता आंदोलनों ने वीगनिज्म के नैतिक और पारिस्थितिक लाभों पर प्रकाश डाला। शहरी ग्राहक के बीच फिटनेस, वेलनेस और प्रिवेंटिव हेल्थकेयर कल्चर के बढ़ने से भारत में वीगन खाने की पॉपुलैरिटी और बढ़ गई। शहरी ग्राहक, खासकर मेट्रोपॉलिटन शहरों में मिलेनियल्स और जेन-झी आबादी, तेजी से वीगन प्रोडक्ट्स अपना रहे हैं। रेस्टोरेंट, कैफे और फूड डिलीवरी प्लेटफॉर्म अब आम तौर पर वीगन मेन्यू और डेयरी ऑप्शन भी देते हैं।

शाकाहारी और वीगनः इनमें क्या अंतर है?

शाकाहारी और वीगन भोजन में मुख्य अंतर जानवरों से मिलने वाली चीजों के इस्तेमाल का होता है। शाकाहारी भोजन में मांस, मछली और पोल्ट्री शामिल नहीं होते, लेकिन इसमें दूध, दही, मक्खन, पनीर जैसे डेयरी उत्पाद और कभी-कभी, खाने की पसंद के आधार पर, या शहद शामिल हो सकते हैं। इसके विपरीत, वीगन भोजन में जानवरों से मिलने वाली सभी चीजों से पूरी तरह परहेज किया जाता है, जिनमें डेयरी उत्पाद, अंडे, शहद, जिलेटिन और जानवरों से प्राप्त होने वाले अन्य पदार्थ शामिल हैं। वीगन भोजन पूरी तरह से पौधों पर आधारित होता है और इसे अनाज, दालों, फलों, सब्जियों, मेवों, बीजों और डेयरी व मांस उत्पादों के पौधों से बने विकल्पों का इस्तेमाल करके तैयार किया जाता है। जहाँ एक ओर शाकाहार को अक्सर सांस्कृतिक और धार्मिक मान्यताओं के कारण अपनाया जाता है, वहीं वीगन जीवनशैली का संबंध स्वास्थ्य, पर्यावरण की स्थिरता और जानवरों के कल्याण से जुड़ी नैतिक चिंताओं से भी होता है। इस प्रकार, वीगन भोजन को शाकाहारी भोजन की तुलना में अधिक पाबंदियों वाला माना जाता है।

भारत में वीगन खाद्य उद्योग की विकास क्षमता

भारत अपनी बड़ी शाकाहारी आबादी और बढ़ती स्वास्थ्य जागरूकता की वजह से वीगन खाने के लिए सबसे अच्छे उभरते बाजारों में से एक है। कई नेशनल और इंटरनेशनल सर्वे का अनुमान है कि लगभग 20–40% भारतीय शाकाहारी खाना खाते हैं, जिससे भारत दुनिया की सबसे बड़ी शाकाहारी आबादी में से एक बन गया है। इसके अलावा, मोटापा, डायबिटीज, दिल की बीमारियां, लैक्टोज इनटॉलेरेंस और धारणीय/सस्टेनेबल जीवन को लेकर बढ़ती चिंताएं ग्राहकों को पौधों पर आधारित खाने के विकल्प अपनाने के लिए बढ़ावा दे रही हैं। वर्ष 2025 में भारतीय वीगन खाने के मार्केट की वैल्यू लगभग 1.62 बिलियन अमेरिकन डॉलर थी जो लगभग 10% की सालाना बढ़ोतरी रेट से बढ़ रहा है और वर्ष 2034 तक इसके लगभग 3.82 बिलियन अमेरिकन डॉलर तक पहुंचने का अनुमान है। सुपरमार्केट, कैफे, रेस्टोरेंट और ई-कॉमर्स

बाजार की संभावनाएँ: भारत की विशाल शाकाहारी आबादी, कृषि संसाधन और बढ़ती उपभोक्ता मांग वीगन उद्योग के लिए अपार व्यावसायिक अवसर प्रदान करती है।

प्लेटफॉर्म के जरिए वीगन पदार्थो की बढ़ती उपलब्धता शहरी भारत में वीगन मार्केट के विस्तार में और मदद कर रही है।

वीगन खाद्य बाजार के विकास के प्रमुख कारक

स्वास्थ्य संबंधी जागरूकता

भारत में वीगन खाद्य चीजों की बढ़ोतरी में स्वास्थ्य संबंधी जागरूकता सबसे बड़ी वजहों में से एक बनकर उभरी है। तेजी से शहरीकरण, आराम वाली जीवनशैली, खानपान की बदलती आदतें, प्रसंस्कृत पदार्थो का बढ़ता इस्तेमाल और शारीरिक गतिविधियों में कमी की वजह से भारतीय ग्राहको में जीवनशैली से जुड़ी बीमारियां तेजी से बढ़ी हैं। इस वजह से, लोग ज़्यादा से ज़्यादा स्वास्थ्यप्रद आहार के विकल्प ढूंढ रहे हैं, और वीगन आहार अपने हेल्थ बेनिफिट्स की वजह से लोकप्रिय हो रही हैं।

आजकल के ग्राहक मोटापा, हृदय रोग, मधुमेह, उच्च रक्तचाप, पाचन विकार, लैक्टोज असहिष्णुता और उच्च कोलेस्ट्रॉल स्तर जैसी कई प्रमुख स्वास्थ्य समस्याओं के प्रति अधिक जागरूक हो रहे हैं। वैज्ञानिक अध्ययनों और जन स्वास्थ्य अभियानों ने संतृप्त वसा, परिष्कृत शर्करा और प्रसंस्कृत पशु-आधारित खाद्य पदार्थो के अत्यधिक सेवन और दीर्घकालिक रोगों के बीच संबंध को उजागर किया है। इससे कई उपभोक्ताओं को फल, सब्जियां, साबुत अनाज, दालें, मेवे और बीजों से भरपूर आहार अपनाने के लिए प्रोत्साहन मिला है।

एक संतुलित वीगन आहार में आमतौर पर संतृप्त वसा कम होती है और यह आहार कोलेस्ट्रॉल से पूरी तरह मुक्त होता है क्योंकि पौधों से प्राप्त खाद्य पदार्थो में कोलेस्ट्रॉल नहीं होता है। ऐसे आहार फाइबर, एंटीऑक्सीडेंट, विटामिन, खनिज और फाइटोकेमिकल्स से भी भरपूर होते हैं जो समग्र स्वास्थ्य और रोग प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाते हैं। पौधों से प्राप्त खाद्य पदार्थो

एफएसएसएआय द्वारा भारत में वीगन फूड के लिए जारी किया हुआ आधिकारिक लोगो

से उच्च फाइबर का सेवन पाचन में सुधार, रक्त शर्करा के स्तर को नियंत्रित करने और आहार तृप्ति को बढ़ावा देने में मदद करता है, जिससे वजन प्रबंधन और मोटापे को नियंत्रित करने में सहायता मिलती है।

पर्यावरणीय स्थिरता

भारत समेत दुनिया भर में पर्यावरण स्थिरता के प्रति लोगों की बढ़ती हुई जागरूकता वीगन खाद्य को अपनाने का एक महत्वपूर्ण कारक बन गई है। पशुधन पालन और उससे सम्बंधित क्षेत्रों को पर्यावरण क्षरण का एक प्रमुख कारण माना जाता है, क्योंकि इससे ग्रीनहाउस गैसों का भारी उत्सर्जन, पानी की अत्यधिक खपत, भूमि क्षरण और प्रदूषण होता है। पशुपालन के लिए बड़ी मात्रा में पानी और चारा फसलों की आवश्यकता होती है और इससे मीथेन गैस का उत्पादन भी होता है, जो एक शक्तिशाली ग्रीनहाउस गैस है और वैश्विक तापमान वृद्धि और जलवायु परिवर्तन में महत्वपूर्ण योगदान देती है। इसके अलावा, चरागाह और चारा उत्पादन के लिए वनों की कटाई से जैव विविधता का नुकसान और पारिस्थितिक असंतुलन होता है। तुलनात्मक रूप से, पौधों पर आधारित खाद्य पदार्थों के उत्पादन में आमतौर पर पानी, भूमि और ऊर्जा जैसे प्राकृतिक संसाधनों की कम आवश्यकता होती है और कार्बन उत्सर्जन भी कम होता है। जलवायु परिवर्तन, टिकाऊ कृषि और संसाधन संरक्षण के प्रति उपभोक्ताओं में जागरूकता बढ़ने के साथ, वीगन भोजन को पर्यावरण के अनुकूल विकल्पों के रूप में बढ़ावा दिया जा रहा है। इसलिए, पर्यावरण के प्रति जागरूक कई उपभोक्ता, विशेष रूप से युवा पीढ़ी, स्थिरता, नैतिक उपभोग और पर्यावरण संरक्षण के प्रति व्यापक प्रतिबद्धता के हिस्से के रूप में वीगन आहार अपना रहे हैं।

नैतिक चिंताएँ

डेयरी और मांस उद्योगों में पशु कल्याण और क्रूरता के प्रति बढ़ती जागरूकता उपभोक्ताओं को नैतिक खाद्य विकल्पों को अपनाने के लिए प्रोत्साहित कर रही है। कई लोग व्यावसायिक पशुधन उत्पादन में इस्तेमाल होने वाली कम जगह में भिडयुक्त पशुपालन, भीड़भाड़ वाले आवास, जबरन प्रजनन और अमानवीय वध विधियों जैसी प्रक्रियाओं को लेकर चिंतित हैं। सोशल मीडिया अभियान, वृत्तचित्र और पशु अधिकार संगठनों ने इन मुद्दों के बारे में जागरूकता फैलाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। परिणामस्वरूप, उपभोक्ता तेजी से ऐसे वीगन विकल्पों को चुन रहे हैं जिनमें पशु शोषण शामिल नहीं है। इसलिए वीगनिज्म को न केवल एक आहार विकल्प के रूप में बल्कि पशुओं के प्रति करुणा को बढ़ावा देने वाली एक नैतिक जीवनशैली के रूप में भी देखा जा रहा है। नैतिक उपभोग के इस बदलाव को शहरी क्षेत्रों में युवा और सामाजिक रूप से जागरूक उपभोक्ताओं के बीच विशेष रूप से देखा जा रहा है।

बढ़ती उपभोगयोग्य आय

शहरी उपभोक्ताओं की बढ़ती उपभोगयोग्य आय ने भारत में वीगन खाद्य बाजार के विकास में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। बेहतर आर्थिक स्थिति और बदलती जीवनशैली के साथ, उपभोक्ता अब स्वास्थ्य-उन्मुख और प्रीमियम खाद्य उत्पादों पर अधिक खर्च कर रहे हैं। शहरी मध्यम वर्ग और उच्च-मध्यम वर्ग के परिवार जैविक, पौधों पर आधारित, क्लीन-लेबल और पोषक तत्वों से भरपूर खाद्य पदार्थों के लिए अधिक कीमत चुकाने को तैयार हैं। आज के उपभोक्ता न केवल स्वाद पर ध्यान केंद्रित कर रहे हैं, बल्कि उत्पाद की गुणवत्ता, स्वास्थ्य लाभ और नैतिक स्रोत पर भी ध्यान दे रहे हैं। फिटनेस संस्कृति, स्वास्थ्य संबंधी रुझान और निवारक स्वास्थ्य देखभाल के बढ़ते प्रभाव ने बादाम दूध, ओट दूध, वीगन प्रोटीन सप्लीमेंट और पौधों पर आधारित मांस उत्पादों जैसे प्रीमियम वीगन विकल्पों की मांग को और बढ़ा दिया है। युवा पेशेवर और स्वास्थ्य के प्रति जागरूक उपभोक्ता विशेष रूप से वीगन उत्पादों को आधुनिक और स्वस्थ जीवनशैली का हिस्सा मानते हैं। इस बढ़ी हुई क्रय शक्ति ने खाद्य कंपनियों और स्टार्टअप्स को नवीन वीगन उत्पाद विकास और बाजार विस्तार में निवेश करने के लिए प्रोत्साहित किया है।

रिटेल और ई-कॉमर्स का विस्तार

संगठित खुदरा बिक्री और ई-कॉमर्स प्लेटफॉर्मों के तीव्र विकास ने भारत में वीगन उत्पादों की उपलब्धता और पहुंच में काफी सुधार किया है। पहले उपभोक्ताओं के लिए वीगन खाद्य पदार्थ प्राप्त करना मुश्किल था, क्योंकि ये केवल विशेष स्वास्थ्य दुकानों और चुनिंदा महानगरों के बाजारों तक ही सीमित थे। हालांकि, प्रीमियम सुपरमार्केट, खुदरा श्रृंखलाओं और ऑनलाइन किराना प्लेटफॉर्मों के विस्तार ने उपभोक्ताओं को अपने घरों से ही विभिन्न प्रकार के वीगन खाद्य उत्पाद आसानी से खरीदने में सक्षम बनाया है। ई-कॉमर्स प्लेटफॉर्म विस्तृत उत्पाद विवरण, सामग्री की जानकारी, पोषण संबंधी लेबल और ग्राहक समीक्षाएं प्रदान करते हैं, जिससे उपभोक्ताओं को सोच-समझकर खरीदारी करने में भी मदद मिलती है। ऑनलाइन डिलीवरी सेवाओं ने छोटे वीगन ब्रांड और स्टार्टअप्स को व्यापक भौतिक खुदरा ढांचे की आवश्यकता के बिना विभिन्न शहरों में ग्राहकों तक पहुंचने में सक्षम बनाया है। इसके अलावा, सुपरमार्केट जैविक, स्वास्थ्य और पौधों पर आधारित उत्पादों के लिए अलग-अलग शेल्फ और सेक्शन बना रहे हैं, जिससे उत्पादों की दृश्यता और उपभोक्ता जागरूकता में सुधार हो रहा है। यह बढ़ता खुदरा तंत्र भारत में वीगन खाद्य उद्योग के विकास को गति देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा रहा है।

एफएसएसएआई नियमावलीः वीगन खाद्य के लिए एफएसएसएआई के मानक गुणवत्ता, लेबलिंग, प्रमाणीकरण और उपभोक्ता विश्वास को सुनिश्चित करते हैं।

वीगन खाद्य सेक्टर में बाजार के मौके

हमारे देश तथा दुनियाभर में स्वास्थ्य जागरूकता में वृद्धि, उपभोक्ताओं की जीवनशैली में बदलाव और टिकाऊ खाद्य उत्पादों की बढ़ती मांग के कारण महत्वपूर्ण बाजार अवसर मौजूद हैं। सबसे तेजी से बढ़ते क्षेत्रों में से एक सोया, बादाम, जई, नारियल और काजू से बना वीगन दूध है, जो लैक्टोज असहिष्णु और स्वास्थ्य के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं के बीच लोकप्रियता हासिल कर रहा है। वीगन पनीर और डेयरी विकल्पों की मांग भी शहरी बाजारों में, विशेष रूप से युवा उपभोक्ताओं और कैफे श्रृंखलाओं के बीच बढ़ रही है। नारियल और बादाम के दूध से बनी वीगन आइसक्रीम अच्छी बाजार क्षमता वाले प्रीमियम मिठाई उत्पादों के रूप में उभर रही हैं।

सोया प्रोटीन, मटर प्रोटीन, मशरूम और कटहल से विकसित मांस के विकल्प भी वीगन खाद्य उद्योग में एक महत्वपूर्ण विकास क्षेत्र हैं। पूरी तरह से वीगन होते हुए भी मांस जैसा स्वाद और बनावट प्रदान करना इन उत्पादों का उद्देश्य है। अंडे रहित केक, कुकीज, चॉकलेट और डेयरी-मुक्त स्नैक्स जैसे वीगन बेकरी उत्पाद उपभोक्ताओं की स्वच्छ लेबल वाले खाद्य पदार्थों के प्रति बढ़ती पसंद के कारण तेजी से विस्तार कर रहे हैं। प्लांट-बेस्ड प्रोटीन पाउडर, फोर्टिफाइड पेय पदार्थ और विटामिन- युक्त उत्पादों सहित पोषण पूरक सेगमेंट फिटनेस के शौकीनों और स्वास्थ्य के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं को आकर्षित कर रहा है।

व्यस्त शहरी जीवनशैली और बनाने में आसान एवं स्वस्थ भोजन विकल्पों की बढ़ती पसंद के कारण इंस्टेंट मील, फ्रोजन स्नैक्स, वीगन करी और रेडी-टू-ईट वीगन खाद्य पदार्थों की मांग बढ़ रही है। प्रोबायोटिक्स, हर्बल एक्सट्रेक्ट्स, प्लांट प्रोटीन

और प्राकृतिक अवयवों से युक्त फंक्शनल पेय पदार्थ भी स्वास्थ्य और तंदुरुस्ती से जुड़े हुए बाजार में लोकप्रिय हो रहे हैं। इसके अलावा, दालों, अनाजों, तिलहन और श्रीअन्न के बड़े पैमाने पर उत्पादन के कारण भारत को कच्चे माल की उपलब्धता के मामले में एक बड़ा लाभ प्राप्त है। सोयाबीन, चना, मसूर, मटर, और रागी जैसी फसलें वीगन खाद्य उद्योग के लिए उत्कृष्ट पौध-आधारित प्रोटीन स्रोत प्रदान करती हैं। यह सब मजबूत कृषि आधार, लागत-प्रभावी उत्पादन, उत्पाद नवाचार और निर्यात के अवसरों को बढ़ावा दे सकता है, जिससे भारत भविष्य में वीगन खाद्य विकास के लिए एक बेहद आशाजनक बाजार बन जाता है।

वीगन आहार का वर्गीकरण

बढ़ते हुए पादप-आधारित खाद्य क्षेत्र में बेहतर समझ, नियमन, उत्पाद विकास और उपभोक्ता जागरूकता के लिए वीगन खाद्य पदार्थों का वर्गीकरण करना महत्वपूर्ण है। यह वर्गीकरण प्राकृतिक वीगन खाद्य पदार्थों को प्रसंस्कृत, पोषक तत्वों से भरपूर और मांस-विकल्प उत्पादों से उनकी संरचना और पोषण संबंधी विशेषताओं के आधार पर अलग करने में मदद करता है। उचित वर्गीकरण खाद्य लेबलिंग, गुणवत्ता नियंत्रण, नियामक अनुपालन और शाकाहारी पोषण और सुरक्षा से संबंधित वैज्ञानिक अनुसंधान में भी सहायक होता है। इसके अलावा, यह उपभोक्ताओं को उनकी पोषण संबंधी आवश्यकताओं और जीवनशैली प्राथमिकताओं के अनुसार सूचित आहार विकल्प चुनने में सक्षम बनाता है।

प्राकृतिक वीगन खाद्य

जो खाद्य स्वाभाविक रूप से पौधों से प्राप्त होते हैं और जिनमे पशु-आधारित कोई भी सामग्री नहीं होती वे प्राकृतिक वीगन खाद्य के तौर पर जाने जाते है। ये खाद्य पदार्थ पारंपरिक भारतीय खाद्य प्रणालियों में व्यापक रूप से उपलब्ध हैं और वीगन आहार का आधार बनते हैं । इसमें पौधों से प्राप्त सभी खाद्य पदार्थ शामिल हैं, जैसे फल, सब्जियां, दालें, अनाज, बाजरा, मेवे, बीज, खाद्य तेल आदि। फल और सब्जियां आवश्यक विटामिन, खनिज, एंटीऑक्सीडेंट और आहार फाइबर प्रदान करते हैं जो समग्र स्वास्थ्य और रोग प्रतिरोधक क्षमता को बढ़ाते हैं। मसूर, चना, हरी मूंग और राजमा जैसी दालें पादप प्रोटीन के महत्वपूर्ण स्रोत हैं और भारतीय आहार में इनका व्यापक रूप से सेवन किया जाता है। चावल, गेहूं, मक्का और जौ जैसे अनाज अपने कार्बोहाइड्रेट की मात्रा के कारण ऊर्जा के प्रमुख स्रोत हैं। रागी, बाजरा और ज्वार जैसे श्रीअन्न अपने उच्च पोषण मूल्य और जलवायु अनुकूलता के कारण लोकप्रियता हासिल कर रहे हैं। बादाम, अखरोट और काजू जैसे मेवे स्वस्थ वसा, प्रोटीन और सूक्ष्म पोषक तत्व प्रदान करते हैं। अलसी, चिया, तिल और सूरजमुखी जैसे बीज ओमेगा-3 फैटी एसिड, खनिज और एंटीऑक्सीडेंट से भरपूर होते हैं। सरसों, मूंगफली, सूरजमुखी, नारियल और तिल से प्राप्त खाद्य वनस्पति तेल भी प्राकृतिक रूप से शाकाहारी होते हैं और खाना पकाने में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं। ये प्राकृतिक वीगन खाद्य पदार्थ न केवल पौष्टिक और किफायती हैं, बल्कि कई प्रसंस्कृत शाकाहारी उत्पादों के लिए कच्चे माल के तौर पर भी इस्तेमाल होते हैं।

प्रसंस्करित वीगन खाद्य

प्रसंस्करित वीगन खाद्य पदार्थ विशेष रूप से पशु-आधारित सामग्री जैसे दूध, मक्खन, अंडे, शहद या जिलेटिन इत्यादि के बिना बनाए से जाते हैं। ये उत्पाद उपभोक्ताओं की पोषण संबंधी और स्वाद संबंधी अपेक्षाओं को पूरा करते हुए पारंपरिक डेयरी उत्पादों और स्नैक आइटमों के विकल्प के रूप में डिजाइन किए गए हैं। इनमें पौध-आधारित दूध, वीगन दही, वीगन मक्खन, वीगन पनीर, वीगन चॉकलेट, वीगन स्नैक्स आदि शामिल हैं। सोया, बादाम, ओट्स, नारियल या काजू से बना वीगन दूध सबसे लोकप्रिय वीगन उत्पादों में से एक है और डेयरी दूध के विकल्प के रूप में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। वीगन दही और योगर्ट पौध-आधारित दूध का उपयोग करके उपयुक्त माइक्रोबियल कल्चर के साथ किण्वित करके बनाए जाते हैं ताकि पारंपरिक दही के समान बनावट और स्वाद प्राप्त हो सके। वीगन मक्खन और स्प्रेड आमतौर पर वनस्पति तेलों, मेवों और पौध-आधारित इमल्सीफायर का उपयोग करके तैयार किए जाते हैं। वीगन पनीर काजू, सोया प्रोटीन, नारियल तेल और स्टार्च जैसी सामग्री से बनाया जाता है ताकि डेयरी पनीर के स्वाद और पिघलने के गुणों की नकल की जा

गुणवत्ता नियंत्रण की चुनौतियाँ: कच्चे माल की विविधता, क्रॉस-संदूषण, शेल्फ-लाइफ, स्वाद और पोषण मानकीकरण उद्योग की प्रमुख चुनौतियाँ हैं।

सके। वीगन चॉकलेट दूध के ठोस पदार्थों के बिना बनाई जाती हैं और इसके बजाय कोको, पौध-आधारित दूध पाउडर और प्राकृतिक स्वीटनर का उपयोग करती हैं। इसी प्रकार, चिप्स, प्रोटीन बार, कुकीज और बेकरी उत्पादों जैसे वीगन स्नैक्स में पशु-आधारित योजक या संरक्षक नहीं मिलाए जाते हैं। स्वास्थ्य के प्रति जागरूक, लैक्टोज-मुक्त और पर्यावरण के अनुकूल खाद्य पदार्थों के प्रति उपभोक्ताओं की बढ़ती पसंद के कारण ये प्रसंस्कृत वीगन खाद्य पदार्थ लोकप्रियता हासिल कर रहे हैं।

वीगन मांस विकल्प (अल्टरनेटिव)

मांस अल्टरनेटिव ऐसे वीगन उत्पाद हैं जिन्हें विशेष रूप से पारंपरिक मांस उत्पादों के स्वाद, बनावट, रूप और मुख-अनुभूति की नकल करने के लिए विकसित किया जाता है, जबकि इनमें पशु-संबंधी तत्व बिल्कुल नहीं होते हैं। ये उत्पाद स्वास्थ्य के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं, शाकाहारियों, फ्लेक्सिटेरियन और पर्यावरण के प्रति सचेत लोगों के बीच तेजी से लोकप्रिय हो रहे हैं जो विकल्प प्रोटीन स्रोतों की तलाश में हैं। खाद्य प्रसंस्करण प्रौद्योगिकियों और सामग्री निर्माण में प्रगति के कारण खाद्य निर्माता कंपनिया बनावट और स्वाद में चिकन, मटन, मछली और अन्य मांस उत्पादों से काफी मिलते-जुलते उत्पाद बनाने में सक्षम हो गयी हैं।

सोया प्रोटीन उत्पाद अपनी उच्च प्रोटीन मात्रा, किफायती कीमत और कार्यात्मक गुणों के कारण सबसे व्यापक रूप से उपयोग किए जाने वाले मांस अल्टरनेटिव में से हैं। टेक्सचर्ड वेजिटेबल प्रोटीन (टीवीपी), सोया चंक्स, सोया ग्रेन्यूल्स और सोया-आधारित पैटीज आमतौर पर वीगन खाद्य पदार्थों में उपयोग किए जाते हैं क्योंकि ये मांस के समान रेशेदार बनावट प्रदान करते हैं। सोया की तुलना में ये बेहतर पाचन क्षमता, संतुलित अमीनो एसिड संरचना और एलर्जी-अनुकूल गुणों के कारण मटर के प्रोटीन नगेट्स और प्रोटीन आइसोलेट्स भी लोकप्रियता हासिल कर रहे हैं। इन प्रोटीनों का उपयोग अक्सर शाकाहारी बर्गर, सॉसेज, नगेट्स और प्रोटीन युक्त स्नैक्स में किया जाता है।

कच्चे कटहल की रेशेदार संरचना पकने पर कटे हुए मांस जैसी दिखती है। इस कारण कच्चे कटहल व्यापक रूप से करी, बिरयानी, टैको और मांस के टुकड़ों से बने व्यंजनों में उपयोग किया जाता है। मशरूम से बने वीगन उत्पाद भी एक महत्वपूर्ण श्रेणी हैं, क्योंकि इनमें प्राकृतिक उमामी स्वाद, रसदार बनावट और पौष्टिक गुण होते हैं। मशरूम आहार फाइबर, विटामिन, खनिज और जैव-सक्रिय यौगिकों से भरपूर होते हैं, जो इन्हें मांस के विकल्प के रूप में उपयुक्त बनाते हैं।

खाद्य निर्माता कंपनिया अक्सर मांस के विकल्पों की स्वाद गुणवत्ता को बेहतर बनाने के लिए प्राकृतिक स्वाद, मसाले, वनस्पति तेल और खाद्य हाइड्रोकोलाइड्स का उपयोग करते हैं। ये उत्पाद खुदरा दुकानों और ऑनलाइन बाजारों में जमे हुए (फ्रोजन), पकाने के लिए तैयार और खाने के लिए तैयार रूपों में तेजी से उपलब्ध हो रहे हैं। उपभोक्ता द्वारा टिकाऊ, नैतिक और उच्च प्रोटीन वाले खाद्य पदार्थों की बढ़ती मांग से भारत में वीगन मांस के विकल्पों (अल्टरनेटिव) के विकास और व्यावसायीकरण में और तेजी आने की उम्मीद है।

कार्यात्मक (फंक्शनल) और सुदृढ़ीकृत (फोर्टिफाइड) वीगन खाद्य

पौधों पर आधारित आहार की पोषण गुणवत्ता में सुधार करने के कार्यात्मक और सुदृढ़ीकृत वीगन खाद्य पदार्थ विशेष रूप से तैयार किए गए उत्पाद हैं। चूंकि वीगन आहार में कुछ पोषक तत्व प्राकृतिक रूप से सीमित या कम मात्रा में अवशोषित होते हैं, इसलिए खाद्य निर्माता उपभोक्ताओं की पोषण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए खाद्य पदार्थों में आवश्यक विटामिन और खनिज मिलाते हैं। विटामिन B12 का सुदृढ़ीकरण विशेष रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि यह विटामिन मुख्य रूप से पशु-आधारित खाद्य पदार्थों में पाया जाता है और इसकी कमी से एनीमिया और तंत्रिका संबंधी विकार हो सकते हैं। कैल्शियम- सुदृढ़ीकृत वीगन मिल्क और वीगन डेयरी विकल्प हड्डियों के स्वास्थ्य को बेहतर बनाने में मदद करते हैं, खासकर उन उपभोक्ताओं के लिए जो पारंपरिक डेयरी उत्पादों से परहेज करते हैं। आयरन की कमी को रोकने और स्वस्थ रक्त निर्माण में सहायता के लिए वीगन खाद्य पदार्थों में आयरन का सुदृढ़ीकरण भी आम है। अलसी, चिया बीज, शैवाल तेल और अखरोट से प्राप्त ओमेगा-3 फैटी एसिड हृदय और

अनुसंधान एवं भविष्य की दिशा: अनुसंधान संस्थानों, तकनीकी नवाचार, उद्यमिता और प्रभावी विपणन के सहयोग से भारत वैश्विक वीगन खाद्य उद्योग का अग्रणी केंद्र बन सकता है।

मस्तिष्क के स्वास्थ्य को बेहतर बनाने के लिए मिलाए जाते हैं। सोया, मटर, और चावल प्रोटीन से बने प्लांट-बेस्ड प्रोटीन सप्लीमेंट्स का उपयोग एथलीटों, फिटनेस के शौकीनों और स्वास्थ्य के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं द्वारा तेजी से किया जा रहा है। इन फोर्टिफाइड उत्पादों में पेय पदार्थ, अनाज, न्यूट्रिशन बार, प्रोटीन पाउडर और रेडी-टू-ईट खाद्य पदार्थ शामिल हैं। स्वास्थ्य लाभों को बढ़ाने के लिए कार्यात्मक शाकाहारी खाद्य पदार्थों में अक्सर प्रोबायोटिक्स, एंटीऑक्सीडेंट और हर्बल अर्क जैसे अतिरिक्त तत्व शामिल होते हैं। स्वास्थ्य के प्रति बढ़ती जागरूकता और निवारक स्वास्थ्य देखभाल के रुझानों के कारण बाजार में पौष्टिक वीगन उत्पादों की मांग में उल्लेखनीय वृद्धि हो रही है।

वीगन आहार पद्धति में जरूरी पोषक तत्व

सुनियोजित शाकाहारी आहार से अच्छे स्वास्थ्य और शरीर के सुचारू संचालन के लिए आवश्यक अधिकांश पोषक तत्व प्राप्त हो सकते हैं। चूंकि शाकाहारी आहार में पशु उत्पादों को शामिल नहीं किया जाता है, इसलिए पोषक तत्वों को पौधों से प्राप्त स्रोतों के संतुलित संयोजन से प्राप्त करना महत्वपूर्ण है। प्रोटीन वीगन आहार के सबसे महत्वपूर्ण पोषक तत्वों में से एक है और इसे दालों, मसूर, चना, राजमा, सोया उत्पादों, मेवों और बीजों से प्राप्त किया जा सकता है। सोयाबीन और सोया-आधारित उत्पाद जैसे टोफू और टेक्सचर्ड वेजिटेबल प्रोटीन विशेष रूप से मूल्यवान हैं क्योंकि इनमें उच्च गुणवत्ता वाला प्रोटीन होता है जिसमें अमीनो एसिड की अच्छी मात्रा होती है।

आयरन एक अन्य आवश्यक पोषक तत्व है जो शरीर में रक्त निर्माण और ऑक्सीजन परिवहन के लिए आवश्यक है। हरी पत्तेदार सब्जियां, फलियां, मसूर, तिल, गुड़ और साबुत अनाज आयरन के महत्वपूर्ण पौधे-आधारित स्रोत हैं। आयरन युक्त खाद्य पदार्थों के साथ विटामिन सी से भरपूर फलों का सेवन आयरन के अवशोषण को बेहतर बनाने में मदद करता है। कैल्शियम, जो स्वस्थ हड्डियों और दांतों के लिए आवश्यक है, फोर्टिफाइड प्लांट मिल्क, तिल, बादाम, रागी, टोफू और हरी सब्जियों से प्राप्त किया जा सकता है।

ओमेगा-3 फैटी एसिड हृदय और मस्तिष्क के स्वास्थ्य में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं और अलसी, चिया, अखरोट, भांग और कुछ पौधों के तेलों में पाए जाते हैं। फल और सब्जियां आवश्यक विटामिन, खनिज, एंटीऑक्सीडेंट और आहार फाइबर प्रदान करते हैं जो रोग प्रतिरोधक क्षमता, पाचन और समग्र स्वास्थ्य को बढ़ावा देते हैं। खट्टे फल, गाजर, टमाटर, पालक और रंग-बिरंगी सब्जियां विटामिन ए, सी और अन्य लाभकारी फाइटोकेमिकल्स के समृद्ध स्रोत हैं।

इसके अलावा, वीगन आहार में उच्च मात्रा में फाइबर और एंटीऑक्सीडेंट होते हैं, जो कई पुरानी बीमारियों के जोखिम को कम करने में मदद करते हैं। हालांकि, संतुलित पोषण सुनिश्चित करने और विटामिन बी12 और विटामिन डी जैसे पोषक तत्वों की कमी से बचने के लिए सावधानीपूर्वक भोजन योजना और खाद्य पदार्थों में विविधता लाना आवश्यक है। इसलिए, उचित रूप से तैयार किया गया वीगन आहार स्वस्थ विकास, रोग निवारण और दीर्घकालिक स्वास्थ्य को बढ़ावा दे सकता है।

सोया ड्रिंक

सोयाबीन और मूंगफली के बीजों से वीगन टोफू बनाया जा सकता है

वीगन खाने के पोषण संबंधी फायदे

प्रोटीन वीगन आहार का एक महत्वपूर्ण पोषक तत्व है और इसे दालों, मसूर की दालों, सोया उत्पादों, फलियों, मेवों और बीजों से प्राप्त किया जा सकता है। सोयाबीन और टोफू विशेष रूप से अपने उच्च गुणवत्ता वाले प्रोटीन की मात्रा के कारण मूल्यवान हैं। स्वस्थ रक्त निर्माण के लिए आवश्यक आयरन हरी पत्तेदार सब्जियों, फलियों, मसूर की दालों और साबुत अनाजों में पाया जाता है। कैल्शियम, जो मजबूत हड्डियों और दांतों के लिए महत्वपूर्ण है, फोर्टिफाइड प्लांट मिल्क, तिल, रागी, बादाम और टोफू से प्राप्त किया जा सकता है। ओमेगा-3 फैटी एसिड, जो हृदय और मस्तिष्क के स्वास्थ्य को बढ़ावा देते हैं, अलसी, चिया के बीज, अखरोट और कुछ वनस्पति तेलों में मौजूद होते हैं। फल और सब्जियां रोग प्रतिरोधक क्षमता और संपूर्ण स्वास्थ्य के लिए आवश्यक विटामिन, खनिज, एंटीऑक्सीडेंट और आहार फाइबर प्रदान करते हैं। विटामिन सी से भरपूर फल पौधों से प्राप्त खाद्य पदार्थो से आयरन के अवशोषण को बेहतर बनाने में भी मदद करते हैं। इसलिए, विविध प्रकार के पौधों से प्राप्त खाद्य पदार्थो से भरपूर वीगन आहार संतुलित पोषण प्रदान कर सकता है और जीवनशैली से संबंधित कई बीमारियों के जोखिम को कम कर सकता है। सभी आवश्यक पोषक तत्वों का पर्याप्त सेवन सुनिश्चित करने के लिए उचित भोजन योजना महत्वपूर्ण है।

वीगन आहार पद्धति में पोषण संबंधी चिंताएँ

हालांकि वीगन डाइट से सेहत को कई फायदे होते हैं, लेकिन गलत तरीके से प्लान की गई वीगन डाइट से कुछ जरूरी न्यूट्रिएंट्स की कमी हो सकती है। विटामिन बी 12 की कमी सबसे आम परेशानियों में से एक है क्योंकि यह विटामिन ज्यादातर जानवरों से मिलने वाले खाने में पाया जाता है, और इसकी कमी से एनीमिया और न्यूरोलॉजिकल प्रॉब्लम हो सकती हैं। विटामिन डी की कमी खाने के कम संसाधन और धूप कम मिलने की वजह से भी हो सकती है, जिससे हड्डियों की सेहत और इम्यूनिटी पर असर पड़ता है। पौध-आधारित खाद्य से मिलने वाला आयरन, जानवरों से मिलने वाले आयरन की तुलना में शरीर में आसानी से सम्मिलित (एब्जॉर्ब) नहीं होता, जिससे आयरन की कमी से होने वाले एनीमिया का खतरा बढ़ जाता है । अगर समय समय पर सही सूखे मेवे, बीज और फलियां नहीं खाई जातीं, तो जिंक की कमी इम्यून फंक्शन और शारीरिक बढ़ोतरी पर असर डाल सकती है। कैल्शियम की कमी तब हो सकती है जब डेयरी प्रोडक्ट्स को सही पौध-आधारित पर्याय या सुदृढ़ीकृत (फोर्टिफाइड) वीगन खाद्य के बिना छोड़ दिया जाए। अलग-अलग तरह के प्रोटीन के स्त्रोतों का कम इस्तेमाल करने से शरीर की बढ़ोतरी और मराम्मद के लिए जरूरी अमीनो एसिड भी कम मिल सकते हैं। इसलिए, वीगन आहार पद्धति में ध्यान से खाने की प्लानिंग, खाने में अलग-अलग तरह के खाद्य पदार्थ और पोषक घटकों के बारे में जानकारी होना जरूरी है। व्यवसायिक वीगन खाद्य पदार्थो को अक्सर उनकी पोषण मूल्य को बेहतर बनाने के लिए विटामिन, मिनरल और प्रोटीन से सुदृढ़ीकृत किया जाता है। वीगन ग्राहको को अच्छी हेल्थ बनाए रखने के लिए जरूरी पोषण मूल्यों की उपलब्धता सुनिश्चित करने हेतु फूड

फोर्टिफिकेशन और न्यूट्रिशनल बैलेंसिंग का इस्तेमाल किया जाता है।

भारत में वीगन खाद्य के लिए भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण नियमावली

भारत में भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआय) लेबलिंग और सेफ्टी के लिए साफ स्टैंडर्ड तय करके वीगन खाने की चीजों को रेगुलेट करने में अहम भूमिका निभाती है। इसके नियम यह पक्का करने में मदद करते हैं कि वीगन प्रोडक्ट सच में जानवरों से मिलने वाली चीजों से मुक्त हों और सही साफ-सफाई की शर्तों के तहत बनाए गए हों। एफएसएसएआय की गाइडलाइंस आधिकारिक वीगन लेबलिंग और सर्टिफिकेशन की जरूरतों को शुरू करके कस्टमर का भरोसा भी बढ़ाती हैं। इसके अलावा, नियम को गुमराह करने वाले दावों को रोकने और भारत में वीगन खाद्य इंडस्ट्री की सेहतमंद प्रतिस्पर्धा के माध्यम से बढ़ोतरी में मदद करते हैं।

भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण द्वारा अनुपालन आवश्यकताएं

वीगन खाद्य पदार्थों की परिभाषा

भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआय) ने सन 2022 में वीगन खाद्य के लिए खास नियम बनाए ताकि भारतीय बाजार में सही लेबलिंग, ग्राहक संरक्षण और सामान की असली पहचान पक्की हो सके। इन नियमों के मुताबिक, वीगन खाद्य पदार्थो में जानवरों से मिलने वाली कोई भी चीज या जानवरों से मिलने वाली चीजें नहीं होनी चाहिए। इसमें दूध, मांस, अंडे, शहद, जिलेटिन और जानवरों से मिलने वाली दूसरी चीजों को शामिल नहीं किया जाना चाहिए। ये नियम वीगन खाद्य पदार्थो में जानवरों से मिलने वाले एडिटिव, फ्लेवर देने वाले एजेंट, एंजाइम और खाद्य रंगों के इस्तेमाल पर भी रोक लगाते हैं। एफएसएसएआय के नियम बढ़ते भारतीय पौध-आधारित खाद्य बाजार में वीगन खाद्य की ट्रांसपेरेंसी और सही पहचान को भी सहायता करते हैं।

संदूषण (क्रॉस-कंटैमिनेशन) नियंत्रण

वीगन खाद्य पदार्थों के निर्माण में संदूषण नियंत्रण एक महत्वपूर्ण आवश्यकता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि उत्पाद पशु-व्युत्पन्न पदार्थों से पूरी तरह मुक्त रहें। वीगन खाद्य निर्माताओं को प्रसंस्करण, पैकेजिंग, भंडारण और परिवहन के दौरान दूध, मांस, अंडे या अन्य पशु-आधारित सामग्रियों से वीगन खाद्य पदार्थों के आकस्मिक संदूषण को रोकने के लिए पर्याप्त सावधानी बरतनी चाहिए। जहां तक संभव हो, संदूषण के जोखिम को कम करने के लिए वीगन उत्पादों के लिए अलग उत्पादन लाइनें और समर्पित उपकरण का उपयोग किया जाना चाहिए। वीगन और मांसाहारी दोनों प्रकार के खाद्य पदार्थों का प्रसंस्करण करने वाली सुविधाओं में, वीगन वस्तुओं के प्रसंस्करण से पहले उचित सफाई और स्वच्छता प्रक्रियाओं का पालन किया जाना चाहिए। उत्पाद की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए नियमित निगरानी, उपकरण सत्यापन और कर्मचारी स्वच्छता प्रथाएं भी आवश्यक हैं। कच्चे माल और भंडारण क्षेत्रों का उचित पृथक्करण खाद्य पदार्थों के अनजाने मिश्रण को रोकने में सहायक होता है। प्रभावी संदूषण नियंत्रण उपभोक्ता विश्वास को बढ़ाता है और भारतीय खाद्य सुरक्षा और मानक प्राधिकरण के वीगन खाद्य नियमों का अनुपालन सुनिश्चित करता है।

> *एफएसएसएआई वीगन खाद्य विनियम, 2022 उपभोक्ता विश्वास, पारदर्शिता और भारतीय वीगन खाद्य उद्योग के मानकीकृत एवं संगठित विकास को सुदृढ़ आधार प्रदान करते हैं।*

पैकेजिंग और लेबलिंग

वीगन उत्पाद की प्रामाणिकता, पारदर्शिता और उपभोक्ता संरक्षण सुनिश्चित करने हेतु खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण ने 'खाद्य सुरक्षा एवं मानक (वीगन खाद्य पदार्थ) विनियम, 2022' के तहत शाकाहारी खाद्य पदार्थों के लिए विशिष्ट पैकेजिंग और लेबलिंग मानदंड स्थापित किए हैं। इन विनियमों के अनुसार, वीगन खाद्य उत्पादों के लेबल पर ''वीगन'' शब्द स्पष्ट रूप से प्रदर्शित होना चाहिए ताकि उपभोक्ताओं को आसानी से पहचान हो सके। वीगन खाद्य निर्माताओं को यह प्रमाणित करने के लिए पैकेजिंग पर आधिकारिक वीगन प्रमाण चिन्ह (लोगो) का उपयोग करना भी अनिवार्य है। सामग्री सूची से यह पुष्टि होनी चाहिए कि उत्पाद में दूध, मांस, अंडे, शहद, जिलेटिन या पशु-आधारित योजक और प्रसंस्करण सहायक

इत्यादि जैसे कोई भी पशु-व्युत्पन्न तत्व शामिल नहीं हैं। खाद्य व्यवसायों को वीगन उत्पादों में उपयोग किए जाने वाले सभी कच्चे माल के लिए उचित ट्रेसबिलिटी रिकॉर्ड बनाए रखना होगा। निर्माताओं को प्रसंस्करण, पैकेजिंग, भंडारण और परिवहन के दौरान मांसाहारी उत्पादों के साथ क्रॉस-संदूषण को रोकने के लिए पर्याप्त उपाय लागू करने होंगे। खाद्य पदार्थों के वीगन होने के संबंध में भ्रामक दावे एफएसएसएआई विनियमों के तहत सख्ती से प्रतिबंधित हैं। इसके अतिरिक्त, वीगन खाद्य निर्माताओं को पोषण संबंधी जानकारी, एलर्जी कारक घोषणा, बैच कोडिंग, समाप्ति तिथि और एफएसएसएआई लाइसेंस विवरण से संबंधित सामान्य खाद्य लेबलिंग आवश्यकताओं का पालन करना आवश्यक है। आयातित वीगन उत्पादों को भी देश में विपणन से पहले भारतीय वीगन अनुपालन आवश्यकताओं को पूरा करना होगा। ये नियम उपभोक्ताओं का विश्वास बढ़ाने और भारत में वीगन खाद्य उद्योग के संगठित विकास को बढ़ावा देने में सहायक हैं।

प्रमाणीकरण और अनुपालन

वीगन खाद्य पदार्थों के निर्माताओं को उत्पाद की प्रामाणिकता और उपभोक्ता सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण द्वारा स्थापित नियमों और मानकों का पालन करना आवश्यक है। वीगन खाद्य पदार्थों के निर्माताओं को वीगन उत्पादों की स्वच्छता, प्रसंस्करण, पैकेजिंग, भंडारण और लेबलिंग से संबंधित सभी लागू खाद्य सुरक्षा नियमों का पालन करना अनिवार्य है। कच्चे माल, योजक और प्रसंस्करण सहायक पदार्थों के पशु मूल से पूरी तरह मुक्त होने की पुष्टि के लिए सामग्री का उचित सत्यापन आवश्यक है। खाद्य निर्माताओं को विक्रेताओं से प्राप्त सामग्रियों की वीगन स्थिति को सत्यापित करने के लिए आपूर्तिकर्ता घोषणाएँ और सहायक दस्तावेज भी प्राप्त करने होंगे। नियामक अनुपालन और आपूर्ति श्रृंखला में पता लगाने की क्षमता सुनिश्चित करने के लिए नियमित गुणवत्ता जांच और रिकॉर्ड रखरखाव महत्वपूर्ण हैं। एफएसएसएआई द्वारा जारी किया गया आधिकारिक वीगन प्रमाण चिन्ह (लोगो) उपभोक्ताओं को बाजार में प्रमाणित वीगन उत्पादों को आसानी से पहचानने में मदद करता है और उत्पाद लेबलिंग और प्रामाणिकता में विश्वास बढ़ाता है।

उन्नत प्रसंस्करण तकनीक, कठोर गुणवत्ता प्रबंधन, ट्रेसिबिलिटी और निरंतर नवाचार अपनाकर ही सुरक्षित, उच्च गुणवत्ता वाले तथा उपभोक्ता-स्वीकार्य वीगन उत्पाद विकसित किए जा सकते हैं।

वीगन खाद्य उद्योगों में गुणवत्ता नियंत्रण संबंधित मुद्दे

वीगन खाद्य पदार्थों का उत्पादन, प्रसंस्करण, भंडारण और वितरण किया जा रहा है और वीगन खाद्य पदार्थों की बढ़ती उपभोक्ता मांग के कारण यह उद्योग तेजी से बढ़ रहा है। हालांकि, वीगन खाद्य निर्माताओं को उत्पादन, प्रसंस्करण, भंडारण और वितरण के दौरान गुणवत्ता नियंत्रण और परिचालन संबंधी कई चुनौतियों का सामना करना पड़ता है। वीगन खाद्य उत्पाद पशु-व्युत्पन्न पदार्थों से पूरी तरह मुक्त रहें यह सुनिश्चित करने के लिए कड़ी निगरानी और प्रभावी गुणवत्ता आश्वासन प्रणालियों की आवश्यकता होती है। इसके अलावा, उत्पाद की स्थिरता, पोषण गुणवत्ता, शेल्फ लाइफ और स्वाद को बनाए रखना वीगन उत्पादों में तकनीकी रूप से चुनौतीपूर्ण हो सकता है। इसलिए, उत्पाद की गुणवत्ता और उपभोक्ता विश्वास बनाए रखने के लिए उद्योग को उन्नत प्रसंस्करण तकनीकों, कच्चे माल के उचित प्रबंधन और सख्त खाद्य सुरक्षा प्रक्रियाओं को अपनाना होगा।

कच्चे माल की परिवर्तनशीलता

कच्चे माल में समय समय पर आने वाली विविधता वीगन खाद्य उद्योग के सामने आने वाली प्रमुख गुणवत्ता नियंत्रण चुनौतियों में से एक है। सोया, मटर प्रोटीन, दालें, मेवे, जई और अन्य प्रोटीन स्रोतों जैसे पादप-आधारित पदार्थों में फसल की किस्म, खेती की स्थिति, जलवायु, कटाई के तरीके और भंडारण की स्थिति के आधार पर उनके भौतिक, रासायनिक और कार्यात्मक गुणों में महत्वपूर्ण भिन्नताएँ देखी जाती हैं। ये भिन्नताएँ उत्पाद के महत्वपूर्ण गुणों जैसे स्वाद, बनावट, रंग, सुगंध, जल अवशोषण क्षमता और प्रोटीन की गुणवत्ता को प्रभावित कर सकती हैं। उदाहरण के लिए, कुछ पादप प्रोटीन सेम जैसा स्वाद या कड़वापन आ सकता है जो उपभोक्ताओं की स्वीकार्यता को प्रभावित करता है। प्रोटीन की मात्रा और अमीनो अम्ल संरचना में अंतर भी तैयार उत्पादों की पोषण गुणवत्ता को प्रभावित कर सकता है। पायसीकरण, जेल निर्माण, झाग

बनाने की क्षमता और जल धारण क्षमता जैसे कार्यात्मक गुण अलग-अलग गुट में भिन्न हो सकते हैं, जिससे उत्पाद की स्थिरता और प्रसंस्करण प्रदर्शन प्रभावित होता है। इस तरह की असंगतता वीगन डेयरी और मांस विकल्पों में एक समान बनावट और स्वाद बनाए रखने में कठिनाई पैदा कर सकती है। इसलिए वीगन खाद्य निर्माताओं को उत्पाद की गुणवत्ता में निरंतरता सुनिश्चित करने के लिए कच्चे माल के सख्त विनिर्देशों, गुणवत्ता परीक्षण और फॉर्मूलेशन समायोजन की आवश्यकता होती है। वीगन खाद्य पदार्थों के उत्पादन में भिन्नता को कम करने के लिए उचित आपूर्तिकर्ता का चयन और मानकीकृत प्रसंस्करण तकनीकें भी महत्वपूर्ण हैं।

संदूषण का खतरा

वीगन खाद्य पदार्थों के निर्माण में संदूषण एक बड़ी चिंता का विषय है, खासकर तब जब वीगन और पशु-व्युत्पन्न उत्पादों को एक ही संयंत्र में संसाधित किया जाता है। साझा उपकरण, भंडारण क्षेत्र, प्रसंस्करण लाइनें या पैकेजिंग सिस्टम के कारण गलती से वीगन उत्पादों में दूध, अंडे, मांस या अन्य पशु-व्युत्पन्न पदार्थों के अंश आ सकते हैं। इस तरह के संदूषण से उत्पाद की प्रामाणिकता खतरे में पड़ सकती है और वीगन लेबलिंग नियमों का उल्लंघन हो सकता है। इसलिए, वीगन खाद्य निर्माताओं को संदूषण को रोकने और उपभोक्ताओं का विश्वास बनाए रखने के लिए सख्त सफाई, पृथक्करण और स्वच्छता प्रक्रियाओं को लागू करना चाहिए।

शेल्फ-लाइफ संबंधी चुनौतियाँ

वीगन खाद्य उद्योग में शेल्फ-लाइफ प्रबंधन एक बड़ी चुनौती है क्योंकि कई पौधे-आधारित उत्पाद भंडारण स्थितियों और खाद्य घटकों की अस्थिरता के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होते हैं। पौधों से प्राप्त वसा और तेल ऑक्सीकरण के प्रति संवेदनशील होते हैं, जिससे भंडारण के दौरान दुर्गंध, स्वाद में बदलाव और उत्पाद की गुणवत्ता में गिरावट आ सकती है। पौधों के अवयवों में मौजूद प्राकृतिक एंजाइमों और वाष्पशील यौगिकों के कारण भी स्वाद में अस्थिरता आ सकती है। इसके अलावा, वीगन डेयरी और मांस विकल्पों में समय के साथ बनावट में चरण पृथक्करण, कठोरता या चिकनाई में कमी इत्यादि जैसी गिरावट देखी जाती है। कुछ वीगन उत्पादों में उच्च नमी की मात्रा बैक्टीरिया, खमीर और फफूंदी के कारण सूक्ष्मजीवों से होने वाली खराबी के जोखिम को और बढ़ा सकती है। इसलिए ताजगी और स्वाद गुणवत्ता बनाए रखने के लिए उचित पैकेजिंग, तापमान नियंत्रण, परिरक्षकों और उन्नत प्रसंस्करण तकनीकों की आवश्यकता होती है। उत्पाद सुरक्षा, उपभोक्ता स्वीकृति और बाजार स्थिरता सुनिश्चित करने के लिए प्रभावी शेल्फ-लाइफ प्रबंधन आवश्यक है।

ग्राहकों द्वारा खाद्य की संवेदी स्वीकृति

वीगन खाद्य स्वाद और सुगंध, बनावट, रंग-रूप और मुंह में घुलने के मामले में शाकाहारी खाद्य पदार्थों के विकल्प पारंपरिक डेयरी और मांस उत्पादों से मिलते-जुलते हों, यह

उपभोक्ताओं की अपेक्षा होती है। यह वीगन खाद्य उद्योग के सामने सबसे बड़ी चुनौतियों में से एक है। कई पादप प्रोटीनों में स्वाभाविक रूप से कुछ खास स्वाद होते हैं, जैसे कि सेम जैसा, कड़वा या मिट्टी जैसा, जो अगर ठीक से नियंत्रित न किए जाएं तो उपभोक्ताओं की स्वीकृति को कम कर सकते हैं। पादप सामग्री का उपयोग करके डेयरी उत्पादों की मलाईदार बनावट या मांस की रेशेदार और रसदार संरचना को दोहराना तकनीकी रूप से कठिन है और इसके लिए उन्नत खाद्य प्रसंस्करण तकनीकों की आवश्यकता होती है। वसा संरचना, प्रोटीन कार्यक्षमता और नमी बनाए रखने की क्षमता में अंतर शाकाहारी उत्पादों की अंतिम खाने की गुणवत्ता को काफी हद तक प्रभावित कर सकता है। उपभोक्ता वीगन खाद्य पदार्थों से पारंपरिक उत्पादों के समान ही पकाने की क्षमता, पिघलने की प्रक्रिया और स्वाद और संतुष्टि की अपेक्षा भी करते हैं। उत्पादन के विभिन्न गुटों (ब्याच) में स्वाद और बनावट में एकरूपता बनाए रखना चुनौती को और बढ़ा देता है। वीगन खाद्य निर्माता अक्सर स्वाद और सुगंध को बेहतर बनाने के लिए प्राकृतिक स्वाद बढ़ाने वाले एजेंट, स्टेबलाइजर, इमल्सीफायर, हाइड्रोकोलाइड और किण्वन तकनीकों का उपयोग करते हैं। उत्पाद निर्माण को अनुकूलित करने और बाजार में स्वीकृति बढ़ाने के लिए व्यापक उत्पाद अनुसंधान और उपभोक्ता परीक्षण आवश्यक हैं। क्योंकि स्वाद और सुगंध का अनुभव खरीदारी के निर्णयों को बहुत प्रभावित करता है, इसलिए वीगन खाद्य उद्योगों को उपभोक्ताओं की बदलती अपेक्षाओं को पूरा करने के लिए लगातार नवाचार करते रहना चाहिए। इसलिए, वीगन खाद्य पदार्थों के दीर्घकालिक विकास और बाजार में उनकी स्वीकार्यता के लिए सफल स्वाद और सुगंध अनुकूलन अत्यंत आवश्यक है।

पोषण मानकीकरण

पौधों से प्राप्त सामग्री में सभी आवश्यक पोषक तत्वों का संतुलित स्तर प्राकृतिक रूप से मौजूद नहीं हो सकता है इसलिए वीगन खाद्य पदार्थों के निर्माण में पोषण मानकीकरण एक महत्वपूर्ण चुनौती है। विभिन्न पौधों के प्रोटीनों की अमीनो अम्ल संरचना भिन्न होती है, जिसके कारण संपूर्ण पोषण प्रोफाइल प्राप्त करने के लिए कई प्रोटीन स्रोतों को मिलाना आवश्यक हो जाता है। इसके अलावा, शाकाहारी उत्पादों को अक्सर विटामिन बी12, कैल्शियम, आयरन और जिंक जैसे विटामिनों और खनिजों से सुदृढ़ीत करने की आवश्यकता होती है ताकि आहार संबंधी आवश्यकताओं को पूरा किया जा सके। स्वाद, बनावट और उत्पाद स्थिरता को बनाए रखते हुए उचित पोषण संतुलन प्राप्त करने के लिए उन्नत फॉर्मूलेशन विशेषज्ञता और सावधानीपूर्वक गुणवत्ता नियंत्रण की आवश्यकता होती है।

आपूर्ति श्रृंखला और कच्चे माल का सत्यापन

वीगन खाद्य उद्योग में गुणवत्ता नियंत्रण के लिए आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन और सामग्री सत्यापन महत्वपूर्ण पहलू हैं। वीगन खाद्य निर्माताओं को यह सुनिश्चित करना होगा कि उत्पादन में उपयोग किए जाने वाले सभी कच्चे माल, योजक, स्वाद बढ़ाने वाले पदार्थ और प्रसंस्करण सहायक इत्यादि पूरी तरह से पौध-आधारित हों। प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों में छिपे हुए पशु-व्युत्पन्न घटक जैसे जिलेटिन, केसिन, और कुछ इमल्सीफायर की पहचान करने पर विशेष ध्यान देने की आवश्यकता है। वीगन खाद्य उद्योगों को खाद्य घटकों की प्रामाणीकरण और अनुपालन को सत्यापित करने के लिए आपूर्तिकर्ताओं से उचित घोषणाएँ, प्रमाणन और दस्तावेज प्राप्त करने होंगे। आपूर्ति श्रृंखला में पारदर्शिता बनाए रखने के लिए नियमित ऑडिट, ट्रेसिबिलिटी सिस्टम और गुणवत्ता निरीक्षण महत्वपूर्ण हैं। प्रभावी सामग्री सत्यापन भ्रामक दावों को रोकने में मदद करता है और शाकाहारी उत्पादों में उपभोक्ताओं का विश्वास बढ़ाता है।

वीगन खाद्य के लिए विपणन रणनीतियाँ

भारत में वीगन खाद्य पदार्थों के प्रति उपभोक्ताओं की जागरूकता और स्वीकृति बढ़ाने में प्रभावी विपणन की अहम भूमिका है। चूंकि कई बाजारों में वीगन उत्पाद अभी भी नए सिरे से उभर रहे हैं, इसलिए वीगन खाद्य कंपनियों को उपभोक्ताओं को इनके स्वास्थ्य लाभ, पोषण मूल्य, स्थिरता और नैतिक पहलुओं के बारे में शिक्षित करना आवश्यक है। सशक्त ब्रांडिंग, आकर्षक पैकेजिंग, डिजिटल प्रचार और उपभोक्ता जुड़ाव रणनीतियाँ पौधों पर आधारित वीगन खाद्य उत्पादों में रुचि और विश्वास पैदा करने में सहायक होगी। उचित विपणन के माध्यम से उद्योगों को वीगन उत्पादों को पारंपरिक खाद्य पदार्थों से अलग करने और स्वास्थ्य के के साथ साथ पर्यावरण के प्रति भी सचेत उपभोक्ताओं के बीच अपनी पहुँच बढ़ाई जा सकती है। वीगन खाद्य के लिए विपणन के लिए कुछ रणनीतियों पर यह चर्चा की गयी है।

> *स्वास्थ्य-केंद्रित प्रचार, सस्टेनेबिलिटी ब्रांडिंग, डिजिटल मार्केटिंग, स्थानीयकरण और उपभोक्ता जागरूकता भारत में वीगन खाद्य उत्पादों की स्वीकार्यता एवं बाजार विस्तार के प्रमुख आधार हैं।*

स्वास्थ्य-केंद्रित मार्केटिंग

स्वास्थ्य-केंद्रित मार्केटिंग

स्वास्थ्य केंद्रित विपणन, वीगन खाद्य कंपनियों द्वारा उपभोक्ताओं को आकर्षित करने के लिए अपनाई जाने वाली सबसे प्रभावी रणनीतियों में से एक है। अधिकतर कंपनिया आमतौर पर वीगन उत्पादों को कोलेस्ट्रॉल-मुक्त, संतृप्त वसा में कम और हृदय स्वास्थ्य एवं वजन प्रबंधन के लिए लाभकारी बताकर प्रचारित करते हैं। कई कंपनियां सोया, मटर प्रोटीन, मेवे और फलियों से बने पौधों पर आधारित खाद्य पदार्थों में मौजूद उच्च प्रोटीन सामग्री को भी उजागर करती हैं ताकि स्वास्थ्य के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं को आकर्षित किया जा सके। लैक्टोज असहिष्णुता और डेयरी उत्पादों से जुड़ी पाचन संबंधी परेशानी से पीड़ित व्यक्तियों के लिए लैक्टोज-मुक्त होने के लाभों पर विशेष बल दिया जाता है। इसके अलावा, वीगन खाद्य निर्माता इन पदार्थों को उनके उच्च आहार फाइबर और प्रोबायोटिक सामग्री के कारण आंत के स्वास्थ्य के लिए लाभकारी बताकर उनका विपणन कर रहे हैं। इस प्रकार की स्वास्थ्य-उन्मुख प्रचार रणनीतियाँ वीगन खाद्य उत्पादों को पौष्टिक और निवारक स्वास्थ्य देखभाल के अनुकूल खाद्य विकल्पों के रूप में स्थापित करने में मदद करती हैं।

सततता (सस्टेनेबिलिटी) ब्रांडिंग

पर्यावरण के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं को आकर्षित करने के लिए वीगन खाद्य कंपनियां व्यापक रूप से सस्टेनेबिलिटी ब्रांडिंग का उपयोग करती हैं। ब्रांड अक्सर इस बात पर जोर देते हैं कि पारंपरिक पशु-आधारित खाद्य उत्पादन की तुलना में पौधों से बने खाद्य पदार्थों से कार्बन उत्सर्जन कम होता है और इसके लिए कम भूमि और जल की आवश्यकता होती है। मार्केटिंग अभियान पर्यावरण के अनुकूल उत्पादन प्रक्रियाओं, कच्चे माल की टिकाऊ सोर्सिंग और पर्यावरण पर कम प्रभाव पर भी बल देते हैं। इस तरह के सततता -केंद्रित संदेश जलवायु परिवर्तन, संसाधन संरक्षण और जिम्मेदार उपभोग पैटर्न के प्रति चिंतित उपभोक्ताओं को बेहद आकर्षित करते हैं।

मशहूर हस्तियों का समर्थन, इन्फ्लुएंसर मार्केटिंग और डिजिटल मीडिया अभियान उपभोक्ताओं के बीच वीगन भोजन के प्रति जागरूकता और स्वीकृति बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। फिटनेस इन्फ्लुएंसर, पोषण विशेषज्ञ, एथलीट और मशहूर हस्तियां सोशल मीडिया प्लेटफॉर्म के माध्यम से स्वास्थ्य लाभ, रेसिपी और व्यक्तिगत अनुभव साझा करके शाकाहारी जीवनशैली को लोकप्रिय बनाने में मदद करते हैं। कंपनियां वीगन उत्पादों को बढ़ावा देने, उपभोक्ताओं को जोड़ने

और लोगों को पौधों पर आधारित पोषण के बारे में शिक्षित करने के लिए इंस्टाग्राम, यूट्यूब, फेसबुक और फूड ब्लॉग का व्यापक रूप से उपयोग करती हैं। इसके अलावा, फूड फेस्टिवल, टेस्टिंग बूथ, प्रदर्शनियों और कैफे के साथ सहयोग जैसी उत्पाद सैंपलिंग गतिविधियां उपभोक्ताओं को वीगन भोजन के स्वाद और गुणवत्ता का प्रत्यक्ष अनुभव करने का अवसर प्रदान करती हैं। ये प्रचार रणनीतियां उपभोक्ताओं की झिझक को कम करने, उत्पाद की दृश्यता बढ़ाने और बाजार में वीगन उत्पादों को व्यापक रूप से अपनाने को प्रोत्साहित करने में सहायक होती हैं।

उत्पादों का स्थानीयकरण

उपभोक्ता आमतौर पर परिचित स्वाद, पारंपरिक व्यंजनों और क्षेत्र-विशिष्ट खान-पान की आदतों को प्राथमिकता देते हैं इसलिए भारत में शाकाहारी उत्पादों का स्थानीयकरण एक महत्वपूर्ण विपणन रणनीति बन जाती है। भारतीय उपभोक्ताओं के बीच स्वीकार्यता बढ़ाने के लिए, वीगन खाद्य कंपनियां ऐसे विकल्प विकसित कर रही हैं जो आमतौर पर इस्तेमाल होने वाले डेयरी और पारंपरिक उत्पादों जैसे वीगन पनीर, वीगन घी, वीगन चाय क्रीमर और वीगन मिठाइयों के समान हों। वीगन खाद्य निर्माता स्थानीय प्राथमिकताओं के अनुरूप वीगन उत्पादों में भारतीय मसालों, स्वादों और खाना पकाने की शैलियों को भी शामिल कर रहे हैं। इस तरह के स्थानीय नवाचार उपभोक्ताओं को अपनी पारंपरिक खान-पान की आदतों में महत्वपूर्ण बदलाव किए बिना वीगन आहार की ओर अधिक सहजता से बढ़ने में मदद करते हैं। यह रणनीति वीगन आहार की सांस्कृतिक स्वीकार्यता को बढ़ाती है, बाजार पहुंच का विस्तार करती है और भारत में वीगन खाद्य पदार्थों की विकास क्षमता को मजबूत करती है।

वीगन खाद्य उद्योग के विकास में भा.कृ.अनु.प. -सीफेट लुधियाना की भूमिका

पंजाब के लुधियाना स्थित भा.कृ.अनु.प.-केंद्रीय कटाई उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान ने अपने अनुसंधान, प्रौद्योगिकी विकास और उद्यमिता सहायता पहलों के माध्यम से भारत में पादप-आधारित खाद्य उत्पादों के विकास और प्रचार में महत्वपूर्ण योगदान दिया है। संस्थान ने पादप-आधारित डेयरी विकल्पों से संबंधित मूंगफली आधारित दूध, सुगंधित पेय पदार्थ, शाकाहारी दही, पनीर और फलियों एवं तिलहनों से तैयार अन्य डेयरी विकल्प जैसे कई उत्पाद और प्रक्रिया प्रौद्योगिकियां विकसित की हैं। उत्पाद निर्माण के अलावा, संस्थान ने संबंधित मशीन और प्रसंस्करण प्रौद्योगिकियों पर भी काम किया है, जिनमें तिलहन खली से प्रोटीन पृथक उत्पादन के लिए पायलट संयंत्र और पादप प्रोटीन के लिए मूल्यवर्धन प्रौद्योगिकियां इत्यादि शामिल हैं। भा.कृ. अनु.प.-सीफेट ने उद्यमियों और स्टार्टअप्स के लिए प्रौद्योगिकी लाइसेंसिंग, इनक्यूबेशन सहायता और प्रौद्योगिकी हस्तांतरण कार्यक्रमों के माध्यम से इन प्रौद्योगिकियों के व्यावसायीकरण को सक्रिय रूप से बढ़ावा दिया है। संस्थान शाकाहारी खाद्य प्रसंस्करण प्रौद्योगिकियों के प्रसार के लिए किसानों, महिला स्वयं सहायता समूहों, छात्रों और खाद्य उद्यमियों के लिए नियमित रूप से विशेष प्रशिक्षण कार्यक्रम, उद्यमिता विकास कार्यक्रम, उद्योग इंटरफेस मेले और व्यावहारिक प्रदर्शन आयोजित करता है। इन पहलों से कृषि-प्रसंस्करण क्षेत्र में पौधों पर आधारित खाद्य प्रौद्योगिकियों के बारे में जागरूकता, कौशल विकास और उन्हें अपनाने में सुधार करने में मदद मिली है।

निष्कर्ष

वीगन खाद्य पदार्थ अपने स्वास्थ्य, पर्यावरण और नैतिक लाभों के कारण भारतीय खाद्य उद्योग के एक महत्वपूर्ण क्षेत्र के रूप में तेजी से उभर रहे हैं। मोटापा, मधुमेह, हृदय रोग, लैक्टोज असहिष्णुता और सतत जीवनशैली के प्रति बढ़ती जागरूकता उपभोक्ताओं को वीगन आहार अपनाने के लिए प्रोत्साहित कर रही है। भारत में शाकाहारी आबादी की बड़ी संख्या, प्रचुर कृषि संसाधन और बढ़ते शहरी उपभोक्ता आधार के कारण वीगन खाद्य पदार्थों के विकास की अपार संभावनाएं हैं। बाजार में वीगन दूध, वीगन डेयरी-विकल्प उत्पाद, मांस के विकल्प, पोषक तत्वों से भरपूर खाद्य पदार्थ और खाने के लिए तैयार वीगन उत्पादों की मांग लगातार बढ़ रही है। उत्पाद की गुणवत्ता और उपभोक्ता स्वास्थ्य सुनिश्चित करने के लिए वीगन खाद्य पदार्थों का उचित वर्गीकरण, पोषण संतुलन और पोषक तत्वों से भरपूर होना महत्वपूर्ण है। भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण द्वारा जारी नियामक दिशानिर्देशों से शाकाहारी उत्पादों के मानकीकरण, लेबलिंग और उपभोक्ता विश्वास में सुधार हुआ है। हालांकि, वीगन खाद्य उद्योगों को अभी भी कच्चे माल की विविधता, स्वाद और स्वीकृति, शेल्फ-लाइफ स्थिरता और क्रॉस-संदूषण नियंत्रण से संबंधित चुनौतियों का सामना करना पड़ रहा है। इसलिए, वीगन खाद्य क्षेत्र के सतत विकास के लिए प्रभावी गुणवत्ता प्रबंधन, तकनीकी नवाचार और उचित विपणन रणनीतियां आवश्यक हैं। भा.कृ. अनु.प.-केंद्रीय कटाई उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान जैसे अनुसंधान संस्थान भी वीगन उत्पाद प्रौद्योगिकियों के विकास और प्रशिक्षण कार्यक्रमों के माध्यम से योगदान दे रहे हैं। उपभोक्ताओं में बढ़ती जागरूकता और निरंतर नवाचार के साथ, भारत में वीगन खाद्य उद्योग में भविष्य में विस्तार और सतत विकास की अपार संभावनाएं हैं।

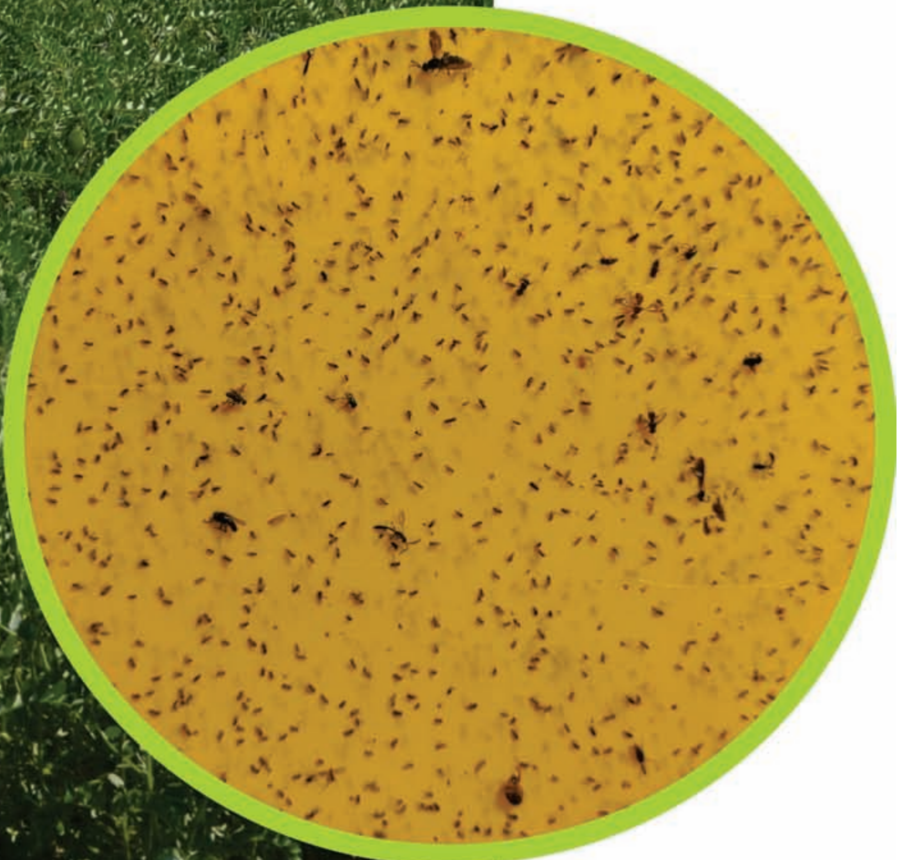
पर्यावरण हितैषी कीट प्रबंधन में भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद के कीट जालों की भूमिका

गुरु पी.एन., उरहे सुमित भाऊसाहेब[1] एवं रेणु बालकृष्णन[1]

भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय वाणिज्यिक कृषि अनुसंधान संस्थान, हुनसुर क्षेत्र, कर्नाटक

[1]भा.कृ.अनु.प.-कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

इनके उपयोग से कीटनाशकों की आवश्यकता, लागत तथा पर्यावरणीय प्रदूषण में कमी आती है। स्मार्ट, सौर एवं एआई आधारित प्रकाश जाल सटीक एवं जलवायु-अनुकूल कृषि को बढ़ावा दे रहे हैं।



कृषि पारिस्थितिकी तंत्र में कीटों की निगरानी और प्रबंधन के लिए कीट प्रकाश जाल एक महत्वपूर्ण पर्यावरण- अनुकूल उपकरण है। ये विशिष्ट प्रकाश तरंग दैर्ध्य का उपयोग करके रात्रि में कीटों को आकर्षित और पकड़ते हैं,जिससे कीटों के प्रकोप का शीघ्र पता लगाना और समय पर प्रबंधन संबंधी हस्तक्षेप करना संभव हो पाता है। इनके उपयोग से रासायनिक कीटनाशकों पर निर्भरता कम होती है, जिससे पर्यावरण प्रदूषण कम होता है, लाभकारी जीवों का संरक्षण होता है और पारिस्थितिक संतुलन

बना रहता है। भारत में, भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद ने अपने संस्थानों और कीट प्रबंधन पर अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजनाओं के माध्यम से प्रकाश जाल प्रौद्योगिकियों के विकास, मानकीकरण और प्रचार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। परिषद ने बड़े पैमाने पर कीट निगरानी नेटवर्क, किसान परामर्श और एकीकृत कीट प्रबंधन (आई.पी.एम) कार्यक्रमों में प्रकाश जालों के एकीकरण का समर्थन किया है। सौर ऊर्जा से चलने वाले जाल, स्वचालित निगरानी और डिजिटल कीट पहचान जैसी हालिया प्रगति ने इनकी दक्षता और सुलभता को और बेहतर बनाया है। ये जाल कीट पूर्वानुमान, अनुसंधान और जलवायु-अनुकूल कृषि के लिए मूल्यवान डेटा भी प्रदान करते हैं। कुल मिलाकर, कीट प्रकाश जाल पर्यावरण के प्रति जिम्मेदार कीट प्रबंधन और बेहतर फसल उत्पादकता के लिए एक टिकाऊ, लागत प्रभावी और भा.कृ.अनु.प. समर्थित नवाचार का प्रतिनिधित्व करते हैं।

मुख्य शब्द: कीट प्रकाश जाल, प्रकाशानुचलन, कीट प्रबंधन

परिचय

कीट कृषि फसलों, भंडारित अनाज और खाद्य प्रसंस्करण वातावरण के लिए गंभीर खतरा पैदा करते हैं, जिससे विश्व स्तर पर मात्रात्मक और गुणात्मक रूप से भारी नुकसान होता है। ये अनाज, बीज, फल और प्रसंस्कृत उत्पादों को नुकसान पहुंचाते हैं, बाजार मूल्य घटाते हैं और भोजन को कीटों के अवशेषों और अपशिष्टों से दूषित भी कर सकते हैं। परंपरागत रूप से, कीट नियंत्रण के लिए रासायनिक कीटनाशकों और धूमन का बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाता रहा है। हालांकि ये रसायन प्रभावी हैं,लेकिन इनके अत्यधिक और अंधाधुंध उपयोग से कई चिंताएं उत्पन्न हुई हैं, जिनमें कीटनाशक प्रतिरोध,पर्यावरणीय प्रदूषण,गैर-लक्षित जीवों पर हानिकारक प्रभाव और मानव स्वास्थ्य के लिए जोखिम शामिल हैं। खाद्य सुरक्षा और पर्यावरण संरक्षण के प्रति बढ़ती जागरूकता ने सुरक्षित,टिकाऊ और पर्यावरण के अनुकूल कीट प्रबंधन दृष्टिकोणों की आवश्यकता को बल दिया है। कीट प्रकाश जाल कीटों की निगरानी और प्रबंधन के लिए एक प्रभावी और पर्यावरण के अनुकूल उपकरण के रूप में उभरे हैं। ये उपकरण प्रकाश की विशिष्ट तरंग दैर्ध्य,विशेष रूप से पराबैंगनी (यू.वी) प्रकाश का उपयोग करके कीटों को आकर्षित करते हैं, जिसकी ओर कई कीट प्रजातियां स्वाभाविक रूप से आकर्षित होती हैं। आकर्षित होने के बाद, जाल के डिजाइन के आधार पर, कीटों को चिपचिपी सतहों, फनल या विद्युत ग्रिड का उपयोग करके पकड़ा जाता है। कृषि क्षेत्रों, गोदामों, भंडारण स्थलों, खाद्य उद्योगों और आवासीय क्षेत्रों में हानिकारक रसायनों का उपयोग किए बिना कीटों की गतिविधि की निगरानी करने और उनकी संख्या कम करने के लिए प्रकाश जाल का उपयोग किया जा सकता है। कीट प्रकाश जालों का एक प्रमुख लाभ कीटों के प्रकोप का शीघ्र पता लगाने और निगरानी करने में इनकी भूमिका है। नियमित रूप से जाल में पकड़े गए कीटों का अवलोकन करके किसान, भंडारण प्रबंधक और कीट नियंत्रण विशेषज्ञ कीट प्रजातियों की पहचान कर सकते हैं, उनकी संख्या का आकलन कर सकते हैं और समय पर प्रबंधन संबंधी निर्णय ले सकते हैं। इससे अनावश्यक कीटनाशकों के प्रयोग को कम करने में मदद मिलती है और एकीकृत कीट प्रबंधन (आई.पी.एम) रणनीतियों को समर्थन मिलता है। इसके अलावा, प्रकाश जालों का संचालन आसान है, उपयोग योग्य हैं, समय के साथ लागत प्रभावी हैं और मनुष्यों और पर्यावरण के लिए सुरक्षित हैं। इस प्रकार, कीट प्रकाश जाल आधुनिक कृषि और भंडारण प्रणालियों में स्थायी कीट प्रबंधन के लिए एक व्यावहारिक और पर्यावरण के अनुकूल समाधान प्रस्तुत करते हैं।

भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद ने कृषि और भंडारण प्रणालियों में पर्यावरण के अनुकूल कीट निगरानी और प्रबंधन के लिए कीट प्रकाश जालों के विकास, मानकीकरण और प्रचार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है। फसल-विशिष्ट संस्थानों, कृषि विश्वविद्यालयों और अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजनाओं (ए.आई.सी.आर.पी) के अपने नेटवर्क के माध्यम से, परिषद ने कीटों के व्यवहार, विशेष रूप से प्रकाश की विभिन्न तरंग दैर्ध्य के प्रति उनके आकर्षण को समझने के लिए व्यापक शोध किया है। इन अध्ययनों के आधार पर, परिषद के वैज्ञानिकों ने भारतीय कृषि परिस्थितियों के लिए उपयुक्त कुशल

कीट प्रकाश जाल रसायन-मुक्त एवं पर्यावरण-अनुकूल कीट प्रबंधन का प्रभावी साधन हैं।

और किफायती प्रकाश जाल मॉडल तैयार और परिष्कृत किए हैं, जिनमें ग्रामीण और दूरस्थ क्षेत्रों में उपयोग के लिए सौर ऊर्जा संचालित और कम ऊर्जा वाले जाल शामिल परिषद के संस्थानों ने चावल, कपास, दालें, तिलहन और बागवानी उत्पादों जैसी फसलों के साथ-साथ भंडारण और खाद्य प्रसंस्करण वातावरण में पतंगों, घुन, भृंगों और उड़ने वाले कीटों जैसे प्रमुख फसल कीटों की निगरानी के लिए प्रकाश जालों का मूल्यांकन किया है। इन जालों को आई.पी.एम कार्यक्रमों में शामिल किया गया है ताकि कीटों का शीघ्र पता लगाने, कीटों की संख्या की निगरानी और आवश्यकता-आधारित कीट नियंत्रण में सहायता मिल सके, जिससे कीटनाशकों का अनावश्यक उपयोग कम हो सके।

कीट प्रकाश जाल कैसे काम करते हैं?

कीट प्रकाश जाल कीटों की एक प्राकृतिक व्यवहारिक प्रतिक्रिया पर आधारित होते हैं जिसे 'प्रकाशानुचलन' (फोटोटैक्सिस) कहा जाता है, जो प्रकाश स्रोत की ओर या उससे दूर जीवों की गति है। कई निशाचर कीट, जैसे पतंगे, भृंग, मक्खियाँ, सकारात्मक फोटोटैक्सिस (प्रकाश की दिशा में) प्रदर्शित करते हैं, जिसका अर्थ है कि वे प्रकाश, विशेष रूप से पराबैंगनी और नीली तरंग दैर्ध्य की ओर अत्यधिक आकर्षित होते हैं। प्रकृति में, कीट दिशा-निर्देश के लिए चंद्रमा और तारों जैसे प्राकृतिक प्रकाश स्रोतों का उपयोग करते हैं। कृत्रिम प्रकाश इस दिशा-निर्देश को बाधित करते हैं, जिससे कीट प्रकाश स्रोत की ओर बढ़ने लगते हैं। वैज्ञानिकों ने इस व्यवहार का सावधानीपूर्वक अध्ययन किया है और विशिष्ट तरंग दैर्ध्य का चयन करके कीट प्रकाश जालों के डिजाइन में इसका उपयोग किया है। ऐसा ही एक उदाहरण लगभग 350-370 नैनोमीटर की यू.वी प्रकाश तरंग दैर्ध्य है जो विभिन्न प्रकार के कीटों को अत्यधिक आकर्षित करती है। जब कीट प्रकाशित जाल की ओर आकर्षित होते हैं, तो जाल के प्रकार के आधार पर विभिन्न तंत्रों का उपयोग करके उन्हें पकड़ लिया जाता है। कुछ जाल चिपचिपी गोंद (स्टिकी) वाली पट्टियों का उपयोग करते हैं, जबकि अन्य कीटों को संग्रह कक्षों में निर्देशित करने के लिए फनल का उपयोग करते हैं, या विद्युत ग्रिड का उपयोग करते हैं जो उन्हें तुरंत स्थिर कर देते हैं। पकड़े गए कीटों की जांच करके कीट प्रजातियों की पहचान की जा सकती है और उनकी संख्या का अनुमान लगाया जा सकता है। यह जानकारी कीटों की निगरानी, प्रकोपों की भविष्यवाणी और समय पर नियंत्रण उपायों की योजना बनाने के लिए अत्यंत उपयोगी है। आधुनिक प्रकाश जाल ऊर्जा-कुशल और उपयोग में आसान होते हैं, जिनमें सौर ऊर्जा से चलने वाली इकाइयाँ और रात में कीटों की चरम गतिविधि के दौरान चलने वाले स्वचालित टाइमर जैसे विकल्प उपलब्ध हैं। कीटों के प्राकृतिक प्रकाश-संवेदी व्यवहार का लाभ उठाकर, ये जाल कीटों की निगरानी और आंशिक जनसंख्या नियंत्रण के लिए एक प्रभावी, रसायन-मुक्त विधि प्रदान करते हैं। परिणामस्वरूप, कीट प्रकाश जाल कृषि, भंडारण और शहरी वातावरण में एकीकृत कीट प्रबंधन कार्यक्रमों का एक महत्वपूर्ण घटक बन गए हैं।

भा.कृ.अनु.प. द्वारा विकसित कीट प्रकाश जाल

भा.कृ.अनु.प. ने 1970 के दशक में पारा वाष्प लैंप (मेर्कुरी वपौर लैंप) से लेकर आधुनिक सौर-ऊर्जा संचालित यूवी-एलईडी कीट-पतंगों तक, इनमें लगातार सुधार किया है, जिससे ये अधिक सुरक्षित, ऊर्जा-कुशल और खेतों में उगाई जाने वाली फसलों और भंडारित वस्तुओं की सुरक्षा के लिए उपयुक्त बन गए हैं। भा.कृ.अनु.प. के अधिकांश प्रकाश-पतंग 350–370 नैनोमीटर के आसपास यूवी प्रकाश का उपयोग करते हैं, जो निशाचर कीटों को अत्यधिक आकर्षित करता है, और अनुसंधान और किसानों दोनों के उपयोग के लिए उपयुक्त विद्युत, सौर या एलईडी संस्करणों में डिजाइन किए गए हैं। परिषद की अनेक संस्थानों ने खेत, बागों और भंडारण के लिए सौर-ऊर्जा संचालित, यूवी-आधारित और दृश्य-प्रकाश कीट जाल विकसित किए हैं, जिससे किसानों को कीटनाशकों का उपयोग कम करने और पर्यावरण के अनुकूल कीट प्रबंधन अपनाने में मदद मिली है। तालिका 1 में 2010 के बाद भा.कृ.अनु.प. की संस्थानों द्वारा विकसित विभिन्न प्रकार के कीट-पतंगों प्रकाश जाल को दर्शाया गया है।

लाभ

- कृषि क्षेत्रों, बागवानी बागानों, भंडारण संरचनाओं और संरक्षित खेती प्रणालियों में कीट प्रबंधन के लिए पर्यावरण-अनुकूल उपकरण के रूप में कीट प्रकाश जाल कई लाभ प्रदान करते हैं। निम्नलिखित बिंदु इसके लाभों को उजागर करते हैं:
- प्रकाश जाल कीटनाशकों के बिना कीटों को नियंत्रित और निगरानी करते हैं, जिससे फसलों और भंडारित वस्तुओं पर कीटनाशक अवशेष कम होते हैं, यानी यह एक रसायन-मुक्त कीट प्रबंधन तकनीक है।
- कीट प्रकाश जाल एकीकृत कीट प्रबंधन (आईपीएम) में अनुकूल और आसानी से अपनाई जाने वाली तकनीक हैं। ये कीटों की आबादी का शीघ्र पता लगाने, निगरानी करने और पूर्वानुमान लगाने में मदद करते हैं, जिससे समय पर और आवश्यकता-आधारित कीट नियंत्रण निर्णय लेने में सहायता मिलती है।
- किसान अनावश्यक कीटनाशक छिड़काव से बच सकते हैं, जिससे लागत कम होती है और स्वास्थ्य और पर्यावरणीय जोखिम कम होते हैं। इसके अलावा, प्रकाश जाल के उपयोग से मिट्टी, पानी या हवा को प्रदूषित नहीं करते हैं और पारिस्थितिक संतुलन बनाए रखने में मदद करते हैं। रसायनों पर कम निर्भरता कीटों की आबादी में प्रतिरोध के विकास को धीमा करती है।
- आधुनिक जाल यूवी-एलईडी और सौर ऊर्जा का उपयोग करते हैं, जिससे वे ग्रामीण और बिजली की न्यूनतम आवश्यकता वाले क्षेत्रों के लिए उपयुक्त हैं। कुछ जालों में परभक्षक और परावलम्बी कीड़े को पकड़े जाने को कम करने के लिए नियंत्रित रोशनी और बचने के तंत्र शामिल होते हैं।
- इनमें किसी भी रसायन का उपयोग नहीं होता है, इसलिए ये स्वच्छता और खाद्य सुरक्षा मानकों को बनाए रखने में सहायक होते हैं।
- प्रकाश जालों का संचालन सरल है, ये बार बार उपयोग करने के लिए योग्य हैं और इन्हें केवल समय-समय पर सफाई और निगरानी की आवश्यकता होती है।

कमियां

पर्यावरण के अनुकूल कीट प्रबंधन में उपयोगी होने के बावजूद, कीट प्रकाश जालों की कुछ सीमाएं हैं। निम्नलिखित कुछ सीमाएं या कमियां हैं:

- सबसे बुनियादी कमी यह है कि सभी कीट प्रकाश की ओर आकर्षित नहीं होते। केवल प्रकाश के प्रति सकारात्मक आकर्षण दिखाने वाले कीट, मुख्य रूप से रात्रिचर और उड़ने वाली प्रजातियां जैसे पतंगे और कुछ भृंग, ही प्रभावी रूप से पकड़े जाते हैं।

भा.कृ.अनु.प. ने खेत एवं भंडारण के लिए उन्नत सौर, यूवी एवं दृश्य प्रकाश जाल विकसित किए हैं।

- कुछ मॉडलों या डिजाइनों में, ये परागण करने वाले कीटों और कीटों के प्राकृतिक शत्रुओं जैसे लाभकारी कीटों को भी आकर्षित कर सकते हैं और मार सकते हैं।
- जाल में पकड़े गए कीटों की संख्या मौसम की स्थिति, सूर्य/चंद्रमा के प्रकाश की तीव्रता, तापमान और मौसमी कारकों पर निर्भर करती है, जो कीटों की गतिविधि और प्रकाश के प्रति आकर्षण को प्रभावित कर सकते हैं। इस परिवर्तनशीलता के लिए जाल के आंकड़ों की सावधानीपूर्वक व्याख्या आवश्यक है।
- प्रकाश जाल मुख्य रूप से निगरानी और आंशिक नियंत्रण के लिए उपयोगी हैं, लेकिन ये कीटों की आबादी को पूरी तरह से समाप्त नहीं कर सकते, खासकर भारी संक्रमण के दौरान।

कीट प्रकाश जालों को अपनाने के निहितार्थ

- वीएल-सफेद ग्रब भृंग जाल-1 का उपयोग करके किए गए एक अध्ययन में, 47 प्रकाश जाल स्थापित किए गए और प्रत्येक वर्ष जून से अक्टूबर तक भृंगों की संख्या दर्ज की गई। वर्ष 2006 में कुल 1.25 लाख भृंग पकड़े गए, जो 2007 में घटकर 0.72 लाख और 2008 में 0.31 लाख रह गए, जो कीटों की संख्या में उल्लेखनीय कमी दर्शाते हैं। इस निरंतर जाल बिछाने के परिणामस्वरूप, 2007 में भृंगों की संख्या में 41.92% और 2008 में 75.28% की कमी आई, जो सफेद ग्रब के प्रकोप को दबाने और फसलों की रक्षा करने में प्रकाश जालों की प्रभावशीलता को प्रदर्शित करता है।
- उदाहरण: भारत में, खाद्यान्न भंडारण गोदाम पारंपरिक रूप से कीटों के प्रबंधन के लिए एल्युमीनियम फॉस्फाइड जैसे रासायनिक धूमन और मैलाथियन और डेल्टामेथ्रिन जैसे रोगनिरोधी स्प्रे पर बहुत अधिक निर्भर रहे हैं। 1000 फुट स्क्वायर के एक गोदाम में सालाना औसतन लगभग 50 किलोग्राम रासायनिक फ्यूमिगेंट की खपत होती है, जिसमें लगभग 30 किलोग्राम मैलाथियन और डेल्टामेथ्रिन की आवश्यकता होती है। इसकी औसत लागत लगभग 1 लाख रुपये है। यदि इस भंडारण गोदाम में कम से कम 3 कीट प्रकाश जाले (लगभग 12000 रुपये) लगाए जाएं, तो रासायनिक भार में कम से कम 20% की कमी हो सकती है, जो लगभग 15-16 किलोग्राम रसायन की कमी के बराबर है, यानी 20000 रुपये की बचत। इसके अलावा, श्रम और रासायनिक प्रभावों में भी कमी आएगी। जब 2000 भंडारण डिपो (जिनमें से प्रत्येक कम से कम 1000 वर्ग फुट का हो) में प्रकाश अवरोधकों को बड़े पैमाने पर लागू किया जाता है, तो आंशिक कार्यान्वयन (जैसे, 25% कवरेज) से भी प्रति वर्ष 10,000 किलोग्राम से अधिक रसायनों की कमी हो सकती है, जिससे टिकाऊ भंडारण को बढ़ावा मिलेगा, अवशेषों को कम किया जा सकेगा और खाद्य सुरक्षा में सुधार होगा।

तकनीकी प्रगति और भविष्य की दिशा

हाल के वर्षों में, कीट प्रकाश जाल तकनीक में महत्वपूर्ण विकास हुआ है, जिससे यह अधिक कुशल, ऊर्जा-बचत करने वाली और आधुनिक कृषि एवं भंडारण प्रणालियों के लिए उपयुक्त बन गई है। पारंपरिक फ्लोरोसेंट और मरकरी वाष्प लैंपों को तेजी से यूवी-एलईडी प्रकाश स्रोतों से प्रतिस्थापित किया जा रहा है, जो कम बिजली की खपत करते हैं, लंबे समय तक चलते हैं और कीटों को आकर्षित करने के लिए अधिक लक्षित तरंगदैर्ध्य प्रदान करते हैं। सौर ऊर्जा से चलने वाले प्रकाश जालों के विकास ने इनकी उपयोगिता को और भी बढ़ा दिया है, विशेष रूप से ग्रामीण और बिजली से वंचित क्षेत्रों में। ये जाल सौर पैनलों और रिचार्जेबल बैटरी का उपयोग करके

तालिका 1: भा.कृ.अनु.प. की संस्थानों द्वारा विकसित की गए कीट प्रकाश जाल (2010 से अब तक)

विकसित वर्ष	नाम/मॉडल	विशेषता	उपयोग	विकसित करने भा.कृ.अनु.प. के संस्थान का नाम	चित्र
कृषि क्षेत्र (खेत) में उपयोग के लिए					
2010	इम्प्रोवेड इलेक्ट्रिक ग्रिड लाइट ट्रैप	इलेक्ट्रिक ग्रिड के साथ यूवी व्यूब निशाचर पतंगों के लिए	खेत की फसलें में लगने वाले	राष्ट्रीय एकीकृत कीट प्रबंधन अनुसंधान संस्थान (एनआर आईआईपीएम), पूर्व में एनसी आईपीएम	
2010–2015	• सीआईएसएच जाल-1 • सीआईएसएच जाल-2 • सीआईएसएच जाल-3	• सौर ऊर्जा से चलने वाली सीएफएल लाइट • सौर ऊर्जा से चलने वाले दोहरे यूवी लैंप • इलेक्ट्रिक यूवी लाइट स्रोत (बैटरी)	सब्जी और बागवानी फसलें	केंद्रीय उपोष्ण कटिबंधीय बागवानी संस्थान, लखनऊ	
2014	अल्टरनेट एनर्जी लाइट ट्रैप (एईएलटी)	सौर ऊर्जा से चलने वाला यूवी लैंप	चावल और अन्य खेत की फसलें	राष्ट्रीय चावल अनुसंधान संस्थान, कटक	
2014–2015	संरक्षित खेती के लिए यूवी लाइट ट्रैप	बैटरी से चलने वाला यूवी बल्ब या यूवी-एलईडी	संरक्षित खेती में उगाई जाने वाली फसलें	भारतीय बागवानी अनुसंधान संस्थान, बैंगलोर	
2017	वी.एल. वाइट ग्रब बीटल लाइट ट्रैप	परावर्तक पंखों वाला विद्युत प्रकाश स्रोत रूट ग्रब	पहाड़ी कृषि में सफेद ग्रब भृंगध	विवेकानंद पर्वतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (वीपीकेएएस), अल्मोडा	
2020	सौर ऊर्जा से चलने वाला 24x7 कीट जाल	एलईडी युक्त माइक्रो सोलर पैनल	फसलों	राष्ट्रीय चावल अनुसंधान संस्थान, कटक	
2025	सौर ऊर्जा से चलने वाला सार्वभौमिक कीट जाल (दिन/रात)	सौर ऊर्जा से चलने वाली दृश्य सीमा वाली एलईडी लाइटें	भंडारण और खेत दोनों में कीट प्रबंधन	केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान (सीफेट), लुधियाना	
भंडारण के लिए					
2023	दृश्यमान प्रकाश कीट जाल	बैटरी को बिजली से चार्ज करता है, नीली एलईडी लाइटें से कीटों को आकर्षित करता है	भंडारित अनाज में लगने वाले कीड़े	केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान (सीफेट), लुधियाना	

टिप्पणी: ऊपर उल्लिखित जाल उपलब्ध संसाधनों से एकत्रित किए गए हैं, जिनमें प्रतिनिधि चित्र शामिल हैं और इस सूची से किसी भी प्रकार का अपवर्जन जानबूझकर नहीं किया गया है।

रात के समय स्वचालित रूप से संचालित होते हैं, जिससे बिजली पर निर्भरता कम होती है और परिचालन लागत घटती है। बेहतर जाल डिजाइनों में अब फनल, चिपचिपे बोर्ड और बचाव तंत्र शामिल हैं जो लाभकारी कीटों को कम से कम नुकसान पहुंचाते हुए लक्षित कीटों को पकड़ने में मदद करते हैं। कुछ उन्नत मॉडलों में प्रोग्रामेबल टाइमर, प्रकाश सेंसर और समायोज्य तरंगदैर्ध्य भी शामिल हैं, जो चयनात्मक आकर्षण और बेहतर जाल दक्षता की अनुमति देते हैं। हाल के नवाचारों ने कीट प्रकाश जालों को डिजिटल और स्मार्ट तकनीकों के साथ एकीकृत करने पर ध्यान केंद्रित किया है। कैमरे और सेंसर से लैस स्मार्ट ट्रैप स्वचालित रूप से कीटों की गिनती रिकॉर्ड कर सकते हैं और मोबाइल नेटवर्क के माध्यम से डेटा भेज सकते हैं, जिससे वास्तविक समय में कीटों की निगरानी और प्रारंभिक चेतावनी प्रणाली सक्षम हो जाती है। ऐसी प्रणालियाँ किसानों और शोधकर्ताओं को समय पर कीट प्रबंधन संबंधी निर्णय लेने और एकीकृत कीट प्रबंधन (आईपीएम) कार्यक्रमों की प्रभावशीलता बढ़ाने में मदद करती हैं।

भविष्य में, कीट प्रकाश जाल तकनीक सटीक और जलवायु-अनुकूल कृषि का एक महत्वपूर्ण घटक बनने की उम्मीद है। कृत्रिम बुद्धिमत्ता, छवि पहचान और इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी) के एकीकरण से मोबाइल अनुप्रयोगों के माध्यम से स्वचालित कीट पहचान, जनसंख्या पूर्वानुमान और परामर्श सेवाएं संभव हो सकेंगी। सौर ऊर्जा दक्षता, बैटरी भंडारण और कम लागत वाली सामग्रियों में और सुधार से छोटे और सीमांत किसानों के लिए इसकी पहुंच बढ़ेगी। प्रजाति-विशिष्ट तरंगदैर्ध्य जाल और एकीकृत बहु-आकर्षण प्रणालियों के विकास से लाभकारी कीटों की सुरक्षा करते हुए चयनात्मकता और दक्षता में वृद्धि होगी। ये तकनीकी प्रगति पर्यावरण के अनुकूल कीट प्रबंधन को मजबूत करेंगी और टिकाऊ फसल उत्पादन और सुरक्षित भंडारण प्रणालियों में योगदान देंगी।

निष्कर्ष

कीटों की निगरानी और प्रबंधन के लिए प्रकाश जाल एक प्रभावी, पर्यावरण-अनुकूल और प्रौद्योगिकी-आधारित उपकरण के रूप में उभरे हैं। ये कीटों की जनसंख्या गतिशीलता, मौसमी रुझानों और प्रवास पैटर्न पर वास्तविक समय की जानकारी प्रदान करते हैं, जिससे समय पर और आवश्यकतानुसार हस्तक्षेप संभव हो पाते हैं। कीटनाशकों के अंधाधुंध उपयोग को कम करके, प्रकाश जाल लाभकारी कीटों के संरक्षण, पर्यावरणीय प्रदूषण को कम करने और उत्पादन लागत को घटाने में सहायक होते हैं। सौर ऊर्जा संचालित प्रणालियाँ, स्वचालित सेंसर और एआई-आधारित कीट पहचान जैसी तकनीकी प्रगति ने इनकी दक्षता, सटीकता और उपयोगिता को और भी बढ़ाया है, विशेष रूप से दूरस्थ और संसाधन-सीमित क्षेत्रों में। एकीकृत कीट प्रबंधन (आईपीएम) कार्यक्रमों में इनका एकीकरण जलवायु-लचीली कृषि को मजबूत करता है और जैव विविधता संरक्षण में सहायक होता है। निरंतर नवाचार और व्यापक उपयोग के साथ, कीट प्रकाश जाल भविष्य की कृषि प्रणालियों के लिए सटीक कृषि, पारिस्थितिक संतुलन और टिकाऊ फसल संरक्षण को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएंगे।

अमलतासः जैव-सक्रिय उत्पादों का खजाना

अमित नाथ, महेश कुमार सामोता, वरिंदा एवं संदीप कुमार
भा.कृ.अनु.प.- केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, क्षेत्रीय केंद्र, अबोहर, पंजाब, भारत

अमलतास औषधीय एवं आर्थिक दृष्टि से महत्वपूर्ण वृक्ष है।

अमलतास, जिसे 'स्वर्ण वर्षा' वृक्ष के नाम से भी जाना जाता है, अपने औषधीय, पोषणीय एवं सजावटी गुणों के कारण अत्यंत महत्वपूर्ण है। भारत सहित उष्णकटिबंधीय एवं उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में इसकी व्यापक उपलब्धता इसे ग्रामीण अर्थव्यवस्था के लिए एक मूल्यवान संसाधन बनाती है। भारत में यह वृक्ष व्यापक रूप से पाया जाता है तथा इसके फल, फूल, पत्तियाँ एवं छाल का उपयोग आयुर्वेदिक औषधियों और खाद्य उत्पादों में किया जाता है। सामान्यत: अमलतास के फल और छिलके को उपयोग के बाद अपशिष्ट मानकर त्याग दिया जाता है, जबकि इनमें जैव सक्रिय यौगिक जैसे फ्लेवोनॉयड्स, टैनिन, एंथ्राक्विनोन प्रचुर मात्रा में उपस्थित होते हैं।

उचित फसलोत्तर प्रबंधन के अभाव में इन उत्पादों की गुणवत्ता, औषधीय प्रभावशीलता तथा शेल्फ लाइफ प्रभावित होती है, जिससे आर्थिक हानि होती है।

फसलोत्तर प्रबंधन के अभाव में इन उत्पादों की गुणवत्ता शीघ्र ही प्रभावित होती है, जिससे आर्थिक हानि होती है। उचित कटाई, सफाई, सुखाने एवं भंडारण तकनीकों के माध्यम से इनके संरक्षण को बढ़ाया जा सकता है। साथ ही, आधुनिक प्रसंस्करण तकनीकों के उपयोग से अमलतास के अपशिष्ट को मूल्यवर्धित उत्पादों जैसे हर्बल पाउडर, सिरप, औषधीय अर्क, सौंदर्य प्रसाधन और जैव उर्वरक में परिवर्तित किया जा सकता है।

दवा के लिए इस्तेमाल होने वाले पेड़ के हिस्से- 1 (पत्ता), 2 (फूल), 3 (पेड़ की फलियाँ), 4 (पेड़ की छाल), 5 (बीज), 6 (गूदा), 7 (पूरा पेड़)

इस लेख में अमलतास के वैज्ञानिक फसलोत्तर प्रबंधन जैसे कटाई, सफाई, ग्रेडिंग, सुखाने एवं भंडारण के महत्व को रेखांकित किया गया है। साथ ही, आधुनिक प्रसंस्करण तकनीकों के माध्यम से इसके विभिन्न भागों एवं अपशिष्ट को मूल्यवर्धित उत्पादों जैसे हर्बल पाउडर, सिरप, औषधीय अर्क, न्यूट्रास्यूटिकल उत्पाद, सौंदर्य प्रसाधन तथा जैव उर्वरक में परिवर्तित करने की संभावनाओं का विश्लेषण किया गया है।

'वेस्ट टू वेल्थ' की अवधारणा के अंतर्गत अमलतास एक उत्कृष्ट उदाहरण प्रस्तुत करता है, जिसमें अपशिष्ट को संसाधन में बदलकर न केवल पर्यावरण संरक्षण किया जा सकता है, बल्कि किसानों एवं उद्यमियों के लिए अतिरिक्त आय के स्रोत भी विकसित किए जा सकते हैं। यह अध्ययन सतत कृषि, संसाधन प्रबंधन एवं ग्रामीण विकास की दिशा में महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करता है।

मुख्य शब्द: अमलतास, फसलोत्तर प्रबंधन, प्रसंस्करण , मूल्यवर्धन, अपशिष्ट उपयोग

परिचय

कैसिया फिस्टुला लेग्युमिनोसी परिवार का एक मध्यम आकार का पर्णपाती वृक्ष है। यह अपने सुनहरे फूलों और फैली हुई डालियों के लिए जाना जाता है। अमलतास एक बहुपयोगी वृक्ष है, जो मुख्यत: उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में पाया जाता है। भारत में इसे विशेष रूप से सड़कों के किनारे, उद्यानों तथा खेतों में सजावटी और औषधीय उद्देश्यों से लगाया जाता है। इसके सुनहरे पीले फूलों के कारण इसे 'गोल्डन शॉवर ट्री' कहा जाता है।गोल्डन शावर ट्री भारत के केरल राज्य का राजकीय फूल है, और थाईलैंड का राष्ट्रीय पेड़ और फूल है। यह मूल रूप से दक्षिण-पूर्व एशिया का पौधा है, लेकिन यह उष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में फैल गया है और विभिन्न प्रकार के जंगलों में उग सकता है उष्णकटिबंधीय से लेकर उपोष्ण-कटिबंधीय तक, और समुद्र तल से 1300 मीटर की ऊँचाई तक। इसे ऐसे क्षेत्र पसंद हैं जहाँ का तापमान 18-29 डिग्री सेल्सियस हो और जहाँ सालाना 480-2720 मि.मी. बारिश होती हो।

ग्रामीण उद्यमिता और स्टार्टअप के लिए अत्यधिक संभावनाएँ।

आयुर्वेद में अमलतास का विशेष महत्व है। इसके फल में उपस्थित गूदा एक उत्कृष्ट प्राकृतिक रेचक के रूप में उपयोग किया जाता है। *सी. फिस्टुला* की फलियाँ, त्वचा रोगों, बुखार और पाचन संबंधी विकारों के उपचार के लिए आयुर्वेद जैसी पारंपरिक चिकित्सा प्रणालियों में प्रमुख मानी जाती हैं। आधुनिक औषधि विज्ञान में, इसने अपने मधुमेह-रोधी और प्रतिरक्षा-नियामक गुणों के कारण ध्यान आकर्षित किया है। *सी. फिस्टुला* की फलियाँ जो फाइटोकेमिकल्स, बायोएक्टिव पदार्थों और औषधीय यौगिकों से भरपूर होती हैं विभिन्न रोगों और विकारों के उपचार में अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। इन फली में एंथ्राक्विनोन होते हैं जिनमें राइन, सेनोसाइड्स और एलो-इमोडिन शामिल हैं जो आंतों के स्राव और अवशोषण को प्रभावित करने के लिए जाने जाते हैं, और अक्सर दस्त का कारण बनते हैं। आंतों के फ्लोरा द्वारा ग्लाइकोसाइड्स के विघटन से प्राप्त एंथ्राक्विनोन के सक्रिय रूप, अलग-अलग प्रकार के रेचक और विरेचक प्रभाव प्रदर्शित करते हैं। कैसिया फिस्टुला में पाए जाने वाले जैविक रूप से सक्रिय रसायन जिन्हें पौधे के विभिन्न हिस्सों से अलग किया गया है कई तरह की औषधीय क्रियाएँ प्रदर्शित करते हैं; इनमें जीवाणु-रोधी, फफूंदी-रोधी, ज्वर-नाशक, दर्द-निवारक, सूजन-रोधी, एंटीऑक्सीडेंट, कैंसर-रोधी, यकृत-रक्षक, मधुमेह-रोधी और रेचक गुण शामिल हैं।आयुर्वेदिक और यूनानी चिकित्सा पद्धतियों में इसका उपयोग लंबे समय से त्वचा संबंधी रोगों, लिवर की समस्याओं, टीबी, रक्त-वमन, खुजली, श्वेत कुष्ठ और मधुमेह के उपचार के लिए किया जाता रहा है।

अपशिष्ट को मूल्यवर्धित उत्पादों में बदला जा सकता है।

हालांकि अमलतास के औषधीय गुणों की व्यापक पहचान है, परंतु इसके फसलोत्तर प्रबंधन और प्रसंस्करण पर अभी भी पर्याप्त ध्यान नहीं दिया गया है। अधिकांशत: इसके फल और अन्य भागों को बिना वैज्ञानिक विधियों के संग्रहित किया जाता है, जिससे उनकी गुणवत्ता एवं उपयोगिता में कमी आ जाती है। फसलोत्तर प्रबंधन में कटाई के बाद की सभी प्रक्रियाएँ शामिल होती हैं, जैसे-सफाई, ग्रेडिंग, सुखाना, पैकेजिंग एवं भंडारण। यदि इन प्रक्रियाओं को वैज्ञानिक तरीके से अपनाया जाए, तो उत्पाद की शेल्फ लाइफ बढ़ाई जा सकती है और उसकी गुणवत्ता को लंबे समय तक बनाए रखा जा सकता है।

इसके अलावा, अमलतास के विभिन्न भागों से मूल्यवर्धित उत्पाद तैयार किए जा सकते हैं। उदाहरण के लिए,

इसके फल के गूदे से सिरप और हर्बल दवाएँ बनाई जाती हैं, जबकि छिलके और पत्तियों से जैव उर्वरक एवं पशु चारा तैयार किया जा सकता है।

वर्तमान समय में 'वेस्ट टू वेल्थ' की अवधारणा पर विशेष जोर दिया जा रहा है, जिसके अंतर्गत कृषि अपशिष्ट को उपयोगी उत्पादों में परिवर्तित किया जाता है। अमलतास इस दृष्टिकोण के लिए एक आदर्श उदाहरण है। इसके अपशिष्ट में उपस्थित फाइटोकेमिकल्स जैसे फ्लेवोनॉयड्स, टैनिन और एंटीऑक्सीडेंट्स इसे खाद्य एवं औषधीय उत्पादों के लिए उपयुक्त बनाते हैं।

इस प्रकार, अमलतास का वैज्ञानिक फसलोत्तर प्रबंधन एवं प्रसंस्करण न केवल अपशिष्ट को कम करता है, बल्कि किसानों की आय बढ़ाने एवं पर्यावरण संरक्षण में भी योगदान देता है।

अमलतास का हर भाग उपयोगी है, कोई भी हिस्सा वास्तविक अर्थ में अपशिष्ट नहीं है।

परिचर्चा

हर्बल दवाओं के उपयोग

गोल्डन शावर ट्री को आयुर्वेदिक चिकित्सा में ''रोग नाशक'' माना जाता है। इसके फल के गूदे का उपयोग हल्के रेचक के रूप में, तथा हृदय संबंधी स्थितियों और पेट की समस्याओं (जैसे एसिड रिफ्लक्स) के उपचार में किया जाता है। हर्बल चिकित्सा पद्धतियों में कैसिया प्रजातियों का बड़े पैमाने पर उपयोग कई तरह की बीमारियों के इलाज के लिए किया जाता है, जैसे कि जलने पर, कैंसर, पेट के ट्यूमर, कब्ज और मिर्गी। इसके फूलों का उपयोग बुखार के लिए, और जड़ों का उपयोग मूत्रवर्धक के रूप में किया जाता है। इसकी छाल और पत्तियों का उपयोग त्वचा रोगों के उपचार में होता है। इसके बीजों को पित्तनाशक, भूख बढ़ाने वाला, वायुनाशक और रेचक (पेट साफ करने वाला) माना जाता है। जबकि इसके मूल भाग का उपयोग ग्रंथियों के रोग, जलन, कुष्ठ रोग, त्वचा रोगों, सिफिलिस और टीबी की ग्रंथियों के इलाज के लिए किया जाता है।

इस पेड़ की पत्तियों का उपयोग एरिसीपेलस, मलेरिया, गठिया और अल्सर के इलाज के लिए किया जाता है; इसकी कलियों का उपयोग पित्त-विकार, कब्ज, बुखार, कुष्ठ रोग और त्वचा रोगों के लिए किया जाता है और इसके फल का उपयोग पेट दर्द, कब्ज, बुखार, हृदय रोग और कुष्ठ रोग के उपचार में किया जाता है। इस प्रकार, इस पौधे का प्रत्येक भाग अपने औषधीय गुणों के लिए जाना जाता है।

आयुर्वेदिक चिकित्सा में इसके बीजों का उपयोग पित्त-नाशक, भूख बढ़ाने वाले, गैस दूर करने वाले और रेचक गुणों के लिए किया जाता है, जबकि पत्तों का उपयोग गठिया, अल्सर, मलेरिया और एरिसीपेलस (त्वचा के संक्रमण) के इलाज में होता है। परंपरागत रूप से, 'गोल्डन शावर ट्री' का उपयोग कई रूपों में किया जाता है, जैसे कि अरग्वधादिक्वथ, अरग्वधादि लेह, अरग्वधारिष्ट और महामरिच्यादि तैल। मेक्सिको में इस पौधे को जलावन के लकड़ी के स्रोत के रूप में माना जाता है। इसकी लालिमा लिए हुए लकड़ी, जो कठोर, भारी, मजबूत और टिकाऊ होती है, कैबिनेट बनाने और खेती के औजारों के लिए उपयुक्त है। इसकी छाल का उपयोग चमड़ा रंगने (टैनिंग) में किया जाता रहा है, अक्सर 'अवरम' के साथ मिलाकर। 'कैसिया फिस्टुला' नामक औषधि जो एक हल्का रेचक है इसके बीजों के चारों ओर मौजूद मीठे गूदे से प्राप्त की जाती है।

फाइटोकेमिस्ट्री

बीजों, पराग, फलों, पत्तियों और फलियों में पाए जाने वाले प्राथमिक और द्वितीयक मेटाबोलाइट्स में प्रोटीन (12 प्रतिशत), कार्बोहाइड्रेट (11.75 प्रतिशत), लिपिड्स (12 प्रतिशत) और मुक्त अमीनो एसिड (1.42 प्रतिशत) शामिल हैं। कैसिया फिस्टुला की तने की छाल में फ्लेवोनोल और जैंथोन ग्लाइकोसाइड्स पाए जाते हैं, जिनमें जटिल मेथोक्सीफ्लेवोन और जैंथोन डेरिवेटिव्स के साथ-साथ अरेबिनो- और रहमनोग्लूकोसाइड्स भी शामिल हैं। यह सुझाव दिया गया है कि सी. फिस्टुला की तने की छाल ल्यूपियोल, β-सिटोस्टेरॉल और हेक्साकोसानोल का एक संभावित स्रोत हो सकती है। फली के गूदे में सेनोसाइड A और B, एंथ्राक्विनोन ग्लाइकोसाइड,

तालिका: अमलतास के पौधे के विभिन्न भागों में उपलब्ध रासायनिक घटक और जैव सक्रिय गतिविधियां

क्र. सं.	पौधे का भाग	रासायनिक घटक	जैव सक्रिय गतिविधियां
1.	जड़	बेटुलिनिक एसिड	ह्यूमन इम्यूनोडेफिशिएंसी वायरस, जीवाणुरोधी, मलेरिया-रोधी, सूजन-रोधी, कृमि-रोधी, दर्द-निवारक, HSV-1 रोधी, और कैंसर-रोधी गतिविधियाँ
		θ-सिटोस्टेरॉल	एंटीऑक्सीडेंट, मलेरिया-रोधी, जीवाणु-रोधी और सूजन-रोधी
2.	फूल	एंथ्राक्विनोन	जीवाणु-रोधी, विषाणु-रोधी, कवक-रोधी, कैंसर-रोधी और एस्ट्रोजेनिक
3.	बीज	गैलेक्टोमैनन्स	एंटीवायरल सक्रियता, एंटीमाइक्रोबियल सक्रियता, एंटीकोआगुलेंट, और फाइब्रिनोलिटिक सक्रियताएँ, कीमोप्रिवेंटिव सक्रियता, एंटीकैंसर सक्रियता, एंटीऑक्सीडेंट सक्रियता, एनाल्जेसिया और कॉन्ड्रोप्रोटेक्शन सक्रियताएँ, इम्यूनोमॉड्यूलेटरी सक्रियता, एंटीलीशमैनियल सक्रियता
		टर्पेनॉइड्स	एंटी-ट्यूमर, एंटी-इंफ्लेमेटरी, एंटी-बैक्टीरियल, एंटी-वायरल, एंटी-मलेरियल, ट्रांसडर्मल अवशोषण को बढ़ावा देने वाला, हृदय रोगों की रोकथाम और उपचार करने वाला, रक्त शर्करा को कम करने वाला, कीटनाशक, इम्यूनोमॉड्यूलेटरी, एंटीऑक्सीडेंट, एंटी-एजिंग, और न्यूरोप्रोटेक्टिव प्रभाव।
4.	फूल पराग	फेनिलएलानिन	रोगाणुरोधी, सूजन-रोधी और मूत्रवर्धक क्रिया
5.	पौधे का तना तंत्र	पामिटिक एसिड	पेट की तकलीफ, अल्सर, दर्द, बुखार, साँस की समस्याएँ, खाँसी और अस्थमा
		ल्यूपियोल	सूजन-रोधी, रोगाणु-रोधी, प्रोटोजोआ-रोधी, कोशिका-वृद्धि-रोधी, आक्रमण-रोधी, रक्त-वाहिका-निर्माण-रोधी, और कोलेस्ट्रॉल कम करने वाला कारकय घाव भरने, मधुमेह, हृदय रोग, गुर्दे की बीमारी और गठिया के उपचार में उपयोगी।
		ट्राइटरपीन	एंटी-एंजियोजेनिक, एंटी-प्रुरिटिक, एंटी-एलर्जिक, एंटी-ट्यूमर, एंटी-वायरल, एंटी-माइक्रोबियल, एंटी-ऑक्सीडेंट और स्पैस्मोलाइटिक क्रियाएँ
6.	पत्ता	आइसोनियाजिड	एनेस्थेटिक्स, कैंसर-रोधी दवाएँ, एंटीबायोटिक्स, टीबी-रोधी दवाएँ, एंटीरेट्रोवायरल दवाएँ और हृदय रोग की दवाएँ

राइन और उसका ग्लाइकोसाइड, बारबालोइन, एलोइन, फॉर्मिक एसिड, ब्यूटिरिक एसिड और उसके एथिल एस्टर, और ऑक्सालिक एसिड होते हैं। इसमें पेक्टिन और टैनिन भी मौजूद होते हैं। पत्तियों से मुक्त राइन और उसके ग्लाइकोसाइड, सेनोसाइड A और B मिलते हैं; फूलों से सेरिल अल्कोहल, कैम्फेरोल, राइन, और एक बायएंथ्राक्विनोन ग्लाइकोसाइड, फिस्टुलिन मिलता हैय और बीजों से गैलेक्टोमैनन, मुक्त शर्करा और मुक्त अमीनो एसिड मिलते हैं। फूल के पराग में प्रोटीन की ऐसी संरचना पाई गई जिसमें मुक्त अमीनो एसिड, जैसे कि फेनिलएलनिन, मेथियोनिन, ग्लूटामिक एसिड और प्रोलाइन, काफी मात्रा में मौजूद थे।

फल के गूदे से आर्जिनिन, ल्यूसिन, मेथियोनिन, फेनिलएलनिन, ट्रिप्टोफैन, एस्पार्टिक और ग्लूटामिक एसिड को अलग किया गया; इनके साथ ही एक नया डाइमेरिक प्रोएंथोसायनिन, (–) एपियाफजेलेचिन, (+) कैटेचिन, कैम्फेरोल, और प्रोटीन (19.94 प्रतिशत) तथा कार्बोहाइड्रेट

> गूदे से सिरप, पाउडर एवं औषधीय उत्पाद तैयार किए जा सकते हैं।

उचित सुखाने (8-10 प्रतिशत नमी) और भंडारण से शैल्फ लाइफ बढ़ती है।

(26.30 प्रतिशत) भी पाए गए। 1, 8-डाइहाइड्रॉक्सी-3-मिथाइलएंथ्राक्विनोन और डाइहाइड्रोकैम्फेरोल की संरचना स्थापित की गई। इसके अलावा, इस पौधे में फ्लोबाफीन, इमोडिन, ऑक्सीएंथ्राक्विनोन क्राइसोफेनिक एसिड, फिस्टुलिक एसिड, राइन, राइनग्लूकोसाइड, गैलेक्टोमैनन, सेनोसाइड्स A और B, टैनिन, बारबालोइन, ल्यूपियोल, बीटा-सिटोस्टेरॉल और हेक्साकोसानोल जैसे यौगिक भी मौजूद हैं।

अमलतास का प्रबंधन

1. फसल कटाई एवं प्राथमिक प्रबंधन

अमलतास के फल पकने के बाद हरे से गहरे भूरे रंग के हो जाते हैं, जो कटाई का उचित समय होता है। कटाई आमतौर पर मई-जुलाई के बीच की जाती है। कटाई के दौरान सावधानी बरतना आवश्यक है ताकि फल को क्षति न पहुँचे। कटाई के बाद फलों को साफ एवं छायादार स्थान पर रखा जाना चाहिए।

2. सफाई एवं ग्रेडिंग

कटाई के बाद फलों को धूल, गंदगी एवं अशुद्धियों से मुक्त किया जाता है। इसके बाद आकार एवं गुणवत्ता के आधार पर ग्रेडिंग की जाती है, जिससे उच्च गुणवत्ता वाले उत्पादों का चयन किया जा सके।

3. सूखाने की तकनीक

सूखाने की प्रक्रिया फसलोत्तर प्रबंधन का महत्वपूर्ण भाग है।

- प्राकृतिक सूखाने : सस्ती विधि, परंतु समय अधिक लगता है

अमलतास का फल कटाई की अवस्था में

➢ यांत्रिक सूखाई: कम समय में समान रूप से सुखाने में सहायक

सही तरीके से सुखाने से उत्पाद की नमी कम होती है और भंडारण क्षमता बढ़ती है। छाया में सुखाना सबसे उत्तम है। 7-10 दिनों तक सुखाना पर्याप्त होता है। नमी की मात्रा 8-10 प्रतिशत तक लानी चाहिए।

4. भंडारण

अमलतास के उत्पादों को सूखी एवं ठंडी जगह पर संग्रहित करना चाहिए।

➢ नमी नियंत्रण अत्यंत आवश्यक।
➢ सूखी फलियों को ठंडी, सूखी और हवादार जगह पर रखें।
➢ एयरटाइट कंटेनर का उपयोग।
➢ कीट एवं फफूंद से सुरक्षा।
➢ नमी स्तर 50-60 प्रतिशत से अधिक न हो।

लंबे समय तक भंडारण के लिए:

➢ नीम की पत्तियां या प्राकृतिक रिपेलेंट का उपयोग करें।
➢ समय-समय पर निरीक्षण करें।

"अपशिष्ट से समृद्धि" मॉडल के लिए अमलतास एक आदर्श उदाहरण है।

5. प्रसंस्करण तकनीकें

अमलतास के विभिन्न भागों का उपयोग करके कई उत्पाद बनाए जा सकते हैं:

(i) औषधीय उत्पाद

➢ फल गूदे से सिरप एवं अर्क
➢ कब्ज निवारक दवाएँ
➢ हर्बल टॉनिक

अमलतास आधारित आयुर्वेदिक एवं स्वास्थ्यवर्धक उत्पाद

(ii) खाद्य उत्पाद

- हर्बल ड्रिंक
- पाउडर एवं सप्लीमेंट
- प्राकृतिक मिठास युक्त उत्पाद

(iii) सौंदर्य प्रसाधन

- फेस पैक
- स्किन क्रीम
- एंटीऑक्सीडेंट युक्त लोशन

6. अपशिष्ट का मूल्यवर्धन

अमलतास के छिलके, पत्तियाँ एवं अन्य अवशेषों का उपयोग निम्न प्रकार से किया जा सकता है:

- जैव उर्वरक
- कम्पोस्ट
- पशु चारा
- प्राकृतिक रंग

7. आर्थिक संभावनाएँ

अमलतास के प्रसंस्करण से ग्रामीण क्षेत्रों में स्वरोजगार के अवसर उत्पन्न हो सकते हैं। छोटे स्तर पर भी किसान हर्बल उत्पाद बनाकर अतिरिक्त आय अर्जित कर सकते हैं।

8. चुनौतियाँ एवं समाधान

चुनौतियाँ:

- जागरूकता की कमी
- प्रसंस्करण तकनीकों का अभाव
- बाजार तक पहुँच की समस्या

समाधान:

- प्रशिक्षण कार्यक्रम
- सरकारी सहायता
- मूल्य श्रृंखला का विकास

"फसलोत्तर प्रबंधन गुणवत्ता और औषधीय प्रभाव को बनाए रखने की कुंजी है।"

निष्कर्ष

अमलतास एक बहुउपयोगी वृक्ष है, जो औषधीय, पोषणीय एवं आर्थिक दृष्टि से अत्यंत महत्वपूर्ण है। इसके विभिन्न भाग-फल, गूदा, पत्तियाँ, छाल एवं बीज-जैव सक्रिय यौगिकों से समृद्ध होते हैं, जो इसे पारंपरिक एवं आधुनिक चिकित्सा दोनों में उपयोगी बनाते हैं। यदि अमलतास का फसलोत्तर प्रबंधन वैज्ञानिक तरीके से किया जाए, तो इसकी गुणवत्ता, औषधीय गुणों एवं भंडारण क्षमता को लंबे समय तक बनाए रखा जा सकता है। उचित कटाई समय, प्रभावी सफाई एवं ग्रेडिंग, नियंत्रित सूखाने की तकनीक तथा सुरक्षित भंडारण पद्धतियाँ इस दिशा में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। इसके अतिरिक्त, अमलतास के अपशिष्ट-जैसे फल छिलके, पत्तियाँ एवं अन्य अवशेष-को मूल्यवर्धित उत्पादों में परिवर्तित करना 'वेस्ट टू वेल्थ' की अवधारणा को साकार करता है। इनसे जैव उर्वरक, हर्बल उत्पाद, प्राकृतिक रंग एवं पशु चारा तैयार किया जा सकता है, जिससे अपशिष्ट प्रबंधन की समस्या का समाधान होता है और पर्यावरणीय संतुलन बनाए रखने में सहायता मिलती है। ग्रामीण क्षेत्रों में छोटे स्तर पर प्रसंस्करण इकाइयों की स्थापना से किसानों एवं युवाओं के लिए स्वरोजगार के अवसर उत्पन्न किए जा सकते हैं। इसके लिए आवश्यक है कि उन्हें प्रशिक्षण, तकनीकी मार्गदर्शन एवं बाजार से जोड़ने की सुविधाएँ प्रदान की जाएँ। अंततः, अमलतास का समुचित फसलोत्तर प्रबंधन एवं प्रसंस्करण न केवल आर्थिक लाभ को बढ़ावा देता है, बल्कि सतत कृषि, संसाधनों के कुशल उपयोग एवं पर्यावरण संरक्षण की दिशा में भी महत्वपूर्ण योगदान प्रदान करता है।

खाद्य गुणवत्ता नियंत्रण में नवाचार: आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस की भूमिका

रितु कुकड़े, थोंगम सुनीता एवं पक्कीराना शिवम्मा[1]

भा.कृ.अनु.प.- केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

[1]भा.कृ.अनु.प.- राष्ट्रीय बीज विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, मऊ, उत्तर प्रदेश

कृत्रिम बुद्धिमता खाद्य गुणवत्ता नियंत्रण को पारंपरिक तरीकों की तुलना में अधिक तेज, सटीक और विश्वसनीय बना रहा है, जिससे कम समय में बेहतर गुणवत्ता का आकलन संभव हो रहा है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता खाद्य गुणवत्ता मूल्यांकन में एक क्रांतिकारी तकनीक के रूप में उभरी है। यह मशीन लर्निंग, डीप लर्निंग, कंप्यूटर विजन, आईओटी सेंसर और उन्नत इमेजिंग तकनीकों की सहायता से खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता, ताजगी, खराबी और सुरक्षा का तेज, सटीक तथा बिना नुकसान पहुँचाए मूल्यांकन करती है। सीएनएन, के-मीन्स, एसवीएम, रैंडम फॉरेस्ट और योलो जैसे एआई तकनीकों का उपयोग खाद्य उत्पादों की पहचान, दोषों का पता लगाने, ताजगी जांचने और आपूर्ति श्रृंखला को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है। आरजीबी इमेजिंग, हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग और एनआईआर स्पेक्ट्रोस्कोपी जैसी तकनीकें वास्तविक समय में गुणवत्ता परीक्षण को संभव बनाती हैं। विश्वभर की सरकारें और उद्योग एआई -आधारित खाद्य प्रणालियों में निवेश कर रहे हैं, जिससे खाद्य सुरक्षा, उत्पादन दक्षता और स्थिरता में सुधार हो रहा है। यद्यपि उच्च लागत, डेटा गोपनीयता और तकनीकी एकीकरण जैसी चुनौतियाँ मौजूद हैं, फिर भी एआई भविष्य में स्वचालित निगरानी, रियल-टाइम निर्णय लेने और स्मार्ट खाद्य प्रबंधन का आधार बनेगा।

परिचय

वैश्विक खाद्य उद्योग वर्तमान में एक महत्वपूर्ण मोड़ पर खड़ा है, जहाँ उसे तेजी से बढ़ती खाद्य मांग और आधुनिक खाद्य आपूर्ति श्रृंखलाओं की बढ़ती जटिलता जैसी दोहरी चुनौतियों का सामना करना पड़ रहा है। अनुमान है कि वर्ष 2050 तक जनसंख्या वृद्धि, शहरीकरण और बदलती खाद्य आदतों के कारण खाद्य मांग में 59–98% तक वृद्धि होगी। इसके साथ ही, खाद्य प्रणालियाँ अधिक वैश्विक हो गई हैं, जिनमें उत्पादन, प्रसंस्करण, भंडारण और वितरण के विस्तृत नेटवर्क शामिल हैं। ऐसी स्थिति में खाद्य गुणवत्ता और सुरक्षा सुनिश्चित करना सार्वजनिक स्वास्थ्य, आर्थिक स्थिरता और उपभोक्ता विश्वास के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हो गया है।

खाद्य सुरक्षा का अर्थ है संपूर्ण खाद्य आपूर्ति श्रृंखला में रासायनिक, भौतिक और जैविक खतरों को कम करने के लिए निवारक और नियंत्रण उपायों का कार्यान्वयन। विश्व स्वास्थ्य संगठन के अनुसार, हर वर्ष लगभग 60 करोड़ लोग खाद्य जनित बीमारियों से प्रभावित होते हैं। साल्मोनेला, एस्चेरिचिया कोलाई (*ई. कोलाई*), *लिस्टेरिया मोनोसाइटोजेन्स* और *कैम्पिलोबैक्टर* जैसे रोगजनक सूक्ष्मजीव इन बीमारियों के प्रमुख कारण हैं। खाद्य गुणवत्ता केवल सुरक्षा तक सीमित नहीं है, बल्कि इसमें स्वाद, पोषण मूल्य, प्रामाणिकता और शेल्फ-लाइफ जैसी विशेषताएँ भी शामिल हैं, जो उपभोक्ताओं की स्वीकृति और बाजार मूल्य को प्रभावित करती हैं।

पारंपरिक खाद्य गुणवत्ता और सुरक्षा मूल्यांकन विधियाँ मुख्यत: प्रयोगशाला परीक्षणों और नमूना विश्लेषण पर आधारित रही हैं। यद्यपि ये वैज्ञानिक रूप से विश्वसनीय हैं, लेकिन समय लेने वाली, श्रम-साध्य और महंगी होती हैं। रोगजनकों की पहचान के लिए उपयोग की जाने वाली सूक्ष्मजीवविज्ञानी तकनीकों को परिणाम प्राप्त करने में कई घंटे या दिन लग सकते हैं, जिससे समय पर कार्यवाही करना कठिन हो जाता है और व्यापक संदूषण तथा उत्पाद रिकॉल का जोखिम बढ़ जाता है।

इसके अतिरिक्त, दृश्य निरीक्षण और संवेदी मूल्यांकन जैसी पारंपरिक विधियाँ मानव अनुभव, थकान और व्यक्तिगत निर्णय पर निर्भर करती हैं, जिसके कारण परिणामों में असंगति आ सकती है। कई पारंपरिक परीक्षण विनाशकारी होते हैं, जिनमें परीक्षण के बाद उत्पाद बिक्री योग्य नहीं रहता, जिससे खाद्य अपशिष्ट बढ़ता है। साथ ही, कुछ प्रयोगशाला तकनीकों में खतरनाक रसायनों और अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है, जिससे पर्यावरणीय प्रभाव भी बढ़ता है। एक अन्य महत्वपूर्ण सीमा यह है कि पारंपरिक सांख्यिकीय मॉडल जटिल और गतिशील खाद्य प्रणालियों में मौजूद गैर-रेखीय संबंधों को प्रभावी ढंग से नहीं समझ पाते। तापमान, आर्द्रता, पीएच, जल सक्रियता और सूक्ष्मजीवों के व्यवहार के बीच जटिल अंत:क्रियाओं का विश्लेषण करना इनके लिए कठिन होता है।

इन चुनौतियों के समाधान के रूप में कृत्रिम बुद्धिमत्ता उभरी है। एआई, मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग तकनीकों की सहायता से खाद्य गुणवत्ता मूल्यांकन को स्वचालित, गैर-विनाशकारी और पूर्वानुमान आधारित बनाती है। एआई बड़े और विविध डेटा का विश्लेषण करके जटिल संबंधों की पहचान कर सकती है तथा सटीक भविष्यवाणियाँ प्रदान कर सकती है। कंप्यूटर विजन और उन्नत इमेजिंग तकनीकों की मदद से खाद्य उत्पादों का तेज, संपर्क-रहित और सटीक निरीक्षण संभव हो गया है। एआई आधारित प्रणालियाँ एलर्जेन और संदूषण की पहचान में भी अत्यधिक प्रभावी हैं। उदाहरण के लिए, रेसनेट50 जैसे डीप लर्निंग मॉडल केवल डिजिटल छवियों के आधार पर ग्लूटेन-मुक्त बीयर में 2.5 पीपीएम तक के ग्लूटेन संदूषण का पता लगा सकते हैं। इससे परीक्षण की गति बढ़ती है और प्रयोगशाला परीक्षणों पर निर्भरता कम होती है। साथ ही, एआई आधारित तकनीकें ऊर्जा खपत और विश्लेषणात्मक अपशिष्ट को 60–90% तक कम कर सकती हैं। एआई ने प्रेडिक्टिव माइक्रोबायोलॉजी के क्षेत्र में भी महत्वपूर्ण प्रगति की है। तापमान, आर्द्रता और सूक्ष्मजीव वृद्धि के ऐतिहासिक डेटा का विश्लेषण करके एआई मॉडल खाद्य खराब होने और संदूषण के जोखिम का पूर्वानुमान लगा सकते हैं। इससे खाद्य निर्माता समय रहते आवश्यक कदम उठाकर उत्पाद की शेल्फ-लाइफ बढ़ा सकते हैं और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित कर सकते हैं। इंटरनेट ऑफ थिंग्स के साथ एआई का एकीकरण

कंप्यूटर विजन, मशीन लर्निंग और स्मार्ट सेंसर जैसी कृत्रिम बुद्धिमता तकनीकें खाद्य पदार्थों में मिलावट, खराबी, रंग, आकार, बनावट तथा गुणवत्ता संबंधी दोषों की पहचान बिना उत्पाद को नुकसान पहुँचाए कर सकती हैं।

कृत्रिम बुद्धिमता आधारित गुणवत्ता नियंत्रण प्रणालियाँ उत्पादन से लेकर पैकेजिंग और भंडारण तक प्रत्येक चरण की निरंतर निगरानी करती हैं, जिससे खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित होती है और उपभोक्ताओं तक गुणवत्तापूर्ण उत्पाद पहुँचते हैं।

वास्तविक समय में गुणवत्ता निगरानी को और अधिक प्रभावी बनाता है।

इसके अलावा, एआई और ब्लॉकचेन तकनीक का संयोजन खाद्य आपूर्ति श्रृंखला में पता लगाने की क्षमता और पारदर्शिता को मजबूत बनाता है। इससे खाद्य सुरक्षा घटनाओं के दौरान संदूषण के स्रोत की तेजी से पहचान की जा सकती है। नियर-इन्फ्रारेड और रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी जैसी एआई -सहायित तकनीकें खाद्य मिलावट और धोखाधड़ी का पता लगाने में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। अंततः, यद्यपि एआई के कार्यान्वयन में लागत, डेटा मानकीकरण और नियामक स्वीकृति जैसी चुनौतियाँ मौजूद हैं, फिर भी यह खाद्य गुणवत्ता मूल्यांकन का भविष्य है। एआई आधारित स्वचालन खाद्य उद्योग को अधिक तेज, सटीक, टिकाऊ और सुरक्षित बनाने में महत्वपूर्ण योगदान दे रहा है तथा आधुनिक खाद्य प्रसंस्करण और इंजीनियरिंग की आधारशिला बनता जा रहा है।

भोजन की गुणवत्ता के आकलन में एआई के मूल सिद्धांत

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस भोजन की गुणवत्ता के आकलन के क्षेत्र में एक क्रांतिकारी बदलाव के रूप में उभरा है। इसने पारंपरिक, प्रतिक्रियाशील निरीक्षण विधियों से हटकर, बुद्धिमान, पूर्वानुमानित और स्वचालित गुणवत्ता प्रबंधन प्रणालियों की ओर एक बदलाव को संभव बनाया है। एआई को सेंसिंग तकनीकों, इमेजिंग प्रणालियों और डेटा-आधारित विश्लेषण के साथ एकीकृत करके, भोजन की गुणवत्ता का मूल्यांकन पूरी भोजन आपूर्ति श्रृंखला में अधिक तेज, अधिक निष्पक्ष और अधिक विश्वसनीय हो गया है। एआई -आधारित ढाँचे प्रसंस्करण, भंडारण और परिवहन के दौरान भोजन के खराब होने, संदूषण और गुणवत्ता में गिरावट का शीघ्र पता लगाने में मदद करते हैं, जिससे नुकसान कम होता है और उपभोक्ताओं की सुरक्षा बढ़ती है।

एआई एक अंतर्विषयक क्षेत्र है जो कम्प्यूटेशनल मॉडलों के माध्यम से मानवीय संज्ञानात्मक कार्यों-जैसे सीखने, तर्क करने और समझने-की नकल करने का प्रयास करता है। भोजन प्रणालियों के संदर्भ में, एआई प्रौद्योगिकियाँ-जिनमें मशीन लर्निंग, डीप लर्निंग, इंटरनेट ऑफ थिंग्स, क्लाउड कंप्यूटिंग और स्मार्ट सेंसर शामिल हैं-भोजन उत्पादों को गुणवत्ता श्रेणियों में वर्गीकृत करने, समय के साथ होने वाले भौतिक-रासायनिक परिवर्तनों की निगरानी करने और प्रसंस्करण मापदंडों को अनुकूलित करने में सक्षम बनाती हैं। ये क्षमताएँ सामूहिक रूप से उत्पाद की बेहतर एकरूपता, स्थिरता और पता लगाने की क्षमता को सुनिश्चित करने में सहायक होती हैं।

फूड क्वालिटी की जाँच में इस्तेमाल होने वाली एआई तकनीकें

फूड प्रोडक्ट्स की क्वालिटी की तेजी से, बिना नुकसान पहुँचाए और निष्पक्ष जाँच करने की सुविधा देकर, आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस ने एग्री-फूड इंडस्ट्री को पूरी तरह से बदल दिया है। फूड क्वालिटी की जाँच के पारंपरिक तरीके मुख्य रूप से सेंसरी मूल्यांकन और लंबी, महंगी लेबोरेटरी एनालिसिस पर निर्भर होती है हालाँकि, अब इनमें से कई समय लेने वाली प्रक्रियाओं को एआई टेक्नोलॉजी पर आधारित तरीकों से बेहतर बनाया जा रहा है या बदला जा रहा है। एआई एग्री-फूड इंडस्ट्री को कई तरह के फूड प्रोडक्ट्स में कमियों का पता लगाने, ताजगी का आकलन करने, असलियत की पुष्टि करने और शेल्फ-लाइफ का अनुमान लगाने में सटीकता, एकरूपता और स्केलेबिलिटी का नया स्तर प्रदान करता है। मशीन लर्निंग, डीप लर्निंग और कंप्यूटर विजन टेक्नोलॉजी के एकीकरण ने पूरी सप्लाई चेन में खेत से थाली तक फूड सेफ्टी और क्वालिटी की निगरानी के लिए एक नया मॉडल तैयार किया है।

खाने की क्वालिटी की जांच के लिए मशीन लर्निंग

मशीन लर्निंग, जो एआई का ही एक हिस्सा है, में कई तरह के कंप्यूटेशनल मॉडल शामिल होते हैं जिन्हें रिग्रेशन, क्लासिफिकेशन और पैटर्न पहचानने जैसे कामों के लिए बनाया गया है। खाने की क्वालिटी की जांच में आमतौर पर इस्तेमाल होने वाले एमएल मॉडल में आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क, सपोर्ट वेक्टर मशीन, रैंडम फॉरेस्ट, प्रिंसिपल कंपोनेंट एनालिसिस और लीनियर डिस्क्रिमिनेट एनालिसिस शामिल हैं। इन एल्गोरिदम को डेटा की विशेषताओं और इस्तेमाल की जरूरतों के आधार पर चुना जाता है।

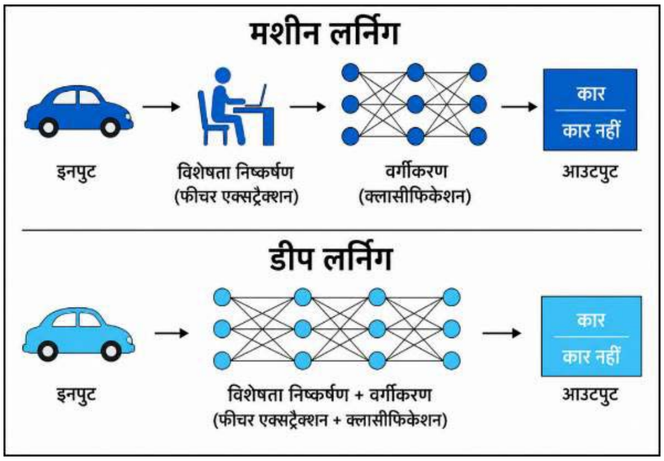
सपोर्ट वेक्टर मशीन छोटे सैंपल साइज और ज़्यादा डाइमेंशन वाले डेटासेट के लिए खास तौर पर असरदार है, जिससे यह खाने के क्लासिफिकेशन और क्वालिटी का अनुमान लगाने जैसे कामों के लिए उपयुक्त हो जाता है। रैंडम फॉरेस्ट, जो एक एनसेंबल-आधारित तरीका है, ओवरफिटिंग के खिलाफ मजबूती देता है और मल्टीमॉडल डेटा एनालिसिस के लिए बहुत अच्छा है। पीसीए और एलडीए जैसी डाइमेंशनैलिटी कम करने की तकनीकें ज़्यादा डाइमेंशन वाले डेटा की प्रोसेसिंग को आसान बनाती हैं और कंप्यूटेशनल क्षमता को बेहतर करती हैं। आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क, अपनी नॉन-लीनियर मॉडलिंग क्षमता के कारण, खाने की क्वालिटी की जांच की जटिल स्थितियों को संभालने में असरदार हैं।

एमएल-आधारित मल्टीडाइमेंशनल डेटा फ्यूजन में हाल की तरक्की ने काफी रिसर्च का ध्यान खींचा है, क्योंकि ये खाने की चीजों के केमिकल, फिजिकल और बायोलॉजिकल गुणों का एक साथ एनालिसिस करने में मदद करते हैं। यह तरीका खराब होने का पता लगाने, मिलावट की निगरानी करने और पकने की स्थिति का पता लगाने की सटीकता और क्षमता को बढ़ाता है। फायदों के बावजूद, पारंपरिक एमएल मॉडल अक्सर पहले से तय फीचर्स और मान्यताओं पर निर्भर करते हैं, जो बहुत जटिल या बदलने वाले फूड सिस्टम में उनके प्रदर्शन को सीमित कर सकते हैं।

डीप लर्निंग

डीप लर्निंग, जो मशीन लर्निंग की एक एडवांस्ड शाखा है, आधुनिक एआई एप्लीकेशन, खासकर कंप्यूटर विजन में एक अहम आधार बन गई है। पारंपरिक मशीन कार्निंग तकनीकों के उलट, डीप लर्निंग मॉडल मल्टीलेयर न्यूरल नेटवर्क का इस्तेमाल करके रॉ डेटा से अपने-आप हायरार्किकल (पदानुक्रमित) फीचर्स निकालते हैं, जिससे मैनुअल फीचर इंजीनियरिंग की जरूरत खत्म हो जाती है। बड़े डेटासेट और कंप्यूटेशनल पावर की बढ़ती उपलब्धता के साथ, डीप लर्निंग मॉडल जटिल पैटर्न पहचानने के कामों में बेहतर परफॉर्मेंस दिखाते रहते हैं।

फूड साइंस में इस्तेमाल होने वाले प्रमुख डीप लर्निंग आर्किटेक्चर में कन्वेन्शनल न्यूरल नेटवर्क, रिकरेंट न्यूरल नेटवर्क , लॉन्ग शॉर्ट-टर्म मेमोरी नेटवर्क, गेटेड रिकरेंट यूनिट्स और ट्रांसफॉर्मर-बेस्ड मॉडल शामिल हैं। कन्वेन्शनल न्यूरल



मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग वर्कफ्लो (स्रोत: समादी और अन्य, 2021)

नेटवर्क इमेज-बेस्ड फूड क्वालिटी असेसमेंट के लिए खास तौर पर असरदार हैं क्योंकि इनमें कन्वेन्शनल और पूलिंग लेयर्स के जरिए स्पेशल (स्थान-संबंधी) फीचर्स निकालने की क्षमता होती है। इन मॉडल्स का इस्तेमाल नॉन-डिस्ट्रक्टिव फूड सरफेस कैरेक्टराइजेशन, डिफेक्ट डिटेक्शन, फलों की क्वालिटी का मूल्यांकन और हाइपरस्पेक्ट्रल डेटा इंटरप्रिटेशन में बड़े पैमाने पर किया गया है।

एलएसटीएम और जीआरयू जैसे आरएनएन -बेस्ड आर्किटेक्चर खास तौर पर टाइम-सीरीज डेटा के लिए उपयुक्त हैं और इनका इस्तेमाल फूड फर्मेंटेशन की निगरानी और फूड सप्लाई चेन मैनेजमेंट में किया गया है। रेसनेट जैसे एडवांस्ड आर्किटेक्चर ने और गहरे नेटवर्क की ट्रेनिंग को मुमकिन बनाया है, जिससे फीचर लर्निंग और मॉडल की सटीकता में सुधार हुआ है। कुल मिलाकर, ये डीप लर्निंग -बेस्ड तरीके फूड क्वालिटी असेसमेंट में आमतौर पर मिलने वाले जटिल, हाई-डायमेंशनल डेटासेट को संभालने के लिए मजबूत समाधान देते हैं।

स्मार्ट सेंसर

स्मार्ट और इंटेलिजेंट सेंसर, तापमान, नमी, पीएच, गैस उत्सर्जन और केमिकल कंपोजीशन जैसे जरूरी पैरामीटर्स की लगातार और रियल-टाइम मॉनिटरिंग करके फूड प्रोडक्शन, प्रोसेसिंग और स्टोरेज में क्रांति ला रहे हैं। ये सेंसर क्वालिटी और सुरक्षा में होने वाली गड़बड़ियों का तुरंत पता लगाते हैं, जिससे समय पर जरूरी कदम उठाने और बचाव के उपाय करने में मदद मिलती है।

एआई-इनेबल्ड गैस और गंध सेंसर, जिन्हें अक्सर मल्टी-सेंसर ऐरे या इलेक्ट्रॉनिक नोज के तौर पर इस्तेमाल किया जाता है, खराब होने या कंटैमिनेशन के दौरान निकलने वाले वोलेटाइल कंपाउंड्स का पता लगाते हैं। ये सिस्टम ऐसे सेंसिंग मटीरियल का इस्तेमाल करते हैं जो गैस सोखने पर सिग्नल पैदा करते हैं, और बाद में एमएल एल्गोरिदम का इस्तेमाल करके उनका एनालिसिस किया जाता है। माइक्रोइलेक्ट्रोमैकेनिकल सिस्टम में हुई तरक्की ने ऐसे कॉम्पैक्ट और कम-पावर वाले सेंसर बनाना मुमकिन कर दिया है जो फूड की ताजगी की रियल-टाइम मॉनिटरिंग के लिए सही हैं।

इमेजिंग सेंसर

फोटोइलेक्ट्रिक कन्वर्जन के सिद्धांतों पर आधारित इमेजिंग सेंसर, क्वांटिटेटिव एनालिसिस (मात्रात्मक विश्लेषण) के लिए ऑप्टिकल जानकारी को डिजिटल सिग्नल में बदलते हैं। आम कैमरा प्रकारों में चार्ज-कपल्ड डिवाइस और कॉम्प्लिमेंट्री मेटल-ऑक्साइड सेमीकंडक्टर सेंसर शामिल हैं।-आधारित इमेज एनालिसिस सिस्टम ने खराबियों का पता लगाने, प्रोडक्ट की ग्रेडिंग करने और खाद्य पदार्थों में मिलावट की पहचान करने में बेहतरीन क्षमताएं दिखाई हैं।

क्वालिटी ग्रेडिंग, ताजगी का मूल्यांकन और खाद्य पदार्थों की पहचान के लिए मशीन लर्निंग-बेस्ड कंप्यूटर विजन तकनीकों का बड़े पैमाने पर इस्तेमाल किया गया है। डीप लर्निंग आर्किटेक्चर में हाल के विकास, जिनमें अटेंशन-बेस्ड नेटवर्क और ट्रांसफॉर्मर मॉडल शामिल हैं, ने जटिल खाद्य छवियों (इमेज) को प्रोसेस करने में कंप्यूटेशनल दक्षता और सटीकता में काफी सुधार किया है।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स

इंटरनेट ऑफ थिंग्स आधुनिक खाद्य प्रणालियों में एक अहम भूमिका निभाता है, क्योंकि यह खाद्य आपूर्ति श्रृंखला में आपस में जुड़े सेंसर नेटवर्क को सक्षम बनाता है। एआई और एमएल क्षमताओं से लैस आईओटी डिवाइस रियल-टाइम डेटा इकट्ठा करने, लगातार गुणवत्ता की निगरानी करने और ऑटोमेटेड तरीके से निर्णय लेने में मदद करते हैं।

इंटरनेट ऑफ थिंग्स के इस्तेमाल स्मार्ट खेती, खाद्य प्रसंस्करण, कोल्ड चेन की निगरानी और खुदरा प्रबंधन जैसे क्षेत्रों में होते हैं। रियल-टाइम एनालिटिक्स गुणवत्ता के मानकों

कृत्रिम बुद्धिमता के उपयोग से खाद्य उद्योग में मानवीय त्रुटियों में कमी, उत्पादन लागत में बचत, खाद्य अपव्यय में कमी तथा संसाधनों के बेहतर उपयोग जैसी अनेक आर्थिक और पर्यावरणीय लाभ प्राप्त हो रहे हैं।

से किसी भी तरह के अंतर का जल्द पता लगाने और तुरंत सुधारात्मक कदम उठाने में मदद करते हैं। क्लाउड कंप्यूटिंग प्लेटफॉर्म स्केलेबल डेटा प्रोसेसिंग, स्टोरेज और प्रेडिक्टिव एनालिटिक्स क्षमताएं प्रदान करके इंटरनेट ऑफ थिंग्स की कार्यक्षमता को और बढ़ाते हैं (गुप्ता आदि, 2024)। डीप लर्निंग, इंटरनेट ऑफ थिंग्स और क्लाउड कंप्यूटिंग के एकीकरण ने परिवहन और भंडारण के चरणों में खाद्य पदार्थों की ट्रेसिबिलिटी और पारदर्शिता में भी सुधार किया है, जिससे दक्षता और उपभोक्ताओं का भरोसा बढ़ा है।

एआई -आधारित नॉन-डिस्ट्रक्टिव क्वालिटी असेसमेंट (गुणवत्ता जांच) के तरीके

नॉन-डिस्ट्रक्टिव टेस्टिंग तरीकों का इस्तेमाल बड़े पैमाने पर खाने की चीजों की गुणवत्ता जांचने के लिए किया जाता है, बिना उन्हें नुकसान पहुँचाए। इन तकनीकों में स्पेक्ट्रल इमेजिंग, स्पेक्ट्रोस्कोपी, मैग्नेटिक रेजोनेंस, एकोस्टिक, थर्मल, एक्स-रे और इलेक्ट्रोकेमिकल तरीके शामिल हैं। ये तरीके नमी की मात्रा, बनावट, संरचनात्मक मजबूती, कमियों, गंदगी और अंदरूनी बनावट जैसी खूबियों का आकलन करते हैं। इलेक्ट्रॉनिक नोज, इलेक्ट्रॉनिक टंग और इलेक्ट्रॉनिक आई जैसे एडवांस्ड सेंसर सिस्टम इंसानी इंद्रियों की तरह काम करते हैं और गंध, स्वाद और दिखावट में बदलाव का पता लगाते हैं। वहीं, इलेक्ट्रोकेमिकल इम्पीडेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी कमियों और सतह पर मौजूद गंदगी का पता लगाने में असरदार है। तकनीकों के साथ आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस को जोड़ने से जटिल स्पेक्ट्रल, इमेजिंग और सेंसर डेटा का विश्लेषण बेहतर होता है। इससे खाने की चीजों की गुणवत्ता, सुरक्षा, ताजगी और शेल्फ-लाइफ का तेजी से, सही-सही और निष्पक्ष आकलन करना मुमकिन हो जाता है। एआई और नॉन-डिस्ट्रक्टिव टेस्टिंग मिलकर फूड प्रोसेसिंग और सप्लाई चेन के दौरान रियल-टाइम मॉनिटरिंग, ऑटोमेटेड इंस्पेक्शन और बेहतर फैसले लेने के लिए एक असरदार सिस्टम तैयार करते हैं।

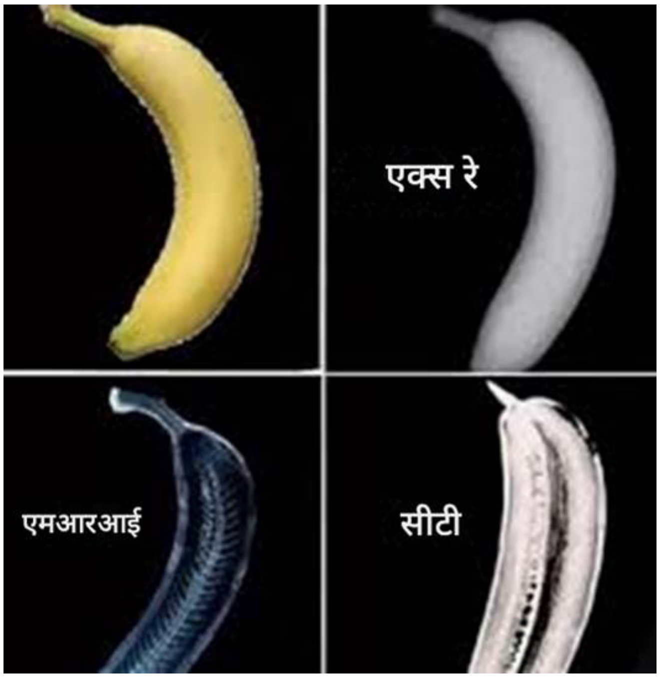
एक्स-रे इमेजिंग और सीटी इमेजिंग

एक्स-रे रेडियोग्राफी एक नॉन-डिस्ट्रक्टिव तकनीक है जिसका इस्तेमाल खाने की चीजों के अंदरूनी हिस्सों की जांच के लिए किया जाता है। इसमें घनत्व (डेंसिटी) में अंतर का पता लगाया जाता है। इसका इस्तेमाल फलों की क्वालिटी के आधार पर वर्गीकरण, कीड़ों से होने वाले नुकसान का पता लगाने, पकने की अवस्था की जांच और क्वारंटीन निरीक्षण में असरदार ढंग से किया गया है। हालांकि एक्स-रे रेडियोग्राफी से अंदरूनी जानकारी तो मिलती है, लेकिन इससे मुख्य रूप से 2डी या 3डी इमेज बनती हैं और यह स्थानिक रिजॉल्यूशन (स्पेशियल रिजॉल्यूशन) और डेटा की गहराई (डेटा डेप्थ) के मामले में कंप्यूटेड टोमोग्राफी से अलग होती है।

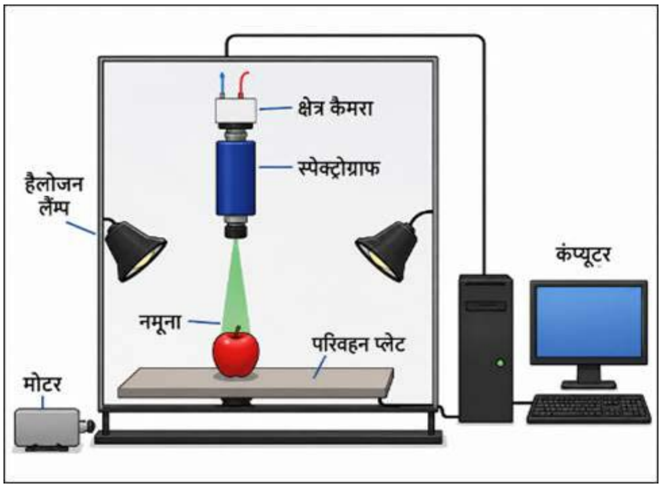
एक्स-रे इमेजिंग में अंदर की संरचनाओं को स्पष्ट करने के लिए भेदक इलेक्ट्रोमैग्नेटिक रेडिएशन का इस्तेमाल किया जाता है। यह उन पदार्थों की अलग-अलग अवशोषण विशेषताओं पर निर्भर करता है जिनकी घनत्व और परमाणु संरचना अलग-अलग होती है। कंप्यूटेड टोमोग्राफी पारंपरिक एक्स-रे इमेजिंग को बेहतर बनाती है, जिसमें अलग-अलग कोणों से कई प्रोजेक्शन लिए जाते हैं और अंदर की त्रि-आयामी संरचना को फिर से बनाया जाता है। एक्स-रे और कंप्यूटेड टोमोग्राफी इमेज में अंदर की संरचना से जुड़ा बहुत सारा त्रि-आयामी डेटा होता है हालाँकि, गुणवत्ता के आकलन से जुड़ी विशेषताओं को निकालने के लिए इनमें उन्नत विश्लेषणात्मक तकनीकों की जरूरत होती है। डीप लर्निंग, खासकर 3डी-सीएनएन, में अंदर की संरचनाओं के पदानुक्रमित निरूपण को अपने आप हासिल करने और गुणवत्ता में मौजूद सूक्ष्म दोषों या बदलावों की पहचान करने की क्षमता होती है। एआई को लागू करने से दोषों का पता लगाने और उनका वर्गीकरण करने की प्रक्रिया स्वचालित हो जाती है, जिससे मैनुअल निरीक्षण के तरीकों पर निर्भरता कम हो जाती है। मेडिकल इमेजिंग से ट्रांसफर लर्निंग का इस्तेमाल करने से भोजन से जुड़े अनुप्रयोगों के लिए मॉडल बनाने की प्रक्रिया में काफी तेजी आती है।

हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग

हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग, इमेजिंग और स्पेक्ट्रोस्कोपी को मिलाकर, अलग-अलग वेवलेंथ रेंज में एक ही समय पर स्थानिक और स्पेक्ट्रल जानकारी हासिल करती है। यह दोहरी क्षमता खाद्य उत्पादों की विस्तृत रासायनिक और भौतिक विशेषताओं का पता लगाने में मदद करती है, जिससे खाद्य गुणवत्ता और सुरक्षा की जांच के लिए एक शक्तिशाली उपकरण बन जाता है। एचएसआई को एमएल तकनीकों के साथ मिलाकर माइक्रोबियल पहचान, ताजगी की जांच और संरचना के विश्लेषण के लिए बड़े पैमाने पर इस्तेमाल किया गया है।



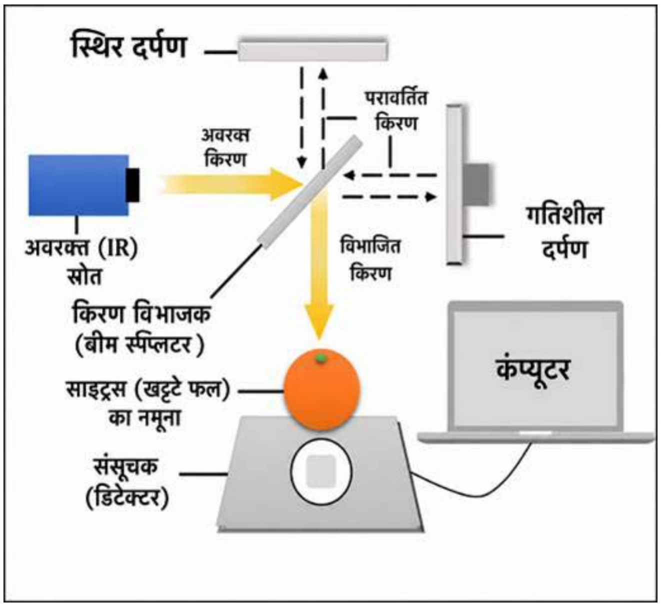
एक्स-रे इमेजिंग, एमआरआई, सीटी इमेजिंग



हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग

इन्फ्रारेड इमेजिंग

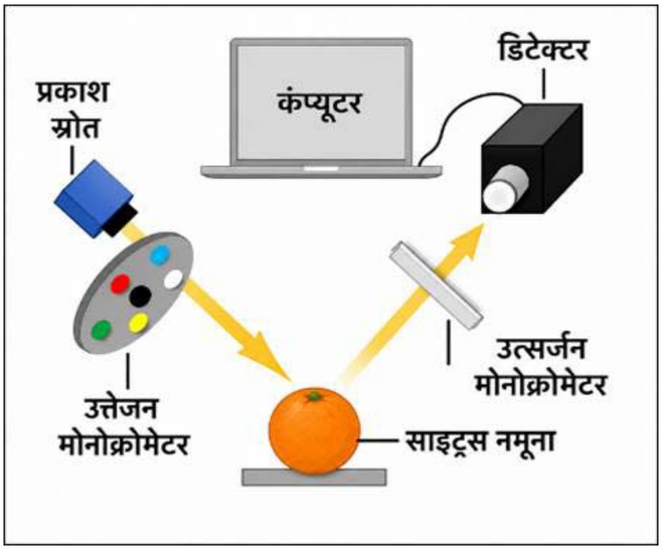
इन्फ्रारेड इमेजिंग का इस्तेमाल बड़े पैमाने पर खाद्य उत्पादों के थर्मल, संरचनात्मक और बनावट संबंधी गुणों का आकलन करने के लिए किया जाता है। खाद्य पदार्थों से निकलने वाले इन्फ्रारेड रेडिएशन को कैप्चर करके, यह सतह की विशेषताओं का विस्तृत मूल्यांकन करने में मदद करता है। खाद्य क्षेत्र में, इन्फ्रारेड इमेजिंग को मुख्य रूप से थर्मल इन्फ्रारेड इमेजिंग और नियर-इन्फ्रारेड इमेजिंग में बांटा गया है। थर्मल इन्फ्रारेड और नियर-इन्फ्रारेड तकनीकों को मशीन लर्निंग एल्गोरिदम के साथ जोड़ने से खाद्य गुणवत्ता, भंडारण के माहौल और पशुओं के स्वास्थ्य की बिना नुकसान पहुंचाए निगरानी करना आसान हो गया है। इन्फ्रारेड थर्मोग्राफी और मशीन लर्निंग के संयोजन ने कृषि संबंधी निगरानी के लिए प्रभावी और बिना शरीर को छुए समाधान प्रदान किए हैं, जिसमें बदलते भंडारण हालात में फलों की किस्मों की पहचान और शरीर के तापमान के विश्लेषण के माध्यम से पशुओं के स्वास्थ्य का प्रबंधन शामिल है।



इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपी (स्रोत: यू और अन्य, 2025)

फ्लोरोसेंस इमेजिंग

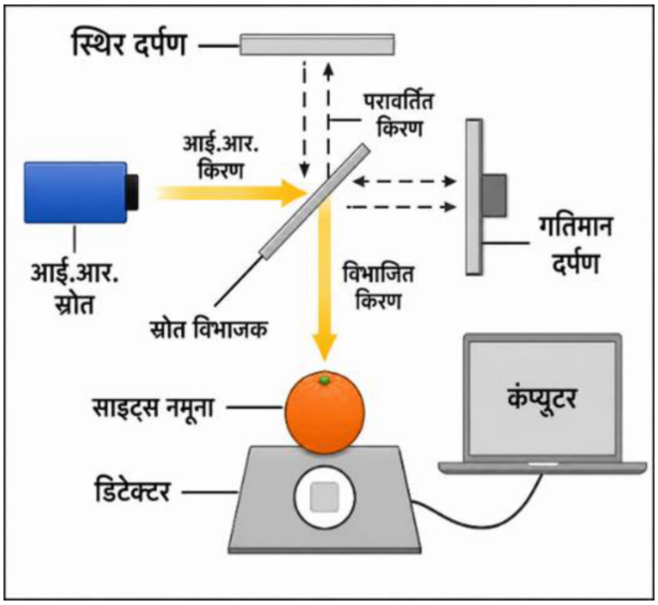
फ्लोरोसेंस इमेजिंग इस बात पर आधारित है कि जब खाद्य पदार्थों में मौजूद फ्लोरोफोर्स को खास वेवलेंथ पर उत्तेजित किया जाता है, तो वे रोशनी छोड़ते हैं। अपनी ज़्यादा सेंसिटिविटी और स्पेसिफिसिटी के कारण, यह तकनीक बायोकेमिकल बदलावों, मिलावट और ताजगी का पता लगाने में असरदार है। मशीन लर्निंग एल्गोरिदम के साथ इसे जोड़ने से सोयाबीन के बीज और मीट जैसे कृषि उत्पादों की क्वालिटी का सटीक मूल्यांकन करना संभव हो गया है।



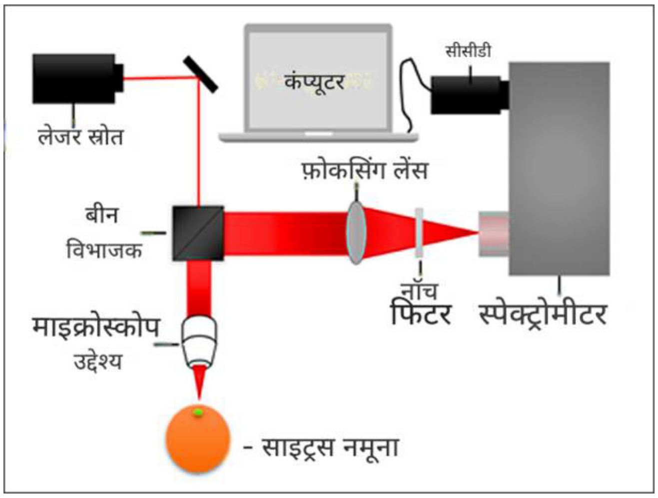
फ्लोरोसेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी (स्रोत: यू और अन्य, 2025)

टेराहर्ट्ज स्पेक्ट्रोस्कोपी

टेराहर्ट्ज स्पेक्ट्रोस्कोपी, इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रोस्कोपी और हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग को मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग तकनीकों के साथ मिलाकर इस्तेमाल करने से खाद्य और कृषि उत्पादों की बिना नुकसान पहुँचाए जाँच में काफी सुधार हुआ है। ये तकनीकें गुणवत्ता, मिलावट, भौगोलिक मूल, चोट के निशान और रासायनिक संरचना का तेजी से और सही-सही पता लगाने में मदद करती हैं। मशीन लर्निंग मॉडल, स्मूथिंग, स्टैंडर्ड नॉर्मल वेरिएट करेक्शन और फूरियर ट्रांसफॉर्मेशन जैसे प्री-प्रोसेसिंग तरीकों से स्पेक्ट्रल डेटा के विश्लेषण को बेहतर बनाते हैं। कन्वेन्शनल न्यूरल नेटवर्क स्पेक्ट्रल डेटा से जरूरी विशेषताएँ निकालने में खास तौर पर असरदार होते हैं, जिससे गुणात्मक और मात्रात्मक दोनों तरह के विश्लेषण बेहतर होते हैं। इनके फायदों के बावजूद, इनके व्यापक इस्तेमाल के लिए अभी भी नेटवर्क का सही डिजाइन, पैरामीटर ट्यूनिंग, ओवरफिटिंग और मॉडल को समझने में आसानी जैसी चुनौतियों से निपटना बाकी है।



टेराहर्ट्ज स्पेक्ट्रोस्कोपी



रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी (स्रोत: यू और अन्य, 2025)

रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी

मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग तकनीकों के साथ मिलकर, रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी का इस्तेमाल खाने-पीने की चीजों में मौजूद हानिकारक बैक्टीरिया (पैथोजन) और अशुद्धियों का तेजी से और बिना नुकसान पहुँचाए पता लगाने के लिए बड़े पैमाने पर किया गया है। पारंपरिक मशीन लर्निंग तरीकों जैसे कि प्रिंसिपल कंपोनेंट एनालिसिस, लीनियर डिस्क्रिमिनेट एनालिसिस, सपोर्ट वेक्टर मशीन, आर्टिफिशियल न्यूरल नेटवर्क, रैंडम फॉरेस्ट, और के-नियरेस्ट नेबर्स का इस्तेमाल एस्चेरिचिया कोलाई, लिस्टेरिया, साल्मोनेला, शिगेला, और विब्रियो जैसे बैक्टीरिया के प्रकारों को अलग-अलग करने और उनकी पहचान करने के लिए किया गया है। फूरियर ट्रांसफॉर्म रमन स्पेक्ट्रोस्कोपी सैंपलिंग की गति, रिजॉल्यूशन और सिग्नल की गुणवत्ता को और बेहतर बनाती है, जिससे सेब जैसे खाद्य पदार्थों पर सूक्ष्मजीवों की पहचान करना संभव हो जाता है। हाल ही में, डीप लर्निंग मॉडल - जैसे कि कन्वेन्शनल न्यूरल नेटवर्क, फुली कन्वेन्शनल नेटवर्क , और पीसीएनेट - ने रमन स्पेक्ट्रल डेटा का विश्लेषण करने और रासायनिक अवशेषों की मात्रा का पता लगाने में बड़ी क्षमता दिखाई है। ये पारंपरिक मशीन लर्निंग तरीकों की तुलना में बेहतर सटीकता और ऑटोमेशन की सुविधा देते हैं।

टाइम-डोमेन स्पेक्ट्रोस्कोपी

टाइम-डोमेन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रणाली का उपयोग खाद्य सुरक्षा उपायों को बेहतर बनाने के लिए मशीन लर्निंग तकनीकों के साथ भी किया जा सकता है। इसकी व्यापक स्पेक्ट्रल रेंज, उच्च संवेदनशीलता और रासायनिक विशिष्टता के कारण यह डेटा संग्रहण के लिए एक प्रभावशाली विकल्प प्रस्तुत करती है। एक नवीन मेटामटेरियल सेंसर विकसित किया, जिसे टाइम-डोमेन स्पेक्ट्रोस्कोपी से प्राप्त स्पेक्ट्रा में बहु-अनुनाद डिप्स का विश्लेषण करने के लिए डिजाइन किया गया था। इस प्रणाली को मीन शिफ्ट एल्गोरिथ्म के साथ संयोजित करके कृषि उत्पादों में कार्बेन्डाजिम के अवशेषों का पता लगाया गया।

इसी प्रकार, सोयाबीन तेल में अफ्लाटॉक्सिन B1 संदूषण की जांच के लिए स्पेक्ट्रोस्कोपिक तकनीक का उपयोग किया। डेटा के आयामों को कम करने के लिए स्टूडेंट स्टोकेस्टिक नेबरहुड एम्बेडिंग तकनीक अपनाई गई। इसके बाद वर्गीकरण के लिए बैक-प्रोपेगेशन न्यूरल नेटवर्क, लीस्ट स्क्वेयर्स सपोर्ट वेक्टर मशीन तथा रैंडम फॉरेस्ट मॉडल का उपयोग किया गया।

पहचान और वर्गीकरण संबंधी समस्याओं के विपरीत, गेहूं के आटे में बेंजोइक एसिड योजकों की मात्रात्मक निर्धारण के लिए टाइम-डोमेन स्पेक्ट्रोस्कोपी प्रणाली को मल्टीपल लीनियर रिग्रेशन, पार्टियल लीस्ट स्क्वेयर्स तथा एलएस-एसवीएम जैसी तकनीकों के साथ संयोजित किया।

फ्लोरेसेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी

फ्लोरेसेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी, जो किसी नमूने को बाहरी ऊर्जा स्रोत द्वारा उत्तेजित करने के बाद उससे उत्सर्जित प्रकाश (फ्लोरेसेंस) की मात्रा के मापन पर आधारित होती है, खाद्य संदूषण के विश्लेषण के लिए महत्वपूर्ण डेटा प्राप्त करने की एक उपयोगी तकनीक है। बरटानी आदि (2020) ने 375 nm तरंगदैर्ध्य पर उत्तेजित किए गए पिसे हुए बादाम के फ्लोरेसेंस स्पेक्ट्रा के विश्लेषण की एक विधि प्रस्तुत की, जिसका उद्देश्य दानेदार बादामों में अफ्लाटॉक्सिन-B का ऑप्टिकल रूप से पता लगाना था। यह अनुप्रयोग पारंपरिक वर्गीकरण पद्धतियों से भिन्न है, क्योंकि इसमें विभिन्न थ्रेशहोल्ड मानों के आधार पर ''संदूषित'' या ''असंदूषित'' लेबल उत्पन्न किए जाते हैं। परिणामस्वरूप, एक ही नमूने के लिए कई लेबलों का एक वेक्टर हो सकता है, जो प्रत्येक थ्रेशहोल्ड मान के अनुरूप होता है। इस अवधारणा को मल्टी-एक्सपर्ट लर्निंग कहा जाता है। इस अध्ययन में सपोर्ट वेक्टर मशीन का उपयोग बहुमत मतदान पद्धति के साथ किया गया। दूसरी ओर, पदार्थों के विश्लेषण के लिए विभिन्न तकनीकों का उपयोग किया गया है, विशेष रूप से वे जो माइक्रोवेव और नमूनों के बीच अंत:क्रिया पर आधारित हैं। स्पेक्ट्रोस्कोपी के विपरीत, माइक्रोवेव सेंसिंग प्रणालियाँ माइक्रोवेव आवृत्ति स्पेक्ट्रम में कार्य करती हैं, जो सामान्यत: सैकड़ों मेगाहर्ट्ज से लेकर कई दसियों तक विस्तृत होता है। वर्ष 2021 में, खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क के साथ एकीकृत एक नवीन माइक्रोवेव सेंसिंग पद्धति प्रस्तुत की गई। यह तकनीक पैक किए गए खाद्य पदार्थों में संभावित संदूषकों और आसपास की सामग्री के बीच मौजूद डाइलेक्ट्रिक कंट्रास्ट का लाभ उठाती है।

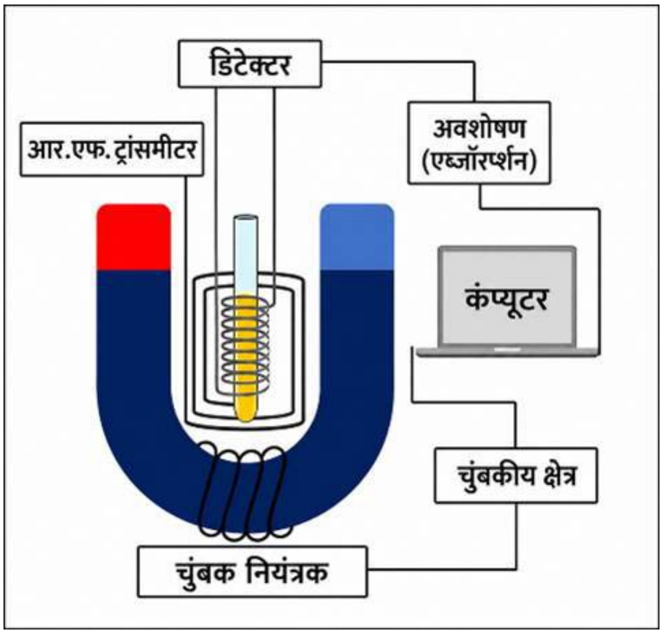
न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेजोनेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी

इसके अतिरिक्त, न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेजोनेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी, जिसे एक महत्वपूर्ण विश्लेषणात्मक तकनीक माना जाता है, का उपयोग वैंग आदि (2021) के एक हालिया अध्ययन में रोगजनक और गैर-रोगजनक बैक्टीरिया के बीच अंतर करने के लिए किया गया। इस कार्य में प्रमुख घटक विश्लेषण तथा कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क का उपयोग किया गया। न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेजोनेंस खाद्य सुरक्षा के क्षेत्र में अत्यंत महत्वपूर्ण है, क्योंकि यह विश्लेषित नमूनों की संरचना को बिना क्षति पहुँचाए उनकी आणविक जानकारी का विस्तृत विवरण प्रदान करता है। फिर भी, पूर्व में वर्णित अन्य तकनीकों की तुलना में साहित्य में न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेजोनेंस का उपयोग अपेक्षाकृत कम देखने को मिलता है।

वैंग आदि (2021) द्वारा किए गए एक अध्ययन में खाद्य पदार्थों में उपस्थित 10 विभिन्न सूक्ष्मजीवी प्रजातियों, जिनमें बैसिलस, साल्मोनेला और यर्सिनिया शामिल थे, के बीच अंतर करने के लिए न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेजोनेंस स्पेक्ट्रा और कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क का उपयोग किया गया। यह वर्गीकरण इन सूक्ष्मजीवों की मेटाबोलाइट प्रोफाइल के विश्लेषण के आधार पर किया गया।

इस प्रकार के डेटा के लिए पूर्व-प्रसंस्करण अत्यंत आवश्यक होता है। इसमें निम्नलिखित चरण शामिल हैं:

- स्पेक्ट्रा को आंतरिक सांद्रता मानक टी एस पी के अनुसार स्केल करना।
- शोरयुक्त बिन्स को हटाना।
- डेटा का मानकीकरण करना।
- दृश्यांकन के लिए प्रमुख घटक विश्लेषण का उपयोग करना।



न्यूक्लियर मैग्नेटिक रेजोनेंस स्पेक्ट्रोस्कोपी (स्रोत: यू और अन्य, 2025)

प्रस्तावित कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क मॉडल में 800 न्यूरॉनों वाली हिडन लेयर्स, रेलू सक्रियण फलन तथा दो डेंस लेयर्स शामिल थीं। इस मॉडल की तुलना दो पारंपरिक मशीन लर्निंग एल्गोरिद्म-रैंडम फॉरेस्ट और सपोर्ट वेक्टर मशीन से की गई।

परिणामों से यह पाया गया कि एएनएन मॉडल का प्रदर्शन रैंडम फॉरेस्ट और एसवीएम की तुलना में केवल मामूली अंतर दर्शाता है, अर्थात् तीनों विधियों ने सूक्ष्मजीवों की पहचान और वर्गीकरण में लगभग समान स्तर की प्रभावशीलता प्रदर्शित की।

एआई इंटीग्रेशन वाली अन्य न□न-डिस्ट्रक्टिव तकनीकें

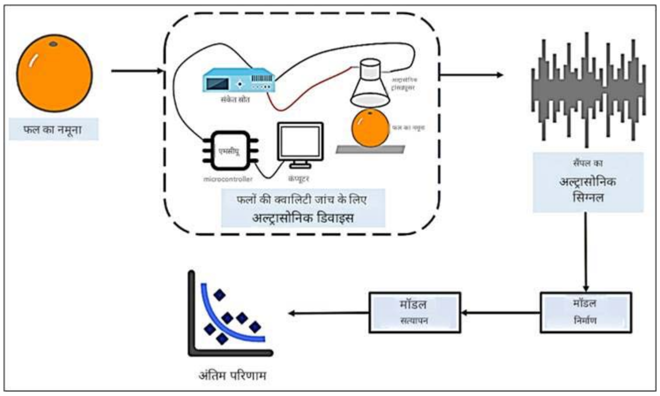
थर्मल इमेजिंग

थर्मल इमेजिंग, जिसे इन्फ्रारेड थर्मोग्राफी भी कहा जाता है, एक ऐसी तकनीक है जो थर्मल इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रम के भीतर इलेक्ट्रोमैग्नेटिक रेडिएशन की पहचान करती हैय यह रेडिएशन वस्तुओं द्वारा उनके तापमान के आधार पर उत्सर्जित होता है। पूर्ण शून्य से ऊपर मौजूद हर वस्तु थर्मल रेडिएशन उत्सर्जित करती है, जिसकी तीव्रता और स्पेक्ट्रल वितरण, दोनों ही उसके तापमान और उत्सर्जकता द्वारा निर्धारित होते हैं। थर्मल कैमरे इस रेडिएशन को तापमान के नक्शों में बदल देते हैं, जिससे स्थानिक तापमान में होने वाले बदलाव स्पष्ट रूप से दिखाई देते हैं। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस तकनीकें उन सूक्ष्म थर्मल पैटर्नों की पहचान करने में सक्षम हैं जो गुणवत्ता से जुड़े गुणों को दर्शाते हैंय ये पैटर्न केवल बुनियादी तापमान सीमा पर निर्भर रहने पर शायद पकड़ में न आएं। डीप लर्निंग मॉडलों में थर्मल संकेतों और विभिन्न कारकों-जैसे कि आंतरिक गुणवत्ता, दोष या संदूषण-के बीच मौजूद जटिल संबंधों को समझने की क्षमता होती है। मशीन लर्निंग, पर्यावरणीय कारकों और उत्पादों की विविधता को ध्यान में रखते हुए, विभिन्न प्रकार के उत्पादों और परिस्थितियों में थर्मल पैटर्नों के वर्गीकरण को आसान बनाती है। अतिरिक्त सेंसिंग माध्यमों का एकीकरण, निदान क्षमताओं में उल्लेखनीय सुधार करता है।

थर्मल इमेजिंग (चित्र: मोहम्मद अली और अन्य, 2023)

अल्ट्रासाउंड

अल्ट्रासाउंड एक गैर-विनाशकारी तकनीक है, जो उच्च आवृत्ति ध्वनि तरंगों का उपयोग करके खाद्य पदार्थों की आंतरिक संरचना और गुणवत्ता का मूल्यांकन करती है। ध्वनि तरंगों के परावर्तन, अपवर्तन और क्षीणन का विश्लेषण करके खाद्य पदार्थों की पकने की अवस्था, दृढ़ता, बनावट तथा आंतरिक दोषों का पता लगाया जाता है। इस तकनीक के प्रमुख लाभ हैं गहरी पैठ , उच्च संवेदनशीलता, गैर-आयनकारी विकिरण और कम लागत। एआई और मशीन लर्निंग तकनीकें अल्ट्रासाउंड से प्राप्त जटिल डेटा का विश्लेषण करके गुणवत्ता मापदंडों की भविष्यवाणी करती हैं। वहीं, डीप लर्निंग बिना मैन्युअल फीचर एक्सट्रैक्शन के सीधे अल्ट्रासाउंड संकेतों और छवियों को संसाधित कर अधिक सटीक परिणाम प्रदान करती है।

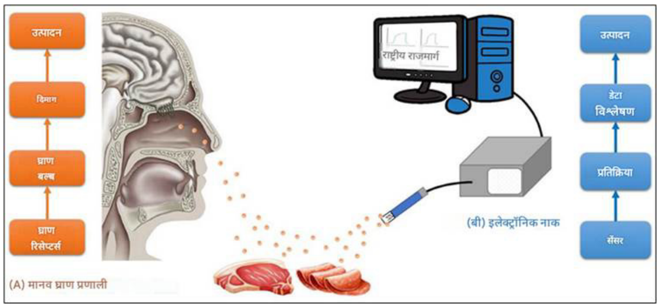


अल्ट्रासाउंड इमेजिंग (स्रोत: लियू और अन्य, 2025)

इलेक्ट्रॉनिक नोज

इलेक्ट्रॉनिक नोज एक ऐसी तकनीक है जो मानव की सूंघने की क्षमता की नकल करती है। यह विभिन्न रासायनिक सेंसरों की सहायता से खाद्य पदार्थों से निकलने वाले वाष्पशील कार्बनिक यौगिकों का पता लगाकर उनकी गंध का विश्लेषण करती है। प्रत्येक खाद्य पदार्थ एक विशिष्ट ''स्मेल फिंगरप्रिंट''

बनाता है, जिससे उसकी गुणवत्ता, ताजगी और प्रामाणिकता का निर्धारण किया जा सकता है। एआई और मशीन लर्निंग एल्गोरिदम सेंसर से प्राप्त डेटा का विश्लेषण करके खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता, प्रकार और उत्पत्ति की पहचान करते हैं। डीप लर्निंग जटिल संबंधों को समझकर अधिक सटीक परिणाम प्रदान करती है। इलेक्ट्रॉनिक नोज का उपयोग खाद्य सुरक्षा, खराबी की पहचान, एलर्जी कारकों के पता लगाने तथा उत्पादों की प्रामाणिकता सत्यापित करने में किया जाता है। उदाहरण के लिए, केसर की शुद्धता की जांच के लिए ई-नोज को पीसीए और बैक प्रोपेगेशन न्यूरल नेटवर्क जैसे एआई मॉडल के साथ सफलतापूर्वक उपयोग किया गया है।



ई-नोज (स्रोत: मुनेकाता और अन्य, 2023)

खाद्य आपूर्ति श्रृंखला एआई के अनुप्रयोग

आपूर्ति श्रृंखला का मुख्य उद्देश्य उत्पादकों, वितरकों और उपभोक्ताओं को जोड़ना तथा ग्राहकों की मांग को प्रभावी ढंग से पूरा करना है। आधुनिक खाद्य आपूर्ति श्रृंखलाएँ अधिक जटिल, पारदर्शी और डेटा-आधारित होती जा रही हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता ने इस क्षेत्र में क्रांतिकारी परिवर्तन लाया है, जिससे खाद्य सुरक्षा, गुणवत्ता नियंत्रण और आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन अधिक कुशल बन गया है। एआई की सहायता से खाद्य उत्पादों को खेत से लेकर उपभोक्ता तक ट्रैक किया जा सकता है, जिससे उपभोक्ताओं का विश्वास बढ़ता है।

मांग पूर्वानुमान

खाद्य उद्योग में मांग का सही अनुमान लगाना अत्यंत महत्वपूर्ण है। एआई पिछले बिक्री आंकड़ों, बाजार प्रवृत्तियों और मौसम जैसी बाहरी परिस्थितियों का विश्लेषण करके भविष्य की मांग का सटीक अनुमान लगाता है। इससे कंपनियाँ आवश्यक मात्रा में उत्पादन कर सकती हैं और खाद्य पदार्थों की बर्बादी कम होती है।

इन्वेंटरी प्रबंधन

एआई आधारित इन्वेंटरी प्रबंधन प्रणाली वास्तविक समय में स्टॉक स्तर की निगरानी करती है। यह मांग के अनुसार स्वत: पुन: ऑर्डर करने में सक्षम होती है, जिससे अधिक स्टॉक या स्टॉक की कमी जैसी समस्याएँ कम होती हैं और ग्राहकों की संतुष्टि बढ़ती है।

गुणवत्ता नियंत्रण

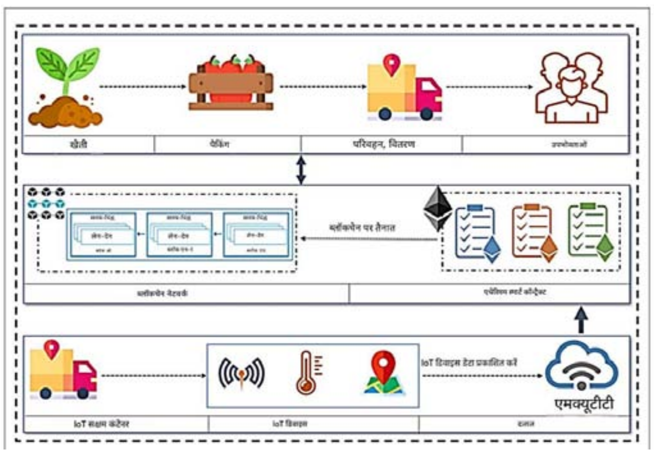
एआई, इमेज रिकग्निशन और सेंसर आधारित तकनीकों का उपयोग करके खाद्य उत्पादों की गुणवत्ता का मूल्यांकन करता है। यह प्रसंस्करण और पैकेजिंग के दौरान दोषों, असामान्यताओं तथा खराब गुणवत्ता वाले उत्पादों की पहचान कर सकता है। इससे केवल उच्च गुणवत्ता वाले उत्पाद ही उपभोक्ताओं तक पहुँचते हैं।

आपूर्ति श्रृंखला अनुकूलन

एआई परिवहन मार्गों, डिलीवरी समय-सारणी और लॉजिस्टिक प्रक्रियाओं में मौजूद कमियों की पहचान करता है। इससे कंपनियाँ परिवहन लागत को कम कर सकती हैं और पूरी आपूर्ति श्रृंखला की कार्यक्षमता को बढ़ा सकती हैं।

ट्रेसबिलिटी

एआई की मदद से खाद्य उत्पादों को ''फार्म टू फोर्क'' तक ट्रैक किया जा सकता है। यदि किसी उत्पाद में संदूषण की समस्या आती है, तो उसके स्रोत की शीघ्र पहचान की जा सकती है। इससे खाद्य सुरक्षा में सुधार होता है और उत्पाद वापसी की आवश्यकता कम हो जाती है।



सप्लाई चेन

एआई-आधारित खाद्य गुणवत्ता मूल्यांकन की चुनौतियाँ

एआई आधारित खाद्य गुणवत्ता मूल्यांकन में कई लाभ हैं, लेकिन इसके सामने कुछ महत्वपूर्ण चुनौतियाँ भी हैं:

1. उच्च प्रारंभिक लागत - एआई सिस्टम, सेंसर, कैमरा और कंप्यूटिंग उपकरणों की स्थापना महंगी होती है, जिससे छोटे उद्योगों के लिए इसे अपनाना कठिन हो सकता है।
2. डेटा गोपनीयता और सुरक्षा - एआई बड़ी मात्रा में डेटा का उपयोग करता है, इसलिए डेटा सुरक्षा और साइबर सुरक्षा सुनिश्चित करना आवश्यक है।
3. एकीकरण की जटिलता - एआई तकनीकों को मौजूदा उत्पादन प्रणालियों और उपकरणों के साथ जोड़ना तकनीकी रूप से कठिन हो सकता है।
4. उच्च गुणवत्ता वाले डेटा की आवश्यकता - एआई मॉडल को सटीक परिणाम देने के लिए बड़े और सही लेबल वाले डेटा की जरूरत होती है।
5. मानकीकरण की कमी - डेटा प्रारूपों और परीक्षण प्रक्रियाओं के लिए एक समान मानकों का अभाव बड़े स्तर पर उपयोग में बाधा बनता है।
6. नैतिक और रोजगार संबंधी मुद्दे - स्वचालन से कुछ नौकरियों पर प्रभाव पड़ सकता है और कर्मचारियों को नए कौशल सीखने की आवश्यकता होगी।
7. नियामक चुनौतियाँ - एआई प्रणालियों को खाद्य सुरक्षा नियमों और मानकों का पालन करना पड़ता है, जिसकी स्वीकृति प्रक्रिया जटिल हो सकती है।
8. रखरखाव और तकनीकी विशेषज्ञता - एआई सिस्टम को नियमित अपडेट, निगरानी और विशेषज्ञों की आवश्यकता होती है।

एआई के सफल और जिम्मेदार उपयोग के लिए इन चुनौतियों का समाधान करना आवश्यक है, ताकि खाद्य गुणवत्ता और सुरक्षा में इसके लाभों का पूर्ण उपयोग किया जा सके।

भविष्य की प्रवृत्तियाँ

कृत्रिम बुद्धिमत्ता एआई भविष्य में खाद्य गुणवत्ता मूल्यांकन को और अधिक स्मार्ट, सुरक्षित और प्रभावी बनाएगी। एआई का आईओटी, एज कंप्यूटिंग और ब्लॉकचेन के साथ एकीकरण खाद्य आपूर्ति श्रृंखला में वास्तविक समय की निगरानी, पारदर्शिता और ट्रेसबिलिटी को बढ़ाएगा।

डिजिटल ट्विन्स और एआई -संचालित रोबोट गुणवत्ता जांच, छंटाई और दूषण पहचान को स्वचालित बनाएंगे। हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग, थर्मल इमेजिंग, स्पेक्ट्रोस्कोपी और इलेक्ट्रॉनिक नोज जैसी उन्नत सेंसर तकनीकों के साथ एआई अधिक सटीक गुणवत्ता मूल्यांकन प्रदान करेगा। एआई उपभोक्ताओं की आवश्यकताओं के अनुसार व्यक्तिगत पोषण और स्मार्ट लेबलिंग को भी समर्थन देगा। इसके अलावा, फेडरेटेड लर्निंग सुरक्षित डेटा साझाकरण को बढ़ावा देगी, जबकि एआई -

भविष्य में कृत्रिम बुद्धिमता, इंटरनेट ऑफ थिंग्स और रोबोटिक्स जैसी आधुनिक तकनीकों के साथ मिलकर स्मार्ट, सुरक्षित और टिकाऊ खाद्य गुणवत्ता प्रबंधन प्रणाली विकसित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता और रोबोटिक्स

खाद्य उद्योग का भविष्य बदल रहे हैं

आधारित विश्लेषण खाद्य अपशिष्ट को कम करके स्थिरता में योगदान देगा। भविष्य में पारदर्शी, नैतिक और व्याख्यायोग्य एआई मॉडल विकसित किए जाएंगे, जिससे खाद्य उद्योग में विश्वास और नियामक अनुपालन बढ़ेगा। एआई भविष्य में खाद्य गुणवत्ता प्रबंधन को अधिक स्वायत्त, कुशल, टिकाऊ और वैश्विक रूप से जुड़ा हुआ बनाएगा।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता और रोबोटिक्स खाद्य प्रसंस्करण में गुणवत्ता निरीक्षण, दोष पहचान, संदूषण का पता लगाने तथा खाद्य सुरक्षा मानकों को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। इससे उत्पाद की गुणवत्ता में एकरूपता आती है और उपभोक्ताओं को सुरक्षित एवं उच्च गुणवत्ता वाला भोजन उपलब्ध होता है।

निष्कर्ष

कृत्रिम बुद्धिमत्ता ने खाद्य गुणवत्ता मूल्यांकन में महत्वपूर्ण बदलाव लाया है। यह पारंपरिक और समय लेने वाली निरीक्षण प्रक्रियाओं की जगह तेज, सटीक, स्वचालित और डेटा-आधारित प्रणालियाँ प्रदान करती है। मशीन लर्निंग, डीप लर्निंग, कंप्यूटर विजन, सेंसर, स्पेक्ट्रोस्कोपी और उन्नत इमेजिंग तकनीकों की मदद से एआई खाद्य पदार्थों की ताजगी, गुणवत्ता, दोषों और संदूषण का वास्तविक समय में पता लगा सकती है। सीएनएन, एसवीएम, रैंडम फॉरेस्ट और योलो जैसे एआई तकनीकें खाद्य गुणवत्ता जाँच को अधिक प्रभावी बनाती हैं। हालांकि इसकी लागत, डेटा सुरक्षा और सिस्टम एकीकरण जैसी चुनौतियाँ मौजूद हैं, फिर भी एआई खाद्य सुरक्षा बढ़ाने, खाद्य अपशिष्ट कम करने, उत्पादन दक्षता सुधारने और उपभोक्ता स्वास्थ्य की रक्षा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। भविष्य में एआई आधारित स्वचालित निगरानी और रियल-टाइम विश्लेषण आधुनिक खाद्य गुणवत्ता प्रबंधन का आधार बनेंगे।

ड्रैगन फल का छिलका: अपशिष्ट से अवसर

अमित नाथ, महेश कुमार सामोता, वरिंदा एवं संदीप कुमार

भा.कृ.अनु.प.-केंद्रीय कटाई-उपरान्त प्रौद्योगिकी एवं अभियांत्रिकी संस्थान, क्षेत्रीय केंद्र, अबोहर, पंजाब, भारत

ड्रैगन फल का छिलका अपशिष्ट नहीं बल्कि बायोएक्टिव यौगिकों का समृद्ध स्रोत है, जिसका उपयोग खाद्य एवं कॉस्मेटिक उद्योगों में किया जा सकता है।

ड्रैगन फल (पिटाया) एक पोषक तत्वों से भरपूर फल है, जिसका उत्पादन और उपभोग हाल के वर्षों में तेजी से बढ़ा है। इसके प्रसंस्करण के दौरान उत्पन्न होने वाला छिलका सामान्यत: अपशिष्ट के रूप में त्याग दिया जाता है, जिससे पर्यावरणीय समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। हालांकि, वैज्ञानिक अध्ययनों से यह स्पष्ट हुआ है कि ड्रैगन फल का छिलका बायोएक्टिव यौगिकों जैसे पॉलीफेनोल्स, फ्लेवोनोइड्स, कैरोटीनॉइड्स, बेटालाइन्स तथा डाइटरी फाइबर का समृद्ध स्रोत है, जिनमें एंटीऑक्सीडेंट, एंटी-इंफ्लेमेटरी एवं एंटीमाइक्रोबियल गुण पाए जाते हैं।

एच. मेगैलेंथस

एच. अंडाटस

एच. कोस्टारिकेंसिस

ड्रैगन फल की विभिन्न प्रजातियाँ

इन यौगिकों के निष्कर्षण हेतु आधुनिक 'ग्रीन एक्सट्रैक्शन' तकनीकें जैसे माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन, अल्ट्रासाउंड-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन एवं सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन प्रभावी एवं पर्यावरण-अनुकूल मानी जाती हैं। ड्रैगन फल के छिलके से प्राप्त अर्क का उपयोग खाद्य उद्योग में प्राकृतिक रंग, कार्यात्मक खाद्य पदार्थ एवं बायोडिग्रेडेबल पैकेजिंग में किया जा रहा है, जबकि सौंदर्य प्रसाधन उद्योग में इसका उपयोग त्वचा संरक्षण एवं एंटी-एजिंग उत्पादों में किया जा रहा है। अत: ड्रैगन फल का छिलका एक मूल्यवान संसाधन के रूप में उभर रहा है, जिसका समुचित उपयोग अपशिष्ट प्रबंधन, पर्यावरण संरक्षण तथा आर्थिक लाभ सुनिश्चित कर सकता है।

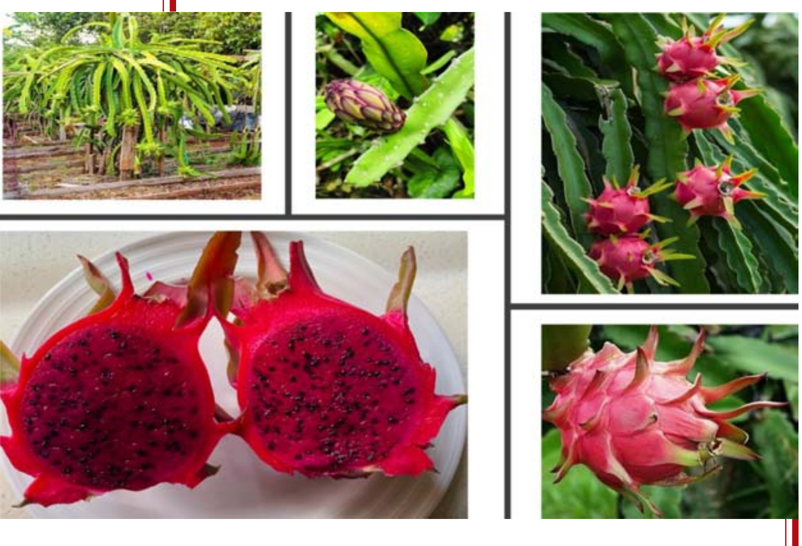
मुख्य शब्द: ड्रैगन फल छिलका , बायोएक्टिव यौगिक, ग्रीन एक्सट्रैक्शन , प्राकृतिक खाद्य रंग, सौंदर्य प्रसाधन अनुप्रयोग, पेक्टिन

परिचय

ड्रैगन फल, जिसे पिटाया भी कहा जाता है, ह्यलोकेरेउस वंश की कई कैक्टस प्रजातियों के खाने योग्य फलों को कहते हैं। इनमें मुख्य रूप से एच. अंडाटस शामिल है, जिसका गूदा आमतौर पर सफेद होता है। एच. कोस्टा-रिकेंसिस, जो अपने लाल गूदे के लिए जाना जाता है और एच. मेगैलेंथस, जिसका छिलका पीला और अंदर का हिस्सा सफेद होता है। मूल रूप से मध्य अमेरिका का फल होने के बावजूद, ड्रैगन फल की खेती दक्षिण-पूर्व एशिया, ऑस्ट्रेलिया और दक्षिण अमेरिका के कुछ हिस्सों में बड़े पैमाने पर की जाती है। यह फल अपने आकर्षक रूप, ताजगी भरे स्वाद और पोषक तत्वों से भरपूर प्रोफाइल के लिए जाना जाता है, जिसमें खनिज, विटामिन, डाइटरी फाइबर और एंटीऑक्सीडेंट शामिल हैं। इसके स्वास्थ्य लाभों और अनोखी अपील के कारण उपभोक्ताओं की बढ़ती मांग की वजह से, हाल के वर्षों में ड्रैगन फल का उत्पादन काफी बढ़ा है।

यह फल विटामिन, खनिज और डाइटरी फाइबर जैसे जरूरी पोषक तत्वों की उच्च मात्रा के लिए जाना जाता है, जो इसे एक बहुत ही पोषक तत्वों से भरपूर विकल्प के रूप में स्थापित करता है। ड्रैगन फल के गूदे का इस्तेमाल अक्सर कई तरह के खाद्य उत्पाद बनाने में किया जाता है, जिनमें सूखे गूदे का पाउडर, चिप्स, योगर्ट, जैम, जेली और रेडी-टू-सर्व ड्रिंक्स शामिल हैं। हालाँकि, जब ड्रैगन फल को प्रोसेस किया जाता है, तो इसके गूदे का उपयोग किया जाता है, जबकि छिलका एक अपशिष्ट के रूप में फेंक दिया जाता है, जिससे पर्यावरण से जुड़ी समस्याएँ पैदा होती हैं और संसाधनों का सही इस्तेमाल नहीं हो पाता। फेंके हुए ड्रैगन फल के छिलकों के जमा होने से कचरा प्रबंधन और पर्यावरण प्रदूषण का काफी ज़्यादा खतरा पैदा हो जाता है।

लेकिन हाल के वर्षों में वैज्ञानिक अध्ययनों से यह स्पष्ट हुआ है कि ड्रैगन फल का छिलका पोषक तत्वों, एंटीऑक्सीडेंट्स और बायोएक्टिव यौगिकों का समृद्ध स्रोत है, जिसे विभिन्न उद्योगों में मूल्यवर्धित उत्पादों के रूप में उपयोग किया जा सकता है। ड्रैगन फल के छिलके में विशेष रूप से बीटालेन्स, फ्लेवोनॉइड्स, फिनोलिक यौगिक, पॉलीफेनोल्स, फ्लेवोनोइड्स, कैरोटीनॉइड्स, डाइटरी फाइबर फाइबर तथा विटामिन्स प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं। ये यौगिक एंटीऑक्सीडेंट, एंटी-इंफ्लेमेटरी तथा एंटीमाइक्रोबियल गुणों के लिए जाने जाते हैं। यही कारण है कि यह छिलका खाद्य और कॉस्मेटिक उद्योगों के लिए एक महत्वपूर्ण कच्चा माल बन सकता है। यदि इन छिलकों से बायोएक्टिव रसायन निकाले जाते हैं, तो इनका उपयोग विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रों में किया जा सकता है। छिलकों में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले बायोएक्टिव घटकों को प्रभावी ढंग से निकालकर और उनका उपयोग करके, इस अन्यथा बेकार समझे जाने वाले पदार्थ को मूल्यवान संसाधनों में बदला जा सकता है, जिनमें विभिन्न प्रकार के अनुप्रयोगों के लिए काफी संभावनाएं मौजूद हैं।



ड्रैगन फल

ड्रैगन फल के छिलकों में मौजूद बायोएक्टिव घटकों को 'ग्रीन एक्सट्रैक्शन' तकनीकों का उपयोग करके निकाला और सांद्रित किया जा सकता है। ड्रैगन फल के छिलके से बायोएक्टिव पदार्थों के उत्पादन और उपयोगिता को बेहतर बनाने के लिए कई अत्याधुनिक एक्सट्रैक्शन तकनीकों पर शोध किया गया है। इनमें एंजाइम-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन, सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन और अल्ट्रासाउंड-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन शामिल हैं। निष्कर्षण की प्रभावशीलता, निकाले गए पदार्थ की मात्रा और जैव-सक्रिय रसायनों की अखंडता को बनाए रखने के संबंध में, हर विधि के अपने अलग-अलग फायदे और नुकसान हैं। निष्कर्षण प्रक्रिया की दक्षता को निष्कर्षण मापदंडों को अनुकूलित करके काफी बढ़ाया जा सकता है, जैसे कि सही विलायक चुनना, निष्कर्षण का समय, तापमान और विलायक-से-पदार्थ अनुपात को समायोजित करना।

खाद्य उद्योग में ड्रैगन फल के छिलके का उपयोग प्राकृतिक रंग के रूप में तेजी से बढ़ रहा है। इसमें उपस्थित बेटालाइन पिगमेंट्स खाद्य पदार्थों को आकर्षक लाल और गुलाबी रंग प्रदान करते हैं। यह रंग कृत्रिम रंगों का एक सुरक्षित और स्वास्थ्यवर्धक विकल्प है।

इसके अतिरिक्त, छिलके से प्राप्त पाउडर का उपयोग बेकरी उत्पादों, जूस, जैम, जेली और न्यूट्रास्यूटिकल उत्पादों में किया जा सकता है, जिससे उनकी पोषण गुणवत्ता और एंटीऑक्सीडेंट क्षमता बढ़ती है। ड्रैगन फल छिलके से बनी चाय और हेल्थ ड्रिंक भी आजकल लोकप्रिय हो रहे हैं। सौंदर्य प्रसाधन उद्योग में भी ड्रैगन फल के छिलके का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है। इसमें उपस्थित एंटीऑक्सीडेंट्स त्वचा को फ्री रेडिकल्स से बचाते हैं, जिससे त्वचा की उम्र बढ़ने की प्रक्रिया धीमी होती है।

छिलके के अर्क का उपयोग फेस क्रीम, फेस मास्क, सीरम और लोशन में किया जाता है। यह त्वचा को हाइड्रेट करने, चमक बढ़ाने और मुंहासों को कम करने में सहायक होता है। इसके अतिरिक्त, ड्रैगन फल छिलके में मौजूद प्राकृतिक रंगद्रव्य (पिगमेंट्स) का उपयोग लिपस्टिक, ब्लश और अन्य

कॉस्मेटिक उत्पादों में किया जा सकता है, जो रासायनिक रंगों का सुरक्षित विकल्प प्रदान करते हैं। इसकी एंटीमाइक्रोबियल विशेषताएं इसे स्किनकेयर उत्पादों के लिए और भी उपयोगी बनाती हैं।

इसके अलावा, इस छिलके का उपयोग खाद्य पैकेजिंग में बायोडिग्रेडेबल फिल्म बनाने में भी किया जा रहा है। यह फिल्म पर्यावरण के अनुकूल होती है और खाद्य पदार्थों की शेल्फ लाइफ बढ़ाने में सहायक होती है। इस प्रकार, ड्रैगन फल का छिलका खाद्य उद्योग में अपशिष्ट प्रबंधन और सतत विकास दोनों में योगदान देता है।

ड्रैगन फल के छिलकों से उपयोगी तत्व निकालने के लिए इस्तेमाल की जाने वाली तकनीकें पर्यावरण के अनुकूल और टिकाऊ विचारों से प्रेरित हैं। इसके अलावा, ड्रैगन फल के छिलकों से प्राप्त अर्क के संभावित उपयोगों का अध्ययन विभिन्न उद्योगों में किया गया है, जिनमें एक्टिव पैकेजिंग, कॉस्मेटिक उत्पाद, फंक्शनल फूड्स और न्यूट्रिशनल सप्लीमेंट्स शामिल हैं।

ड्रैगन फल का छिलका केवल एक अपशिष्ट नहीं, बल्कि एक मूल्यवान संसाधन है। इसके उचित उपयोग से खाद्य और सौंदर्य प्रसाधन उद्योगों में नवाचार को बढ़ावा मिल सकता है, साथ ही पर्यावरण संरक्षण और आर्थिक विकास में भी महत्वपूर्ण योगदान दिया जा सकता है। इसलिए, इसके व्यावसायिक उपयोग को बढ़ावा देने और इस दिशा में और अधिक शोध करने की आवश्यकता है।

ड्रैगन फल में बायोएक्टिव यौगिक

हाल के अध्ययनों से पता चला है कि ड्रैगन फल के छिलके बायोएक्टिव रसायनों के बेहतरीन स्रोत होते हैं। इन पदार्थों में स्वास्थ्य को बढ़ावा देने वाले कई गुण होते हैं, जिससे ये छिलके महज एक बेकार चीज न होकर, बल्कि महत्वपूर्ण संसाधन बन जाते हैं। इनमें से कुछ यौगिक हैं: डाइटरी फाइबर, कैरोटीनॉयड्स, फ्लेवोनॉयड्स और पॉलीफेनोल्स। ड्रैगन फल के छिलकों में कई तरह के पॉलीफेनोल्स पाए जाते हैं, जिनमें प्रोएंथोसायनिडिन्स, फ्लेवनॉल्स और फेनोलिक एसिड शामिल हैं।

फेनोलिक्सः ड्रैगन फल में कई तरह के फेनोलिक कंपाउंड पाए जाते हैं, जैसे कि फ्लेवोनोइड्स, एंथोसायनिन, हाइड्रॉक्सीसिनैमिक एसिड, गैलिक एसिड और प्रोटोकैटेचूइक एसिड। ड्रैगन फल के छिलके का अर्क कई तरह की बीमारियों के इलाज में मददगार हो सकता है, क्योंकि इसमें ऐसे फाइटोकेमिकल तत्व होते हैं जिनमें सूजन-रोधी और कैंसर-रोधी गुण होते हैं। यह प्राकृतिक पौधों से मिलता है और एक शक्तिशाली एंटीऑक्सीडेंट है। LC-MS विश्लेषण में अलग-अलग फेनोलिक रसायन पाए गए, जिनमें मैलविडिन, डेल्फिनिडिन और सायनिडिन शामिल हैं।

फ्लेवोनोइड्सः ड्रैगन फल के छिलकों में क्वेरसेटिन, कैम्फेरोल, मिरिसेटिन और आइसोर्हैमनेटिन जैसे फ्लेवोनोइड्स हो सकते हैं। क्वेरसेटिन एक ऐसा फ्लेवोनोइड है जो पौधों में बड़े पैमाने पर पाया जाता है और अपनी एंटी-इंफ्लेमेटरी (सूजन-रोधी) और एंटीऑक्सीडेंट गुणों के लिए जाना जाता है। इसे कुछ स्वास्थ्य लाभों से जोड़ा गया है, जैसे कि इम्यून सिस्टम को बेहतर बनाना और पुरानी बीमारियों के जोखिम को कम करना।

कैरोटेनॉयड्सः ड्रैगन फल के छिलकों में पाए जाने वाले कैरोटेनॉयड्स में बीटा-कैरोटीन, लाइकोपीन और बेटालेंस शामिल हैं। यह कोशिकाओं के विभाजन, इम्यून सिस्टम के काम करने और आँखों की अच्छी रोशनी के लिए बहुत जरूरी है। बीटा-कैरोटीन एक और मजबूत एंटीऑक्सीडेंट है जो कोशिकाओं को ऑक्सीडेटिव नुकसान से बचाने में मदद करता है। बेटालेंस के संभावित स्वास्थ्य लाभों पर रिसर्च की गई है, जिसमें सूजन और ऑक्सीडेटिव तनाव को कम करने की उनकी क्षमता, साथ ही उनके एंटीऑक्सीडेंट और सूजन-रोधी गुण शामिल हैं।

ड्रैगन फल के छिलके से पेक्टिनः ड्रैगन फल के छिलके से मिलने वाला पेक्टिन एक उपयोगी तत्व है, जिसके पाक-कला और चिकित्सा के क्षेत्र में कई उपयोग हैं। ड्रैगन फल के छिलके, जिन्हें आमतौर पर कृषि-अपशिष्ट के रूप में फेंक दिया जाता

ग्रीन एक्सट्रैक्शन तकनीकों के माध्यम से इसके उपयोग से सतत विकास, पर्यावरण संरक्षण एवं आर्थिक मूल्यवर्धन को बढ़ावा मिलता है।

ड्रैगन फल के छिलके के उपयोग की प्रक्रिया

है, उनमें पेक्टिन की काफी मात्रा होती है, इसी वजह से वे पेक्टिन निकालने का एक बेहतरीन स्रोत बन जाते हैं। ड्रैगन फल के छिलकों से प्राप्त पेक्टिन में कुछ खास गुण होते हैं। यह एक जटिल पॉलीसेकेराइड है, जो गैलेक्टुरोनिक एसिड की इकाइयों से मिलकर बना होता है और ये इकाइयाँ आपस में α1,4-ग्लाइकोसिडिक बंधों द्वारा जुड़ी होती हैं। पेक्टिन की संरचना में होने वाले बदलावों के कारण इसके अलग-अलग कार्यात्मक गुण और उपयोग हो सकते हैं।

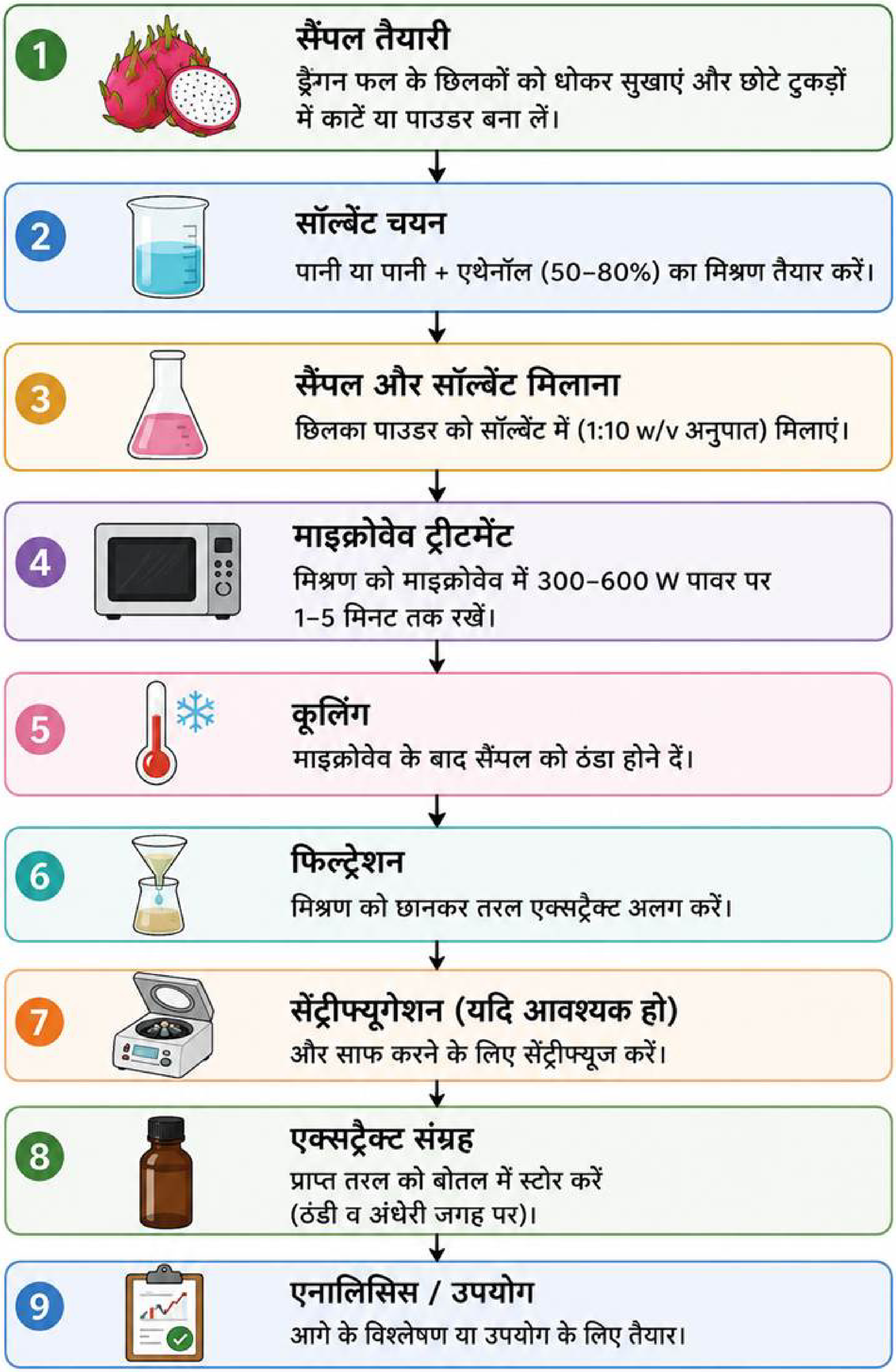
एस्टरिफिकेशन की अपेक्षाकृत उच्च मात्रा के कारण, ड्रैगन फल के छिलकों से प्राप्त पेक्टिन को 'हाई मेथॉक्सिल पेक्टिन' के रूप में वर्गीकृत किया जाता है। इस हाई मेथॉक्सिल पेक्टिन की जेल बनाने और गाढ़ा करने की क्षमताएँ, गैलेक्टुरोनिक एसिड इकाइयों पर अतिरिक्त मिथाइल एस्टर समूहों की उपस्थिति से प्रभावित होती हैं।

ड्रैगन फल के छिलकों से पोषक तत्वों को निकालने की तकनीक

पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभावों को कम करने और टिकाऊ गतिविधियों को बढ़ावा देने के कारण, पर्यावरण-अनुकूल निष्कर्षण विधियों ने हाल ही में काफी ध्यान आकर्षित किया है। इन विधियों का उद्देश्य ड्रैगन फल के छिलकों से लाभकारी तत्वों को निकालते समय खतरनाक विलायकों और ऊर्जा के उपयोग को कम करना है। ड्रैगन फल के छिलकों के लिए तीन प्रमुख पर्यावरण-अनुकूल निष्कर्षण विधियाँ उपयुक्त हैं: माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन, अल्ट्रासाउंड असिस्टेड एक्सट्रैक्शन और सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन।

माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शनः माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन एक 'ग्रीन एक्सट्रैक्शन' (पर्यावरण-अनुकूल निष्कर्षण) विधि है, जो पौधों की सामग्री-जैसे कि ड्रैगन फल के छिलकों-से बायोएक्टिव पदार्थों को निकालने में मदद करने के लिए माइक्रोवेव ऊर्जा का उपयोग करती है। माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शनप्रक्रिया में, ड्रैगन फल के छिलकों को एक उपयुक्त विलायक के साथ मिलाया जाता है और फिर उन पर माइक्रोवेव विकिरण डाला जाता है। माइक्रोवेव ऊर्जा के कारण विलायक और पौधों की सामग्री तेजी से गर्म हो जाते हैं, जिससे छिलकों में मौजूद बायोएक्टिव रसायन मुक्त होकर विलायक में घुल जाते हैं। पारंपरिक निष्कर्षण तकनीकों की तुलना में, इस के कई फायदे हैं। सबसे पहले, तेज और प्रभावी हीटिंग प्रदान करके, यह निष्कर्षण के समय को काफी कम कर देता है, जिससे निष्कर्षण चक्र छोटे हो जाते हैं। दूसरा, यह उपयोग किए जाने वाले ऑर्गेनिक सॉल्वेंट्स की मात्रा को कम करता है, क्योंकि तेज हीटिंग कम सॉल्वेंट का उपयोग करके भी प्रभावी निष्कर्षण की अनुमति देती है। अंत

माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन (MAE) – ड्रैगन फल छिलके से



प्रक्रिया का प्रवाह : बायोएक्टिव कंपाउंड्स का माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन

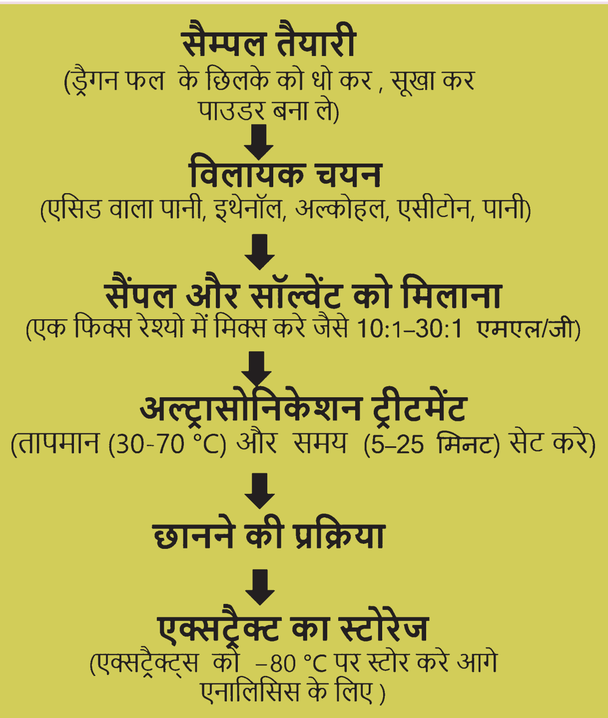
में, यह दिखाया गया है कि निष्कर्षण दक्षता में सुधार करता है, जिसके परिणामस्वरूप ड्रैगन फल के छिलकों से बायोएक्टिव रसायनों की अधिक मात्रा प्राप्त होती है।

अल्ट्रासाउंड असिस्टेड एक्सट्रैक्शनः अल्ट्रासाउंड असिस्टेड एक्सट्रैक्शन विभिन्न प्रकार के पौधों के स्रोतों-जिनमें ड्रैगन फल के छिलके भी शामिल हैं-से बायोएक्टिव रसायनों को निकालने के लिए इस्तेमाल की जाने वाली एक और हरित निष्कर्षण विधि अल्ट्रासाउंड असिस्टेड एक्सट्रैक्शन है। अल्ट्रासाउंड असिस्टेड एक्सट्रैक्शन, पौधों की सामग्री और विलायक में कैविटेशन उत्पन्न करने के लिए उच्च-आवृत्ति वाली अल्ट्रासोनिक तरंगों का उपयोग करता है। कैविटेशन वह प्रक्रिया है जिसके द्वारा छोटे-छोटे बुलबुले बनते हैं और फूट जाते हैं, जिससे कोशिका संरचनाएँ टूट जाती हैं और बायोएक्टिव पदार्थों का निष्कासन बढ़ जाता है।

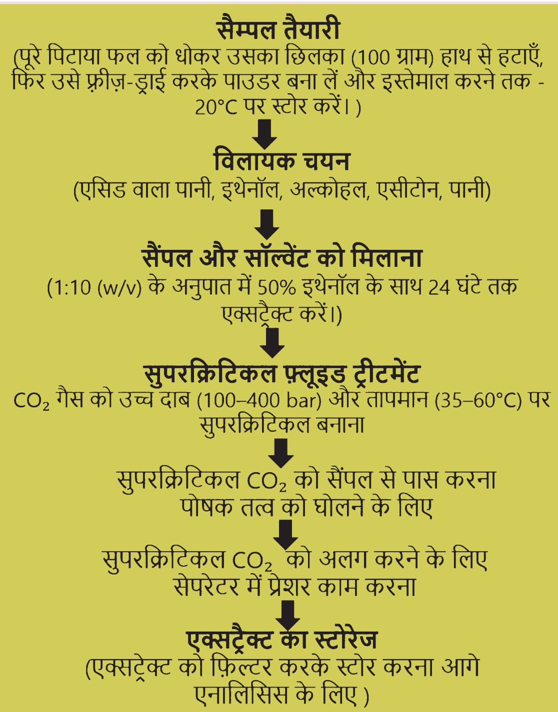
निष्कर्षण प्रक्रिया में, अल्ट्रासाउंड असिस्टेड एक्सट्रैक्शन कई फायदे देता है। पहला, यह मास ट्रांसफर को बढ़ावा देकर और सॉल्वेंट्स के लिए पौधों की सामग्री में प्रवेश करना आसान बनाकर निष्कर्षण की गति को तेज करता है। दूसरा, कम तापमान पर प्रभावी निष्कर्षण को संभव बनाकर, गर्मी के प्रति संवेदनशील बायोएक्टिव रसायनों को सुरक्षित रखता है। अंत में, बड़ी मात्रा में ऑर्गेनिक सॉल्वेंट्स की जरूरत को कम करके, कचरे के उत्पादन और पर्यावरण पर पड़ने वाले असर को कम करता है।

सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शनः सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन में, सुपरक्रिटिकल फ्लूइड्स-अक्सर कार्बन डाइऑक्साइड-का इस्तेमाल एक्सट्रैक्शन सॉल्वेंट के तौर पर किया जाता है। ड्रैगन फल के छिलकों सहित, पौधों से मिलने वाली कई तरह की चीजों से बायोएक्टिव केमिकल्स निकालने की इस तकनीक की क्षमता ने काफी ध्यान खींचा है। जब कार्बन डाइऑक्साइड को विशिष्ट दबाव और तापमान की स्थितियों के संपर्क में लाया जाता है, तो यह एक ऐसी अवस्था में प्रवेश करती है जिसे 'सुपरक्रिटिकल अवस्था' कहा जाता है, इस अवस्था में इसमें द्रव और गैस, दोनों के गुण मौजूद होते हैं।

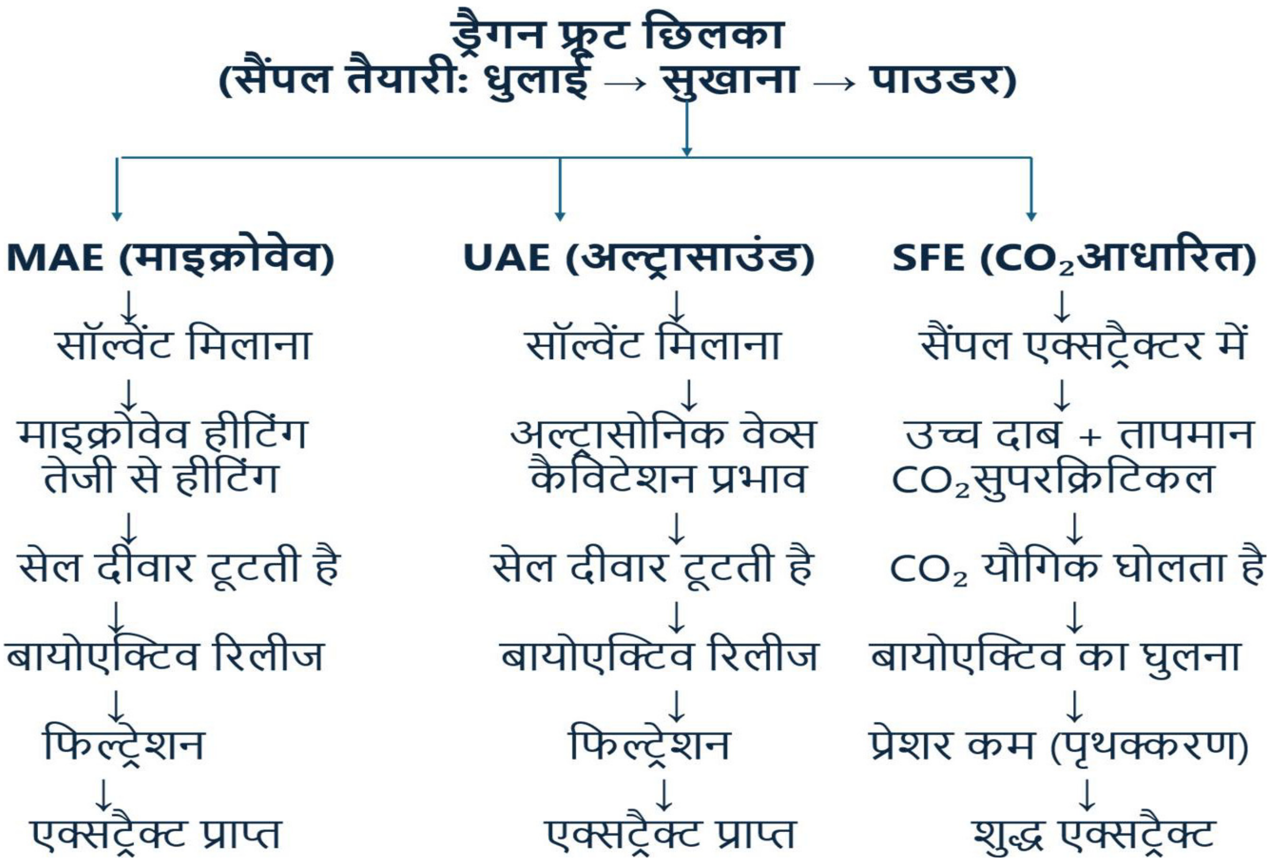
सुपरक्रिटिकल फ्लूइड, पारंपरिक निष्कर्षण विधियों की तुलना में कई फायदे देता है और इसका उपयोग ड्रैगन फल के छिलकों से चीजें निकालने के लिए किया जा सकता है। सबसे पहले, क्योंकि कार्बन डाइऑक्साइड पर्यावरण के लिए सुरक्षित और जहरीली नहीं होती, इसलिए इसे ग्रीन निष्कर्षण तकनीकों के लिए एक उपयुक्त विलायक माना जाता है। यह सस्ता भी है, आसानी से उपलब्ध है, और निकाले गए पदार्थ से बिना किसी



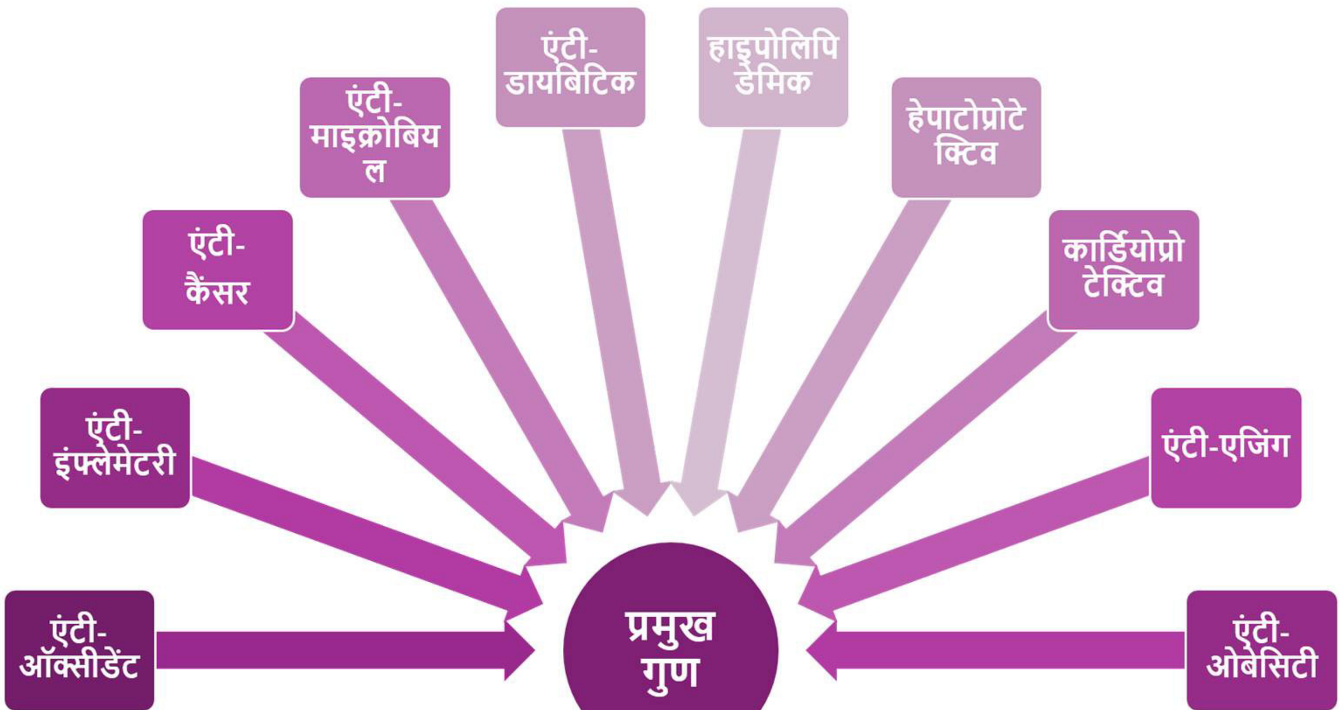
प्रक्रिया का प्रवाह : बायोएक्टिव कंपाउंड्स का अल्ट्रासोनिकेशन एक्सट्रैक्शन



प्रक्रिया का प्रवाह : बायोएक्टिव कंपाउंड्स का सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन



अलग-अलग निष्कर्षण विधियों की तुलना



ड्रैगन फ्रूट के छिलके के गुण

ड्रैगन फल के छिलके का उपयोग

आवेदन		उदाहरण
प्राकृतिक खाद्य रंग		ड्रैगन फल के छिलके का अर्क मिलाकर, फलों के स्वाद वाली कैंडीज को और भी ज़्यादा आकर्षक बनाया जा सकता है और उन्हें एक प्राकृतिक गुलाबी या बैंगनी रंग दिया जा सकता है।
पेक्टिन से बायोप्लास्टिक		ड्रैगन फल के छिलके का उपयोग बायोप्लास्टिक फिल्म बनाने में किया जाता है।
कार्यात्मक खाद्य घटक		एनर्जी बार में ड्रैगन फल के छिलके का अर्क मिलाकर, उनके पोषण मूल्य को बढ़ाया जाता है और एंटीऑक्सीडेंट के लाभ प्रदान किए जाते हैं।
प्राकृतिक सौंदर्य प्रसाधन		त्वचा को एंटीऑक्सीडेंट सुरक्षा, हाइड्रेशन और निखार प्रदान करने के लिए ड्रैगन फल के छिलके के अर्क से एक फेस सीरम तैयार करना।
त्वचा की देखभाल के उत्पाद		त्वचा को पोषण और नई जान देने के लिए, ड्रैगन फल के छिलके के अर्क से भरपूर एक मॉइस्चराइजिंग बॉडी लोशन विकसित करना।
पौष्टिक-औषधीय पदार्थों		ड्रैगन फल के छिलके के गाढ़े अर्क से युक्त कैप्सूल या टैबलेट के रूप में एक डाइटरी सप्लीमेंट तैयार करना, जो अपने एंटीऑक्सीडेंट और रोग-प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने वाले गुणों के लिए जाना जाता है।
आहारीय पूरक		प्राकृतिक एंटीऑक्सीडेंट और फाइबर के स्रोत के रूप में, ड्रैगन फल के छिलके के अर्क से युक्त एक पाउडर वाला पेय मिश्रण विकसित करना।
जैवनिम्नीकरण डिब्बाबंदी		बायोडिग्रेडेबल पैकेजिंग सामग्री में ड्रैगन फल के छिलके का अर्क शामिल करना, ताकि उनके रोगाणुरोधी गुणों को बढ़ाया जा सके और प्राकृतिक रंग के विकल्प उपलब्ध कराए जा सकें।
प्राकृतिक रंग		कपड़ों, एक्सेसरीज या घरेलू वस्त्रों को रंगने के लिए, कपड़ा और वस्त्र उद्योगों में ड्रैगन फल के छिलके के अर्क का उपयोग एक प्राकृतिक रंग के रूप में करना।

विलायक अवशेष के तेजी से अलग हो जाता है। सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन तापमान और दबाव में बदलाव के जरिए कुछ खास यौगिकों के चुनिंदा निष्कर्षण की अनुमति देकर, अवांछित रसायनों के साथ-साथ निकलने की प्रक्रिया को भी सीमित करता है।

ड्रैगन फल के छिलके के उपयोग

हालांकि ड्रैगन फल का गूदा अक्सर खाया जाता है, लेकिन इसका छिलका बायोएक्टिव केमिकल्स का एक बेहतरीन स्रोत हो सकता है। ड्रैगन फल के छिलके में कई तरह के फाइटोकेमिकल्स होते हैं, जैसे कि फेनोलिक पदार्थ, फ्लेवोनोइड्स, कैरोटीनॉइड्स और पेक्टिन। ये कई तरह के स्वास्थ्य लाभ देने के लिए जाने जाते हैं। ड्रैगन फल के छिलके का अर्क कुछ उद्योगों में काफी लोकप्रिय हो रहा है, क्योंकि इसमें औषधीय और कार्यात्मक गुणों वाले एक प्राकृतिक घटक के रूप में काम करने की क्षमता है।

निष्कर्ष

अपने पोषण संबंधी महत्व के बावजूद, ड्रैगन फल के छिलकों को अक्सर कचरे के रूप में फेंक दिया जाता है। हालाँकि, अब ये बायोएक्टिव पदार्थों के बेहतरीन स्रोत हैं, जिनमें एंटी-इंफ्लेमेटरी, एंटी-कैंसर और एंटीऑक्सीडेंट गुण होते हैं जैसे कि पॉलीफेनोल्स, फ्लेवोनोइड्स, कैरोटीनॉइड्स और डाइटरी फाइबर। अब इन रसायनों को माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन और अल्ट्रासाउंड-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन जैसी निष्कर्षण तकनीकों का उपयोग करके अलग और केंद्रित किया जा सकता है। इन तकनीकों के पारंपरिक तकनीकों की तुलना में कई फायदे हैं, जिनमें कम समय में निष्कर्षण, और कम ऊर्जा व सॉल्वेंट की खपत शामिल है। निष्कर्षण सेटिंग्स को अनुकूलित करके इसकी दक्षता को और भी बढ़ाया जा सकता है। निष्कर्षित बायोएक्टिव पदार्थों का उपयोग दवाओं, कॉस्मेटिक उत्पादों, खाद्य रंगों और पोषण संबंधी सप्लीमेंट्स में किया जाता है। हाई मेथॉक्सिल पेक्टिन, जो ड्रैगन फल के छिलकों से प्राप्त होता है, एक बहुमुखी पदार्थ है जिसका उपयोग खाद्य और दवा उद्योगों में किया जाता है। ड्रैगन फल के छिलकों का सदुपयोग अंततः कचरे को कम करता है और स्थिरता को बढ़ावा देता है।

- ड्रैगन फल का छिलका अपशिष्ट नहीं, बल्कि जैव-सक्रिय यौगिकों का बहुमूल्य स्रोत है।
- छिलके में पॉलीफेनॉल, फ्लेवोनॉयड्स, बेटालेन्स, कैरोटिनॉयड्स, पेक्टिन एवं आहार रेशा प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं।
- ड्रैगन फल के छिलके में शक्तिशाली एंटीऑक्सीडेंट, सूजन-रोधी तथा रोगाणुरोधी गुण मौजूद हैं।
- माइक्रोवेव-असिस्टेड, अल्ट्रासाउंड-असिस्टेड एवं सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन जैसी ग्रीन तकनीकों से जैव-सक्रिय यौगिकों का प्रभावी निष्कर्षण किया जा सकता है।

खाद्य प्रसंस्करण में क्रायोजेनिक पिसाई: कार्यविधि एवं अनुप्रयोग

उरहे सुमित भाऊसाहेब एवं संदीप पी. दवांगे

भाकृअनुप-केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान (सीफेट), लुधियाना, पंजाब

खाद्य प्रसंस्करण उद्योग में कण आकार न्यूनीकरण एक अत्यंत महत्वपूर्ण इकाई प्रक्रिया है, जिसका उपयोग मसालों, जड़ी-बूटियों, अनाजों, तिलहनों तथा विभिन्न खाद्य अवयवों को उपयुक्त आकार में परिवर्तित करने के लिए किया जाता है। यह प्रक्रिया न केवल खाद्य पदार्थों की भौतिक संरचना में परिवर्तन करती है, बल्कि उनकी प्रसंस्करण दक्षता, गुणवत्ता, उपयोगिता तथा उपभोक्ता स्वीकार्यता को भी प्रभावित करती है। कण आकार में कमी आने से पदार्थ का सतह क्षेत्रफल बढ़ जाता है, जिससे ऊष्मा एवं द्रव्यमान स्थानांतरण अधिक प्रभावी हो जाता है और सूखाने, निष्कर्षण, मिश्रण, पकाने तथा पैकेजिंग जैसी प्रक्रियाओं की कार्यक्षमता में वृद्धि होती है। मसालों और जड़ी-बूटियों की पिसाई उनके आवश्यक तेलों, सुगंधित यौगिकों तथा स्वाद घटकों के बेहतर उपयोग में सहायक होती है, जबकि अनाजों की पिसाई विभिन्न खाद्य उत्पादों के निर्माण हेतु आवश्यक आटा एवं पाउडर तैयार करने का आधार प्रदान करती है।

यद्यपि पारंपरिक पिसाई तकनीकों का उपयोग लंबे समय से किया जा रहा है, फिर भी इनके साथ कई तकनीकी और गुणवत्ता संबंधी चुनौतियाँ जुड़ी हुई हैं। पिसाई के दौरान मशीन एवं खाद्य कणों के बीच उत्पन्न घर्षण के कारण तापमान बढ़ जाता है, जिससे वाष्पशील तेलों, सुगंधित यौगिकों, प्राकृतिक रंगों, विटामिनों तथा अन्य जैव सक्रिय घटकों का क्षरण हो सकता है। विशेष रूप से मसालों, औषधीय पौधों और अन्य ऊष्मा-संवेदनशील खाद्य पदार्थों में यह समस्या अधिक गंभीर होती है। इसके अतिरिक्त, वसा एवं नमी युक्त पदार्थों में चिपकने, मशीन अवरोधन, असमान कण आकार, ऑक्सीकरण तथा गुणवत्ता हानि जैसी समस्याएँ भी देखने को मिलती हैं। इन सीमाओं के कारण खाद्य उद्योग में ऐसी उन्नत तकनीकों की आवश्यकता महसूस की गई जो उत्पाद की मूल गुणवत्ता को सुरक्षित रखते हुए अधिक प्रभावी पिसाई सुनिश्चित कर सकें।

क्रायोजेनिक पिसाई अत्यंत निम्न तापमान पर खाद्य पदार्थों की पिसाई कर उनकी सुगंध, स्वाद, रंग एवं पोषक तत्वों को सुरक्षित रखते हुए उच्च गुणवत्ता प्रदान करती है।

इसी आवश्यकता की पूर्ति के लिए क्रायोजेनिक पिसाई एक आधुनिक एवं उन्नत तकनीक के रूप में विकसित हुई है। इस तकनीक में द्रव नाइट्रोजन अथवा द्रव कार्बन डाइऑक्साइड जैसे क्रायोजेनिक शीतलक का उपयोग करके खाद्य पदार्थों को अत्यंत निम्न तापमान (–80 डिग्री सेल्सियस से –196 डिग्री

सेल्सियस) तक ठंडा किया जाता है, तत्पश्चात उनकी पिसाई की जाती है। निम्न तापमान पर सामग्री भंगुर हो जाती है, जिससे कम ऊर्जा में अधिक महीन एवं समान कण आकार प्राप्त किया जा सकता है। साथ ही, पिसाई के दौरान उत्पन्न ऊष्मा को नियंत्रित रखने से उत्पाद की सुगंध, स्वाद, प्राकृतिक रंग, आवश्यक तेल तथा जैव सक्रिय यौगिक सुरक्षित बने रहते हैं। यही कारण है कि क्रायोजेनिक पिसाई का उपयोग मसालों, जड़ी-बूटियों, औषधीय पौधों, चाय, कॉफी, फल एवं सब्जी पाउडर, कार्यात्मक खाद्य पदार्थों तथा उच्च वसा युक्त खाद्य सामग्रियों के प्रसंस्करण में तेजी से बढ़ रहा है।

क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक न केवल उत्पाद की गुणवत्ता एवं शेल्फ लाइफ में सुधार करती है, बल्कि मूल्य संवर्धन, प्रीमियम उत्पाद निर्माण तथा निर्यातोन्मुख खाद्य उद्योग के विकास में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। वर्तमान लेख में क्रायोजेनिक पिसाई के सिद्धांत, कार्यविधि, प्रमुख घटकों, प्रक्रिया प्रवाह, लाभों, खाद्य प्रसंस्करण में इसके विभिन्न अनुप्रयोगों, आर्थिक पहलुओं, चुनौतियों तथा भविष्य की संभावनाओं पर विस्तार से चर्चा की गई है। यह तकनीक आधुनिक खाद्य प्रसंस्करण उद्योग को उच्च गुणवत्ता, बेहतर उपभोक्ता स्वीकार्यता तथा वैश्विक प्रतिस्पर्धा के अनुरूप उत्पाद उपलब्ध कराने की दिशा में एक महत्वपूर्ण कदम सिद्ध हो रही है।

क्रायोजेनिक पिसाई का सिद्धांत एवं कार्यविधि

क्रायोजेनिक पिसाई क्या है?

क्रायोजेनिक पिसाई एक उन्नत आकार न्यूनीकरण तकनीक है, जिसमें खाद्य पदार्थों को अत्यंत निम्न तापमान पर ठंडा करके उनकी पिसाई की जाती है। ''क्रायोजेनिक'' शब्द ग्रीक भाषा के दो शब्दों ''क्रायो'' (अत्यधिक ठंड) और ''जेनिक'' (उत्पन्न करना) से मिलकर बना है। इस तकनीक का मूल सिद्धांत यह है कि जब किसी पदार्थ का तापमान बहुत कम कर दिया जाता है, तो वह कठोर एवं भंगुर हो जाता है, जिससे उसे कम ऊर्जा में आसानी से महीन कणों में परिवर्तित किया जा सकता है। पारंपरिक पिसाई में उत्पन्न ऊष्मा के कारण मसालों, जड़ी-बूटियों और अन्य संवेदनशील खाद्य पदार्थों की गुणवत्ता प्रभावित होती है, जबकि क्रायोजेनिक पिसाई इस समस्या को प्रभावी रूप से समाप्त कर देती है।

इस प्रक्रिया में सामान्यत: द्रव नाइट्रोजन का उपयोग शीतलक माध्यम के रूप में किया जाता है। द्रव नाइट्रोजन का

द्रव नाइट्रोजन द्वारा सामग्री को भंगुर बनाकर कम ऊर्जा में अधिक महीन, समान कण आकार तथा बेहतर गुणवत्ता की पिसाई प्राप्त की जाती है।

क्वथनांक लगभग -196 डिग्री सेल्सियस होता है, जो इसे अत्यंत प्रभावी शीतलक बनाता है। पिसाई से पहले खाद्य पदार्थ को द्रव नाइट्रोजन की सहायता से शीघ्रता से ठंडा किया जाता है। इस शीतलन के कारण खाद्य पदार्थों में उपस्थित वसा, नमी तथा रेशेदार संरचनाएँ कठोर हो जाती हैं और पिसाई के दौरान टूटकर अत्यंत महीन कणों में परिवर्तित हो जाती हैं। इसके परिणामस्वरूप प्राप्त पाउडर अधिक समान कण आकार वाला, उच्च गुणवत्ता युक्त तथा सुगंध एवं स्वाद से भरपूर होता है। यही कारण है कि मसाला उद्योग, औषधीय पौधों के प्रसंस्करण, कॉफी, चाय तथा विशेष खाद्य अवयवों के उत्पादन में क्रायोजेनिक पिसाई का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है।

क्रायोजेनिक पिसाई की कार्यविधि

(क) पदार्थ का पूर्व-शीतलन

क्रायोजेनिक पिसाई की प्रक्रिया खाद्य पदार्थ के पूर्व-शीतलन से प्रारंभ होती है। पिसाई किए जाने वाले पदार्थ, जैसे मसाले, जड़ी-बूटियाँ, बीज या अन्य खाद्य सामग्री को एक विशेष प्रीकूलिंग चैम्बर में भेजा जाता है। इस चैम्बर में नियंत्रित मात्रा में द्रव नाइट्रोजन का छिड़काव किया जाता है। द्रव नाइट्रोजन के संपर्क में आते ही पदार्थ का तापमान तेजी से घटने लगता है। पूर्व-शीतलन का उद्देश्य सामग्री को उस तापमान तक लाना होता है जहाँ उसकी संरचना भंगुर बन जाए और वह आसानी से टूट सके। यह चरण अत्यंत महत्वपूर्ण है क्योंकि उचित शीतलन के बिना क्रायोजेनिक पिसाई के अपेक्षित लाभ प्राप्त नहीं हो सकते।

(ख) तापमान में कमी

प्रीकूलिंग के दौरान सामग्री का तापमान सामान्य परिवेश तापमान से घटकर शून्य से कई डिग्री नीचे पहुँच जाता है। कई मामलों में पदार्थ का तापमान –50 डिग्री सेल्सियस से –150 डिग्री सेल्सियस तक लाया जाता है, जबकि कुछ विशेष अनुप्रयोगों में यह और भी कम हो सकता है। तापमान में यह तीव्र कमी पदार्थ में उपस्थित नमी और वसा को कठोर बना देती है। सामान्य तापमान पर नरम और लचीले रहने वाले खाद्य घटक निम्न तापमान पर अपनी बनावट खो देते हैं। इससे पिसाई के दौरान उत्पन्न ऊष्मा भी नियंत्रित रहती है और उत्पाद का तापमान सुरक्षित सीमा में बना रहता है। परिणामस्वरूप वाष्पशील तेलों, सुगंधित यौगिकों तथा पोषक तत्वों का संरक्षण बेहतर ढंग से हो पाता है।

(ग) भंगुरता में वृद्धि

तापमान कम होने पर खाद्य पदार्थों के भौतिक गुणों में महत्वपूर्ण परिवर्तन होता है। सामान्य परिस्थितियों में कई खाद्य पदार्थ लचीले या चिपचिपे होते हैं, जिसके कारण उनकी पिसाई कठिन होती है। किंतु अत्यंत निम्न तापमान पर उनकी संरचना कठोर एवं भंगुर हो जाती है। भंगुर पदार्थ पर यांत्रिक बल लगने पर वह आसानी से छोटे-छोटे टुकड़ों में टूट जाता है। उदाहरण के लिए, काली मिर्च, इलायची, दालचीनी, अदरक, हल्दी तथा अन्य मसालों में उपस्थित तेलीय घटक निम्न तापमान पर जम जाते हैं, जिससे पिसाई अधिक प्रभावी हो जाती है। भंगुरता में वृद्धि से ऊर्जा की आवश्यकता कम होती है तथा अत्यंत महीन और समान आकार के कण प्राप्त होते हैं।

(घ) क्रायोजेनिक परिस्थितियों में पिसाई

पूर्व-शीतलन के बाद सामग्री को ग्राइंडिंग मिल में भेजा जाता है, जहाँ पिसाई प्रक्रिया द्रव नाइट्रोजन की सतत आपूर्ति के साथ संपन्न होती है। पिसाई के दौरान भी द्रव नाइट्रोजन मिल में प्रवाहित किया जाता है ताकि तापमान में वृद्धि न हो सके। इस प्रकार पूरी प्रक्रिया निम्न तापमान पर संचालित होती है। भंगुर बनी सामग्री हथौड़ा मिल, पिन मिल या इम्पैक्ट मिल के प्रभाव से आसानी से टूटकर महीन पाउडर में परिवर्तित हो जाती है। चूँकि तापमान नियंत्रित रहता है, इसलिए मसालों के आवश्यक तेल, सुगंधित यौगिक, प्राकृतिक रंग तथा जैव सक्रिय पदार्थ सुरक्षित बने रहते हैं। इसके अतिरिक्त, उत्पाद के चिपकने, गुठली बनने तथा मशीन में अवरोध उत्पन्न होने की संभावना भी बहुत कम हो जाती है। इस प्रक्रिया से प्राप्त पाउडर का कण आकार अधिक समान और गुणवत्ता उच्च होती है।

(ङ) नाइट्रोजन गैस की पुनर्प्राप्ति

क्रायोजेनिक पिसाई के दौरान उपयोग की गई द्रव नाइट्रोजन ऊष्मा अवशोषित करके गैसीय नाइट्रोजन में परिवर्तित हो जाती है। यह गैस रासायनिक रूप से निष्क्रिय होती है और खाद्य उत्पाद के साथ किसी प्रकार की प्रतिक्रिया नहीं करती। कई औद्योगिक प्रणालियों में इस गैसीय नाइट्रोजन को एकत्रित करके अन्य शीतलन या निष्क्रिय वातावरण बनाने के कार्यों में पुन: उपयोग किया जाता है। गैसीय नाइट्रोजन की उपस्थिति पिसाई के दौरान ऑक्सीजन की मात्रा को कम कर देती है, जिससे ऑक्सीकरण की संभावना घट जाती है। परिणामस्वरूप खाद्य उत्पादों की गुणवत्ता, रंग, स्वाद और पोषण मूल्य अधिक समय तक सुरक्षित रहते हैं। इस प्रकार नाइट्रोजन गैस की पुनर्प्राप्ति और पुन: उपयोग से प्रक्रिया की आर्थिक एवं पर्यावरणीय दक्षता भी बढ़ जाती है।

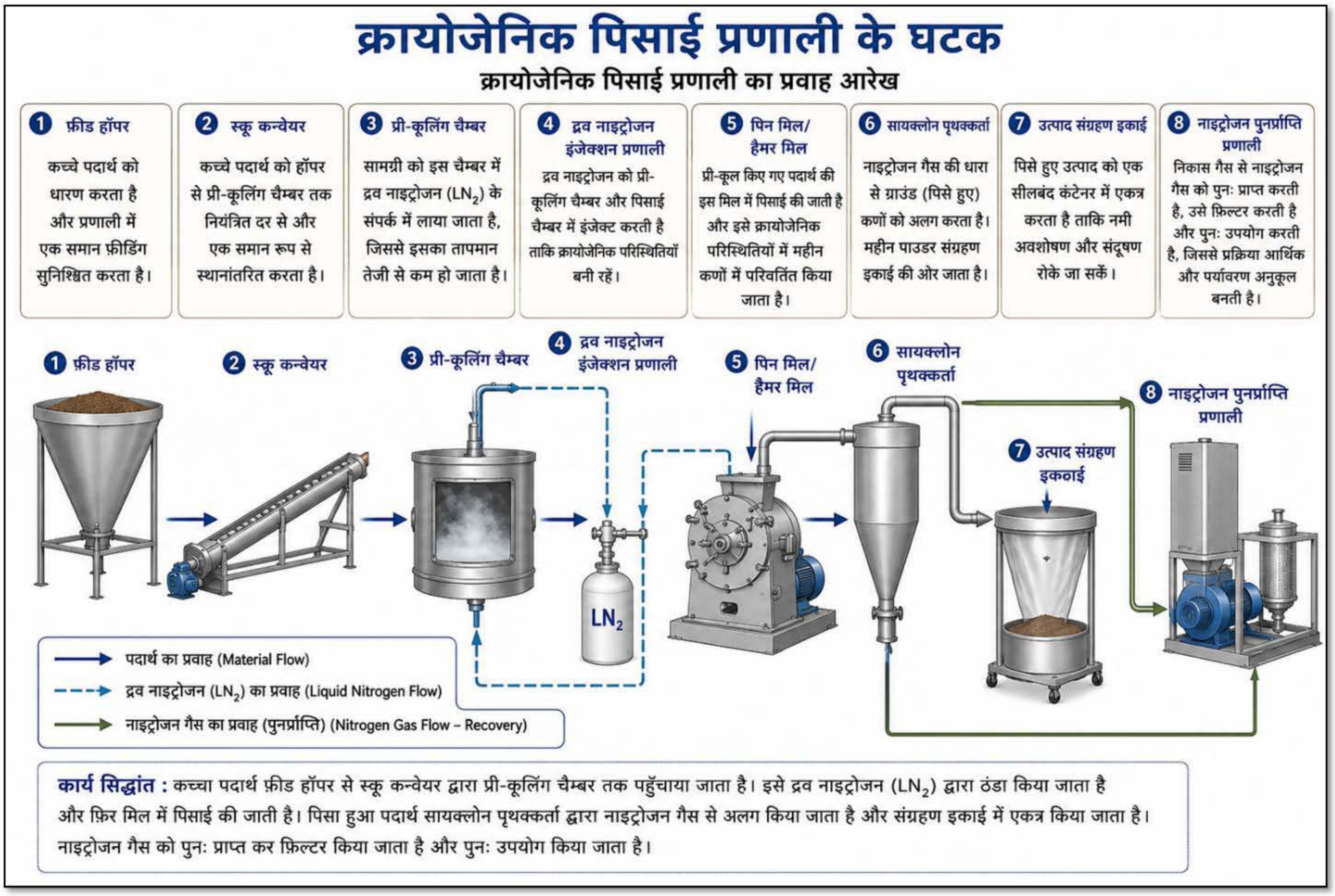
क्रायोजेनिक पिसाई प्रणाली के प्रमुख घटक

क्रायोजेनिक पिसाई प्रणाली एक विशेष रूप से डिजाइन की गई यांत्रिक एवं शीतलन प्रणाली है, जिसका उद्देश्य खाद्य पदार्थों को अत्यंत निम्न तापमान पर पीसकर उच्च गुणवत्ता वाला पाउडर प्राप्त करना है। इस प्रणाली में विभिन्न घटक क्रमबद्ध रूप से जुड़े होते हैं, जो सामग्री के प्रवाह, शीतलन, पिसाई तथा उत्पाद संग्रहण की प्रक्रिया को नियंत्रित करते हैं। क्रायोजेनिक पिसाई प्रणाली के प्रमुख घटकों में फीड हॉपर, स्क्रू कन्वेयर, प्री-कूलिंग चौम्बर, द्रव नाइट्रोजन इंजेक्शन प्रणाली, पिन मिल या हैमर मिल, साइक्लोन पृथक्कर्ता, उत्पाद संग्रहण इकाई तथा नाइट्रोजन पुनर्प्राप्ति प्रणाली शामिल हैं।

फीड हॉपर

फीड हॉपर क्रायोजेनिक पिसाई प्रणाली का प्रारंभिक घटक होता है। इसमें पिसाई हेतु कच्चा पदार्थ जैसे मसाले,

फीड हॉपर से लेकर नाइट्रोजन पुनर्प्राप्ति प्रणाली तक सभी घटक नियंत्रित शीतलन एवं उच्च दक्षता वाली पिसाई सुनिश्चित करते हैं।



क्रायोजेनिक पिसाई संयंत्र का संरचनात्मक एवं प्रक्रिया प्रवाह चित्र

जड़ी-बूटियाँ, अनाज अथवा अन्य खाद्य सामग्री डाली जाती है। हॉपर का मुख्य कार्य सामग्री को नियंत्रित एवं समान दर से आगे की प्रणाली में भेजना होता है। उचित फीडिंग दर बनाए रखने से पूरी पिसाई प्रक्रिया स्थिर रहती है तथा उत्पाद की गुणवत्ता में एकरूपता बनी रहती है। हॉपर सामान्यत: स्टेनलेस स्टील से निर्मित होता है ताकि खाद्य सुरक्षा मानकों का पालन किया जा सके।

स्क्रू कन्वेयर

फीड हॉपर से सामग्री स्क्रू कन्वेयर के माध्यम से प्री-कूलिंग चैम्बर तक पहुँचाई जाती है। यह एक बेलनाकार नली के भीतर घूमने वाले हेलिकल स्क्रू से बना होता है, जो सामग्री को नियंत्रित गति से आगे बढ़ाता है। स्क्रू कन्वेयर का उपयोग सामग्री के समान प्रवाह को बनाए रखने तथा शीतलन प्रक्रिया को प्रभावी बनाने के लिए किया जाता है। इसकी गति को आवश्यकता अनुसार नियंत्रित किया जा सकता है ताकि सामग्री को पर्याप्त शीतलन समय प्राप्त हो सके।

प्री-कूलिंग चैम्बर

प्री-कूलिंग चैम्बर क्रायोजेनिक प्रणाली का अत्यंत महत्वपूर्ण भाग है। इस चैम्बर में सामग्री को द्रव नाइट्रोजन के संपर्क में लाकर उसका तापमान तेजी से कम किया जाता है। सामान्यत: सामग्री का तापमान –50 डिग्री सेल्सियस से –150 डिग्री सेल्सियस तक लाया जाता है। इस निम्न तापमान पर खाद्य पदार्थों की संरचना कठोर एवं भंगुर हो जाती है, जिससे उनकी पिसाई अधिक प्रभावी ढंग से हो सकती है। प्री-कूलिंग से पिसाई के दौरान उत्पन्न ऊष्मा भी नियंत्रित रहती है तथा वाष्पशील तेलों और सुगंधित यौगिकों का संरक्षण होता है।

द्रव नाइट्रोजन इंजेक्शन प्रणाली

यह प्रणाली द्रव नाइट्रोजन को नियंत्रित मात्रा में प्री-कूलिंग चैम्बर तथा ग्राइंडिंग मिल में प्रविष्ट कराती है। द्रव नाइट्रोजन का तापमान लगभग –196 डिग्री सेल्सियस होता है, जिससे सामग्री शीघ्रता से ठंडी हो जाती है। इंजेक्शन प्रणाली में नाइट्रोजन टैंक, वाल्व, पाइपलाइन तथा नियंत्रण इकाइयाँ होती हैं जो आवश्यकतानुसार शीतलक की आपूर्ति सुनिश्चित करती हैं। यह प्रणाली पूरी पिसाई प्रक्रिया के दौरान क्रायोजेनिक परिस्थितियों को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

पिन मिल/हैमर मिल

पूर्व-शीतलित सामग्री को पिन मिल अथवा हैमर मिल में भेजा जाता है, जहाँ वास्तविक पिसाई की प्रक्रिया संपन्न होती

है। पिन मिल में उच्च गति से घूमने वाले पिन तथा हैमर मिल में घूमते हुए हथौड़े सामग्री पर प्रभाव डालते हैं, जिससे वह टूटकर अत्यंत महीन कणों में परिवर्तित हो जाती है। चूँकि सामग्री पहले से ही भंगुर अवस्था में होती है, इसलिए कम ऊर्जा में अधिक सूक्ष्म और समान कण आकार प्राप्त किया जा सकता है। इस चरण में भी द्रव नाइट्रोजन की आपूर्ति जारी रहती है ताकि तापमान नियंत्रित बना रहे।

साइक्लोन पृथक्कर्ता

पिसाई के बाद उत्पाद और नाइट्रोजन गैस का मिश्रण साइक्लोन पृथक्कर्ता में प्रवेश करता है। यह उपकरण केन्द्रापसारक बल के सिद्धांत पर कार्य करता है। भारी पिसे हुए कण नीचे की ओर एकत्रित हो जाते हैं जबकि हल्की नाइट्रोजन गैस ऊपर की ओर निकल जाती है। इस प्रकार साइक्लोन पृथक्कर्ता उत्पाद को गैसीय नाइट्रोजन से प्रभावी ढंग से अलग करता है तथा उत्पाद हानि को कम करता है।

उत्पाद संग्रहण इकाई

साइक्लोन पृथक्कर्ता से अलग किए गए पिसे हुए उत्पाद को संग्रहण इकाई में एकत्र किया जाता है। यह इकाई सामान्यत: बंद होती है ताकि वातावरणीय नमी, धूल अथवा अन्य संदूषकों का प्रवेश न हो सके। इस इकाई में संग्रहित उत्पाद उच्च गुणवत्ता वाला, समान कण आकार वाला तथा सुगंध एवं स्वाद से भरपूर होता है। बाद में इसे पैकेजिंग या अन्य प्रसंस्करण कार्यों के लिए उपयोग किया जाता है।

नाइट्रोजन पुनर्प्राप्ति प्रणाली

क्रायोजेनिक पिसाई के दौरान उपयोग की गई द्रव नाइट्रोजन गैसीय नाइट्रोजन में परिवर्तित हो जाती है। इस गैस को नाइट्रोजन पुनर्प्राप्ति प्रणाली द्वारा एकत्रित किया जाता है। कुछ उन्नत प्रणालियों में गैस को फिल्टर कर पुन: उपयोग में लाया जाता है, जिससे प्रक्रिया की लागत कम होती है और ऊर्जा दक्षता बढ़ती है। इसके अतिरिक्त, नाइट्रोजन गैस ऑक्सीजन की उपस्थिति को कम करके उत्पाद के ऑक्सीकरण को रोकती है, जिससे उसकी गुणवत्ता और भंडारण क्षमता में वृद्धि होती है।

क्रायोजेनिक पिसाई के लाभ

क्रायोजेनिक पिसाई खाद्य प्रसंस्करण उद्योग में एक अत्याधुनिक तकनीक है, जो पारंपरिक पिसाई की तुलना में उत्पाद की गुणवत्ता को बेहतर बनाए रखने में अत्यंत प्रभावी सिद्ध हुई है। विशेष रूप से मसालों, जड़ी-बूटियों, औषधीय पौधों तथा अन्य ऊष्मा-संवेदनशील खाद्य पदार्थों के लिए यह तकनीक अनेक गुणवत्ता संबंधी लाभ प्रदान करती है। क्रायोजेनिक परिस्थितियों में पिसाई के दौरान तापमान अत्यंत निम्न स्तर पर बनाए रखा जाता है, जिससे खाद्य पदार्थों के स्वाद, सुगंध, रंग तथा पोषण गुणों का संरक्षण संभव हो पाता है।

भाकृअनुप- सीफेट, लुधियाना में उपलब्ध क्रायोजेनिक पिसाई संयंत्र

यह तकनीक सुगंध, आवश्यक तेल, प्राकृतिक रंग और पोषक तत्वों का संरक्षण कर उत्पाद की गुणवत्ता, शेल्फ लाइफ एवं बाजार मूल्य में वृद्धि करती है।

सुगंध का बेहतर संरक्षण

मसालों और जड़ी-बूटियों का प्रमुख गुण उनकी विशिष्ट सुगंध होती है, जो उनमें उपस्थित वाष्पशील सुगंधित यौगिकों के कारण उत्पन्न होती है। पारंपरिक पिसाई के दौरान उत्पन्न ऊष्मा इन यौगिकों को वाष्पित कर देती है, जिसके परिणामस्वरूप उत्पाद की सुगंध में कमी आ जाती है। इसके विपरीत, क्रायोजेनिक पिसाई में तापमान -196 डिग्री सेल्सियस तक नियंत्रित रखा जाता है, जिससे वाष्पशील यौगिक सुरक्षित बने रहते हैं। परिणामस्वरूप पिसे हुए मसालों की प्राकृतिक सुगंध लंबे समय तक बनी रहती है। काली मिर्च, इलायची, लौंग, दालचीनी तथा धनिया जैसे मसालों में यह लाभ विशेष रूप से देखा जाता है। बेहतर सुगंध संरक्षण से उत्पाद की गुणवत्ता और बाजार मूल्य दोनों में वृद्धि होती है।

वाष्पशील तेलों का संरक्षण

अनेक मसालों एवं औषधीय पौधों में आवश्यक तेल पाए जाते हैं, जो उनके स्वाद, औषधीय गुणों तथा सुगंध के लिए जिम्मेदार होते हैं। सामान्य पिसाई के दौरान तापमान बढ़ने से इन तेलों का आंशिक वाष्पीकरण या ऑक्सीकरण हो जाता है, जिससे उत्पाद की गुणवत्ता प्रभावित होती है। क्रायोजेनिक पिसाई में निम्न तापमान के कारण आवश्यक तेलों का नुकसान न्यूनतम होता है। उदाहरण के लिए, काली मिर्च में उपस्थित पाइपरिन, इलायची के सुगंधित तेल, अदरक के जिंजरोल तथा हल्दी के सक्रिय घटक अधिक मात्रा में संरक्षित रहते हैं। इस प्रकार क्रायोजेनिक पिसाई से प्राप्त उत्पाद अधिक स्वादिष्ट, सुगंधित और पोषण की दृष्टि से समृद्ध होते हैं।

रंग का बेहतर संरक्षण

खाद्य पदार्थों की उपभोक्ता स्वीकार्यता में रंग एक महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। पारंपरिक पिसाई के दौरान उत्पन्न ऊष्मा और ऑक्सीकरण के कारण प्राकृतिक रंगद्रव्यों का विघटन हो सकता है, जिससे उत्पाद का रंग फीका पड़ जाता है। उदाहरण के लिए, हल्दी का चमकीला पीला रंग, लाल मिर्च का गहरा लाल रंग तथा हरी जड़ी-बूटियों का प्राकृतिक हरा रंग ऊष्मा के प्रभाव से प्रभावित हो सकता है। क्रायोजेनिक पिसाई में निम्न तापमान और निष्क्रिय नाइट्रोजन वातावरण ऑक्सीकरण को कम करते हैं, जिससे प्राकृतिक रंगों का संरक्षण बेहतर होता है। परिणामस्वरूप उत्पाद आकर्षक दिखाई देता है और उसकी बाजार मांग बढ़ जाती है।

प्रसंस्करण संबंधी लाभ

क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक प्रसंस्करण दक्षता में महत्वपूर्ण सुधार लाती है। पारंपरिक पिसाई के दौरान उत्पन्न ऊष्मा के कारण वसा एवं नमी युक्त खाद्य पदार्थ नरम होकर मशीन के विभिन्न भागों में चिपकने लगते हैं, जिससे अवरोधन की समस्या उत्पन्न होती है और उत्पादन क्षमता प्रभावित होती है। इसके विपरीत, क्रायोजेनिक पिसाई में अत्यंत निम्न तापमान के कारण सामग्री कठोर एवं भंगुर बनी रहती है, जिससे चिपकाव की समस्या लगभग समाप्त हो जाती है और मशीन का संचालन सुचारू रूप से होता है। भंगुरता बढ़ने के कारण सामग्री कम यांत्रिक बल में आसानी से टूट जाती है, जिससे पिसाई अधिक प्रभावी, ऊर्जा-कुशल तथा उत्पादक बनती है। इसके साथ ही, द्रव नाइट्रोजन द्वारा निर्मित निष्क्रिय वातावरण ऑक्सीजन की उपलब्धता को कम कर देता है, जिससे ऑक्सीकरण की प्रक्रिया न्यूनतम हो जाती है। परिणामस्वरूप उत्पाद की सुगंध, स्वाद, रंग, आवश्यक तेल तथा जैव सक्रिय यौगिक बेहतर रूप से सुरक्षित रहते हैं। इस प्रकार क्रायोजेनिक पिसाई न केवल बेहतर पिसाई दक्षता प्रदान करती है, बल्कि उत्पाद की गुणवत्ता और भंडारण क्षमता को भी बढ़ाती है।

भंडारण अवधि में वृद्धि

क्रायोजेनिक पिसाई से प्राप्त उत्पादों में ऑक्सीकरण, सुगंध हानि तथा गुणवत्ता क्षरण की दर कम होती है। आवश्यक तेलों, प्राकृतिक रंगों और सक्रिय यौगिकों के बेहतर संरक्षण

के कारण उत्पाद की गुणवत्ता लंबे समय तक बनी रहती है। इसके अतिरिक्त, निम्न तापमान पर प्रसंस्करण होने से सूक्ष्मजीवों की वृद्धि की संभावना भी कम हो जाती है। इन सभी कारणों से उत्पाद की शेल्फ लाइफ बढ़ जाती है और भंडारण के दौरान गुणवत्ता में कम गिरावट आती है।

व्यावसायिक लाभ

क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक से प्राप्त उत्पाद अपनी उच्च गुणवत्ता, बेहतर सुगंध, आकर्षक रंग तथा आवश्यक तेलों के उत्कृष्ट संरक्षण के कारण बाजार में अधिक प्रतिस्पर्धी और मूल्यवान होते हैं। पारंपरिक पिसाई की तुलना में इस तकनीक से तैयार मसाले एवं अन्य खाद्य उत्पाद अधिक प्राकृतिक गुणों को बनाए रखते हैं, जिसके कारण उन्हें प्रीमियम श्रेणी के उत्पादों के रूप में स्वीकार किया जाता है। अंतरराष्ट्रीय बाजारों में गुणवत्ता, शुद्धता, सुगंध और लंबी शेल्फ लाइफ वाले उत्पादों की मांग लगातार बढ़ रही है, और क्रायोजेनिक पिसाई से तैयार उत्पाद इन मानकों को प्रभावी रूप से पूरा करते हैं। इसके परिणामस्वरूप ऐसे उत्पादों की निर्यात संभावनाएँ बढ़ जाती हैं तथा खाद्य प्रसंस्करण उद्योगों को वैश्विक बाजारों में अपनी उपस्थिति मजबूत करने का अवसर मिलता है। इसके अतिरिक्त, बेहतर गुणवत्ता, उच्च उपभोक्ता स्वीकार्यता और अधिक भंडारण क्षमता के कारण इन उत्पादों को सामान्य उत्पादों की अपेक्षा अधिक बाजार मूल्य प्राप्त होता है। फलस्वरूप, क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक उद्योगों के लिए अधिक लाभप्रद सिद्ध होती है तथा मूल्य संवर्धित खाद्य उत्पादों के उत्पादन को बढ़ावा देती है।

खाद्य प्रसंस्करण में क्रायोजेनिक पिसाई के अनुप्रयोग

खाद्य प्रसंस्करण उद्योग में क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है, विशेष रूप से उन उत्पादों के लिए जिनमें सुगंधित यौगिक, आवश्यक तेल, प्राकृतिक रंग तथा ऊष्मा-संवेदनशील जैव सक्रिय घटक उपस्थित होते हैं। पारंपरिक पिसाई के दौरान उत्पन्न ऊष्मा के कारण इन महत्वपूर्ण घटकों की हानि हो सकती है, जबकि क्रायोजेनिक पिसाई अत्यंत निम्न तापमान पर कार्य करके उनकी गुणवत्ता को सुरक्षित रखती है। मसाला प्रसंस्करण इस तकनीक का सबसे महत्वपूर्ण अनुप्रयोग क्षेत्र है। काली मिर्च, हल्दी, धनिया, जीरा, इलायची तथा लाल मिर्च जैसे मसालों में उपस्थित आवश्यक तेल और वाष्पशील सुगंधित यौगिक निम्न तापमान पर संरक्षित रहते हैं, जिससे पिसे हुए उत्पाद की सुगंध, स्वाद और रंग बेहतर बने रहते हैं। इसी प्रकार पुदीना, तुलसी तथा

मसाले, जड़ी-बूटियाँ, चाय, कॉफी, फल-सब्जी पाउडर, न्यूट्रास्यूटिकल्स तथा उच्च वसा युक्त खाद्य पदार्थों के प्रसंस्करण में यह तकनीक अत्यंत उपयोगी है।

ओरिगैनो जैसी जड़ी-बूटियों और औषधीय पौधों में उपस्थित जैव सक्रिय यौगिकों का संरक्षण भी अधिक प्रभावी ढंग से होता है। चाय और कॉफी उद्योग में यह तकनीक विशेष महत्व रखती है क्योंकि इससे उनके विशिष्ट फ्लेवर यौगिकों का नुकसान कम होता है और अंतिम उत्पाद की गुणवत्ता में सुधार होता है। इसके अतिरिक्त, फल एवं सब्जियों से प्राप्त पाउडरों में प्राकृतिक रंग, विटामिन और एंटीऑक्सीडेंट सुरक्षित रहते हैं, जिससे इनका उपयोग उच्च गुणवत्ता वाले खाद्य उत्पादों में किया जा सकता है।

क्रायोजेनिक पिसाई का महत्व केवल मसालों और जड़ी-बूटियों तक सीमित नहीं है, बल्कि यह कार्यात्मक खाद्य पदार्थों, न्यूट्रास्यूटिकल्स तथा उच्च वसा युक्त खाद्य सामग्रियों के प्रसंस्करण में भी व्यापक रूप से उपयोग की जाती है। प्रोबायोटिक मिश्रण, पौध-आधारित प्रोटीन, आहार रेशे और जैव सक्रिय खाद्य अवयवों के प्रसंस्करण में यह तकनीक उनके पोषण एवं कार्यात्मक गुणों को सुरक्षित रखने में सहायक होती है। इसी प्रकार तिलहन, कोको तथा विभिन्न प्रकार के मेवे जैसे उच्च वसा युक्त पदार्थों की पिसाई पारंपरिक तकनीकों द्वारा कठिन होती है क्योंकि इनमें चिपकने और अवरोधन की समस्या उत्पन्न होती है। क्रायोजेनिक तापमान पर वसा कठोर हो जाती है, जिससे इन पदार्थों की पिसाई सरल और अधिक कुशल हो जाती है। परिणामस्वरूप अधिक महीन, समान कण आकार वाले तथा उच्च गुणवत्ता युक्त उत्पाद प्राप्त होते हैं। बेहतर गुणवत्ता, लंबी शेल्फ लाइफ, अधिक उपभोक्ता स्वीकार्यता तथा अंतरराष्ट्रीय बाजार में बढ़ती मांग के कारण क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक आधुनिक खाद्य प्रसंस्करण उद्योग की एक

महत्वपूर्ण और मूल्यवर्धक तकनीक के रूप में स्थापित हो चुकी है।

पारंपरिक पिसाई एवं क्रायोजेनिक पिसाई की तुलना

पारंपरिक पिसाई और क्रायोजेनिक पिसाई दोनों का उद्देश्य खाद्य पदार्थों का कण आकार कम करना है, लेकिन उत्पाद की गुणवत्ता और प्रसंस्करण दक्षता के संदर्भ में दोनों में महत्वपूर्ण अंतर पाया जाता है। पारंपरिक पिसाई के दौरान घर्षण के कारण तापमान बढ़ जाता है, जिससे मसालों और जड़ी-बूटियों में उपस्थित वाष्पशील तेल, सुगंधित यौगिक तथा प्राकृतिक रंगों का नुकसान हो सकता है। इसके विपरीत, क्रायोजेनिक पिसाई में द्रव नाइट्रोजन द्वारा अत्यंत निम्न तापमान बनाए रखा जाता है, जिससे उत्पाद की सुगंध, स्वाद और पोषक गुण सुरक्षित रहते हैं। पारंपरिक पिसाई में चिपकने, मशीन अवरोधन तथा असमान कण आकार की समस्याएँ सामान्य होती हैं, जबकि क्रायोजेनिक पिसाई में सामग्री भंगुर हो जाने के कारण अधिक महीन और समान कण प्राप्त होते हैं। इसके अतिरिक्त, क्रायोजेनिक पिसाई में ऑक्सीकरण कम होता है, जिससे उत्पाद की शेल्फ लाइफ बढ़ जाती है। यद्यपि इस तकनीक की प्रारंभिक लागत अधिक होती है, फिर भी उच्च गुणवत्ता, बेहतर बाजार मूल्य और निर्यात संभावनाओं के कारण यह आधुनिक खाद्य प्रसंस्करण उद्योग के लिए अधिक लाभकारी एवं उन्नत विकल्प माना जाता है।

पारंपरिक पिसाई की तुलना में क्रायोजेनिक पिसाई बेहतर गुणवत्ता, समान कण आकार, कम ऑक्सीकरण एवं अधिक शेल्फ लाइफ प्रदान करती है।

आर्थिक पहलू एवं चुनौतियाँ

क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक खाद्य उद्योग को उच्च गुणवत्ता वाले उत्पाद प्रदान करती है, किंतु इसके साथ कुछ आर्थिक पहलू और चुनौतियाँ भी जुड़ी हुई हैं। इस प्रणाली की स्थापना के लिए विशेष उपकरणों जैसे द्रव नाइट्रोजन भंडारण टैंक, प्री-कूलिंग चैम्बर, क्रायोजेनिक मिल तथा नाइट्रोजन पुनर्प्राप्ति प्रणाली की आवश्यकता होती है, जिसके कारण प्रारंभिक पूंजी निवेश पारंपरिक पिसाई प्रणालियों की तुलना में अधिक होता है। इसके अतिरिक्त, द्रव नाइट्रोजन की नियमित आपूर्ति और उसकी लागत संचालन व्यय का एक महत्वपूर्ण भाग होती है। ऊर्जा खपत, उपकरणों का रखरखाव तथा सुरक्षा प्रबंधन भी कुल लागत को प्रभावित करते हैं। इस तकनीक की प्रमुख चुनौतियों में उच्च प्रारंभिक लागत, द्रव नाइट्रोजन की निरंतर उपलब्धता तथा प्रशिक्षित एवं कुशल ऑपरेटरों की आवश्यकता शामिल है। जिन क्षेत्रों में द्रव नाइट्रोजन की आपूर्ति सीमित

सारणी 1. विभिन्न खाद्य क्षेत्रों में क्रायोजेनिक पिसाई के प्रमुख लाभ

अनुप्रयोग क्षेत्र	प्रमुख महत्व
मसाला प्रसंस्करण	सुगंध, स्वाद, रंग एवं आवश्यक तेलों का संरक्षण
जड़ी-बूटियाँ एवं औषधीय पौधे	जैव सक्रिय एवं औषधीय यौगिकों का संरक्षण
चाय एवं कॉफी	प्राकृतिक फ्लेवर एवं सुगंध को सुरक्षित रखना
फल एवं सब्जी पाउडर	पोषक तत्वों, रंग एवं एंटीऑक्सीडेंट्स का संरक्षण
कार्यात्मक खाद्य पदार्थ	स्वास्थ्यवर्धक घटकों की स्थिरता बनाए रखना
उच्च वसा युक्त खाद्य पदार्थ	तेल रिसाव, चिपकने एवं अवरोधन की समस्या को कम करना
निर्यातोन्मुख उत्पाद	अंतरराष्ट्रीय गुणवत्ता मानकों को पूरा करना
प्रीमियम खाद्य उत्पाद	उच्च गुणवत्ता एवं अधिक बाजार मूल्य प्राप्त करना

यद्यपि प्रारंभिक निवेश एवं द्रव नाइट्रोजन की लागत अधिक होती है, फिर भी प्रीमियम गुणवत्ता और बेहतर बाजार मूल्य इसे दीर्घकाल में लाभदायक बनाते हैं।

होती है, वहाँ इस तकनीक को अपनाना कठिन हो सकता है। इसके बावजूद, उच्च गुणवत्ता, बेहतर सुगंध संरक्षण, लंबी शेल्फ लाइफ तथा प्रीमियम बाजार मूल्य के कारण बड़े पैमाने पर मसाला, औषधीय पौधों एवं विशेष खाद्य उत्पादों के प्रसंस्करण में क्रायोजेनिक पिसाई आर्थिक रूप से लाभदायक सिद्ध हो सकती है।

भविष्य की संभावनाएँ

खाद्य प्रसंस्करण उद्योग में गुणवत्ता, सुरक्षा और मूल्य संवर्धन की बढ़ती मांग के साथ क्रायोजेनिक पिसाई तकनीक की संभावनाएँ निरंतर बढ़ रही हैं। विशेष रूप से प्रीमियम मसाला उद्योग में इस तकनीक का महत्व तेजी से बढ़ रहा है क्योंकि उपभोक्ता अब अधिक सुगंधित, प्राकृतिक रंग वाले और उच्च गुणवत्ता वाले मसालों को प्राथमिकता दे रहे हैं। अंतरराष्ट्रीय बाजारों में निर्यात-योग्य खाद्य उत्पादों की मांग भी बढ़ रही है, जहाँ उत्पाद की गुणवत्ता, शुद्धता तथा शेल्फ लाइफ प्रमुख मानदंड होते हैं। क्रायोजेनिक पिसाई इन आवश्यकताओं को पूरा करने में सक्षम है, इसलिए यह मसालों, जड़ी-बूटियों, चाय, कॉफी तथा विशेष खाद्य अवयवों के निर्यात में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है। इसके अतिरिक्त, कार्यात्मक खाद्य पदार्थों और न्यूट्रास्यूटिकल्स के क्षेत्र में भी इस तकनीक की उपयोगिता बढ़ रही है, क्योंकि यह जैव सक्रिय यौगिकों, एंटीऑक्सीडेंट्स तथा पोषक तत्वों के संरक्षण में अत्यंत प्रभावी है।

भविष्य में सतत एवं पर्यावरण-अनुकूल खाद्य प्रसंस्करण तकनीकों के विकास के साथ क्रायोजेनिक पिसाई और अधिक महत्वपूर्ण बन सकती है। उन्नत नाइट्रोजन पुनर्प्राप्ति एवं पुनर्चक्रण प्रणालियों के विकास से द्रव नाइट्रोजन की खपत और संचालन लागत को कम किया जा सकेगा, जिससे यह तकनीक अधिक आर्थिक और ऊर्जा-कुशल बनेगी। स्वचालन, प्रक्रिया नियंत्रण तथा ऊर्जा दक्षता में सुधार के साथ यह तकनीक मध्यम एवं छोटे उद्योगों के लिए भी सुलभ हो सकती है। इसलिए भविष्य में क्रायोजेनिक पिसाई को उच्च गुणवत्ता वाले, मूल्यवर्धित तथा निर्यातोन्मुख खाद्य उत्पादों के उत्पादन की एक प्रमुख तकनीक के रूप में व्यापक स्वीकृति मिलने की संभावना है।

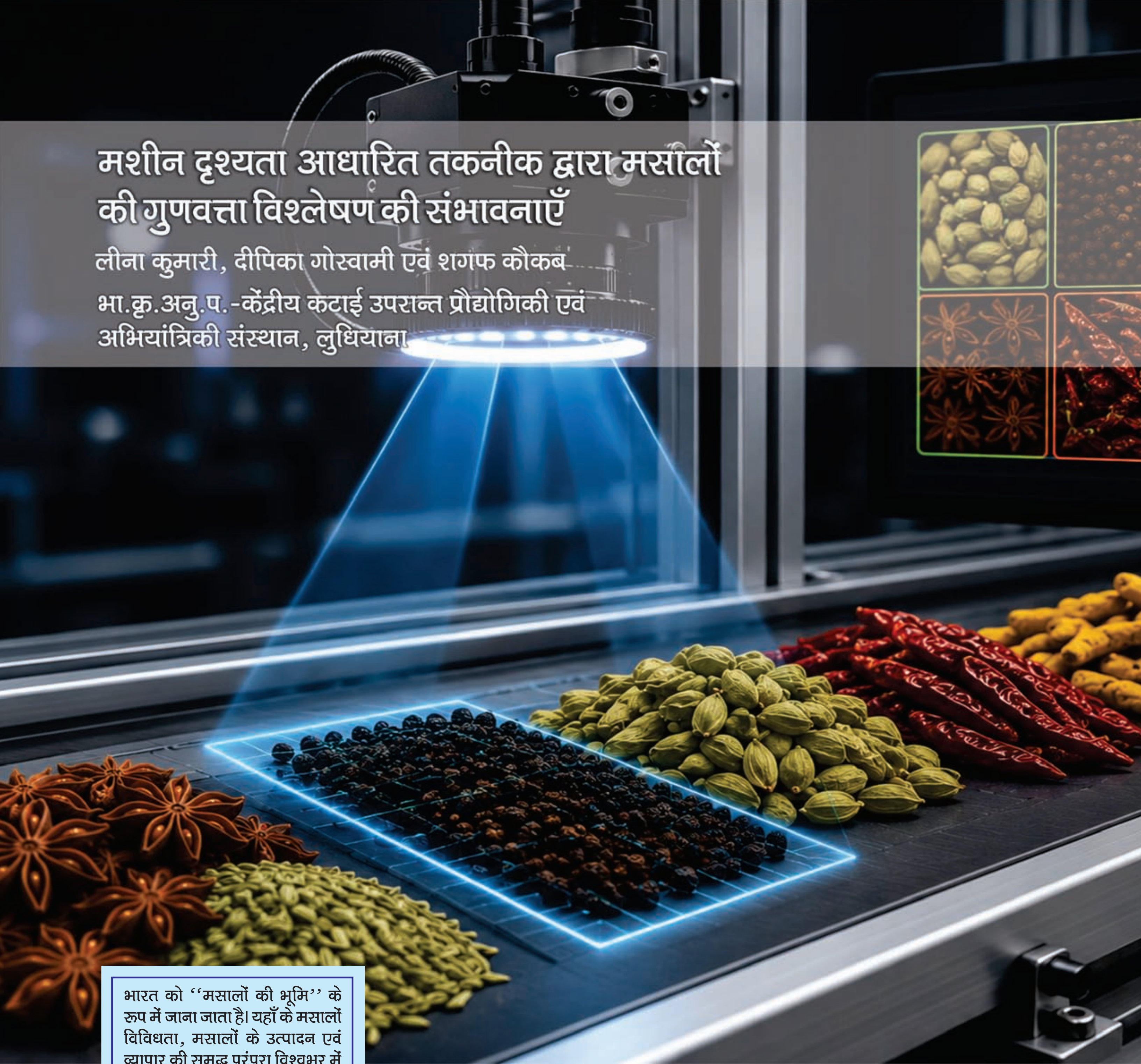
निष्कर्ष

क्रायोजेनिक पिसाई एक आधुनिक और उन्नत आकार न्यूनीकरण तकनीक है, जिसमें द्रव नाइट्रोजन की सहायता से खाद्य पदार्थों को अत्यंत निम्न तापमान पर पीसा जाता है। यह तकनीक पारंपरिक पिसाई की तुलना में उत्पाद की सुगंध, स्वाद, प्राकृतिक रंग, आवश्यक तेलों तथा अन्य जैव सक्रिय घटकों के संरक्षण में अत्यधिक प्रभावी सिद्ध हुई है। क्रायोजेनिक परिस्थितियों में सामग्री की भंगुरता बढ़ने से अधिक महीन और समान कण आकार प्राप्त होते हैं, जबकि ऑक्सीकरण, चिपकने तथा ऊष्मीय क्षति जैसी समस्याएँ न्यूनतम हो जाती हैं। यही कारण है कि मसाला प्रसंस्करण, जड़ी-बूटियों, औषधीय पौधों, चाय, कॉफी, फल एवं सब्जी पाउडर तथा उच्च वसा युक्त खाद्य पदार्थों के प्रसंस्करण में इसका व्यापक उपयोग हो रहा है।

खाद्य उद्योग में उच्च गुणवत्ता वाले उत्पादों की बढ़ती मांग तथा वैश्विक बाजार में प्रतिस्पर्धा को देखते हुए क्रायोजेनिक पिसाई का महत्व लगातार बढ़ रहा है। यद्यपि इसकी प्रारंभिक लागत अपेक्षाकृत अधिक है, फिर भी बेहतर उत्पाद गुणवत्ता, लंबी शेल्फ लाइफ, उच्च बाजार मूल्य तथा निर्यात संभावनाओं के कारण यह तकनीक दीर्घकाल में आर्थिक रूप से लाभकारी सिद्ध हो सकती है। कार्यात्मक खाद्य पदार्थों, न्यूट्रास्यूटिकल्स तथा अन्य मूल्यवर्धित खाद्य उत्पादों के विकास में भी इसकी महत्वपूर्ण भूमिका रहने की संभावना है। इसलिए क्रायोजेनिक पिसाई को भविष्य की खाद्य प्रसंस्करण तकनीकों में एक प्रभावशाली, टिकाऊ तथा उच्च मूल्य संवर्धन वाली तकनीक के रूप में देखा जा सकता है।

मशीन दृश्यता आधारित तकनीक द्वारा मसालों की गुणवत्ता विश्लेषण की संभावनाएँ

लीना कुमारी, दीपिका गोस्वामी एवं शगफ कौकब
भा.कृ.अनु.प.-केंद्रीय कटाई उपरान्त प्रौद्योगिकी एवं अभियांत्रिकी संस्थान, लुधियाना



भारत को ''मसालों की भूमि'' के रूप में जाना जाता है। यहाँ के मसालों विविधता, मसालों के उत्पादन एवं व्यापार की समृद्ध परंपरा विश्वभर में प्रसिद्ध है। भारतीय मसाले प्राचीन काल से ही वैश्विक व्यापार का महत्वपूर्ण हिस्सा रहे हैं तथा अपनी उत्कृष्ट गुणवत्ता एवं विशिष्ट गुणों के कारण अंतरराष्ट्रीय स्तर पर विशेष पहचान बना चुके हैं। मसालों की गुणवत्ता से संबंधित प्रमुख समस्याओं में मिलावट तथा विभिन्न प्रकार के संदूषकों की उपस्थिति शामिल है, जो उपभोक्ताओं के स्वास्थ्य पर प्रतिकूल प्रभाव डाल सकती है। दृश्यता आधारित (इमेजिंग) तकनीकों का उपयोग इन मिलावटों एवं संदूषकों की पहचान करने के साथ-साथ उन आंतरिक दोषों का पता लगाने के लिए भी किया जा सकता है, जिन्हें सामान्य निरीक्षण द्वारा पहचानना कठिन होता है।

इमेजिंग तकनीकें इलेक्ट्रॉनिक्स, प्रकाशीय उपकरणों तथा कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित सॉफ्टवेयर के समन्वय पर आधारित होती हैं। इनकी सहायता से प्राप्त चित्रों का विश्लेषण कर परीक्षणाधीन वस्तु के बारे में विस्तृत एवं गहन जानकारी प्राप्त की जाती है। इस लेख में कैमरा आधारित कंप्यूटर विजन अथवा मशीन विजन तकनीक तथा मसालों की गुणवत्ता निरीक्षण में इसके विभिन्न अनुप्रयोगों का संक्षेप वर्णन दिया गया है।

मशीन दृश्यता आधारित तकनीक मसालों की गुणवत्ता का गैर-विनाशकारी तरीके से त्वरित आकलन करने की प्रभावी तकनीक है।

परिचय

मसाले प्राकृतिक रूप से प्राप्त पौधों के वे भाग हैं, जिन्हें साबुत अथवा पिसे हुए रूप में उनके विशिष्ट स्वाद, सुगंध अथवा तीखेपन के कारण उपयोग किया जाता है। भारत में काली मिर्च, इलायची, हल्दी, अदरक, मिर्च, जीरा, धनिया, सौंफ, मेथी, लौंग, दालचीनी तथा जायफल सहित अनेक प्रकार के मसालों का उत्पादन किया जाता है। मसालों का उपयोग केवल भोजन को स्वादिष्ट बनाने तक सीमित नहीं है, बल्कि ये खाद्य प्रसंस्करण, औषधि निर्माण, सौंदर्य प्रसाधन, इत्र, न्यूट्रास्यूटिकल तथा अन्य अनेक उद्योगों के लिए महत्वपूर्ण कच्चे माल के रूप में भी प्रयुक्त होते हैं।

उच्च गुणवत्ता वाले मसालों की बाजार में अत्यधिक मांग रहती है तथा उपभोक्ता उनकी बेहतर गुणवत्ता के लिए अधिक मूल्य देने को भी तैयार रहते हैं। किंतु मसालों में सस्ते पदार्थों की मिलावट एक गंभीर समस्या है, जो न केवल मानव स्वास्थ्य के लिए हानिकारक हो सकती है बल्कि आर्थिक नुकसान का भी कारण बनती है। विशेषकर पिसे हुए मसालों में प्राकृतिक एवं कृत्रिम रंगों तथा अन्य मिलावटी पदार्थों का उपयोग किया जाता है। उदाहरणस्वरूप, मिर्च पाउडर में सूडान डाई, हल्दी पाउडर में पीला चॉक पाउडर, लेड क्रोमेट तथा विभिन्न मसालों में संगमरमर का चूर्ण मिलाया जाता है। वैश्वीकरण के वर्तमान दौर में, जब एक देश में उत्पादित मसाले अनेक देशों में निर्यात किए जाते हैं, तब उनकी गुणवत्ता बनाए रखना अत्यंत आवश्यक हो जाता है। यह तभी संभव है जब गुणवत्ता मूल्यांकन के लिए सुदृढ़, तीव्र तथा प्रभावी तकनीकों का उपयोग किया जाए।

इमेज कैप्चरिंग उपकरणों (कैमरा एवं स्कैनर), उच्च क्षमता वाले कंप्यूटर हार्डवेयर, उन्नत सॉफ्टवेयर तथा आधुनिक विश्लेषणात्मक उपकरणों के विकास ने ऐसे शक्तिशाली गैर-विनाशकारी गुणवत्ता मूल्यांकन साधनों का विकास संभव बनाया है, जिनकी सहायता से खाद्य पदार्थों के बाह्य एवं आंतरिक दोनों प्रकार के गुणवत्ता गुणों का आकलन किया जा सकता है।

इमेजिंग तकनीक की मूलभूत जानकारी

इमेजिंग तकनीक में सामान्यत: एक इमेज अधिग्रहण उपकरण (कैमरा अथवा स्कैनर) तथा एक संगणकीय इकाई (कंप्यूटर यूनिट) शामिल होती है। कैमरा या स्कैनर द्वारा प्रसंस्करण, भंडारण अथवा तैयार उत्पाद के दौरान मानकीकृत प्रकाश व्यवस्था में उत्पाद की डिजिटल छवियाँ (चित्र) प्राप्त की जाती हैं। इसके पश्चात संगणकीय प्रणाली इन छवियों का विश्लेषण करके गुणवत्ता से संबंधित विभिन्न गुणों का निर्धारण एवं वर्णन करती है।

इमेजिंग तकनीक में सामान्यत: निम्नलिखित चरण शामिल होते हैं:

इमेज अधिग्रहण

इमेज अधिग्रहण इमेजिंग प्रक्रिया का प्रथम चरण है, जिसमें कैमरा अथवा स्कैनर की सहायता से मसालों की डिजिटल छवियाँ प्राप्त की जाती हैं। उच्च गुणवत्ता वाली छवियाँ आगे के विश्लेषण की सटीकता सुनिश्चित करती हैं।

इमेज पूर्व-प्रसंस्करण

इमेज पूर्व-प्रसंस्करण का उद्देश्य प्राप्त छवि की गुणवत्ता में सुधार करना तथा विश्लेषण के लिए उसे उपयुक्त बनाना होता है। इस चरण में शोर (नोयस) हटाना, अंतर (कंट्रास्ट) बढ़ाना, प्रकाश असमानता को सुधारना, रंग संतुलन तथा छवि का आकार मानकीकृत (रिसाइजिन्ग) किया जाता है।

इमेज विभाजन

इमेज विभाजन वह प्रक्रिया है जिसमें छवि से रुचिकर क्षेत्र (रिजन ऑफ इंटरेस्ट या आरओ आई) को पृष्ठभूमि से अलग किया जाता है। इस चरण में मसालों के दाने, दोषयुक्त भाग अथवा अन्य विशिष्ट क्षेत्रों की पहचान कर उन्हें पृथक किया जाता है। सटीक विभाजन आगे की विशेषता निष्कर्षण एवं वर्गीकरण प्रक्रिया के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण होता है।

विशेषता निष्कर्षण

विशेषता निष्कर्षण में विभाजित छवि से गुणवत्ता से संबंधित महत्वपूर्ण विशेषताएँ प्राप्त की जाती हैं। इनमें आकार, आकृति, रंग, बनावट (टेक्सचर), क्षेत्रफल, परिमाप तथा अन्य सांख्यिकीय एवं ज्यामितीय विशेषताएँ शामिल होती हैं। ये विशेषताएँ गुणवत्ता मूल्यांकन एवं वर्गीकरण का आधार बनती हैं।

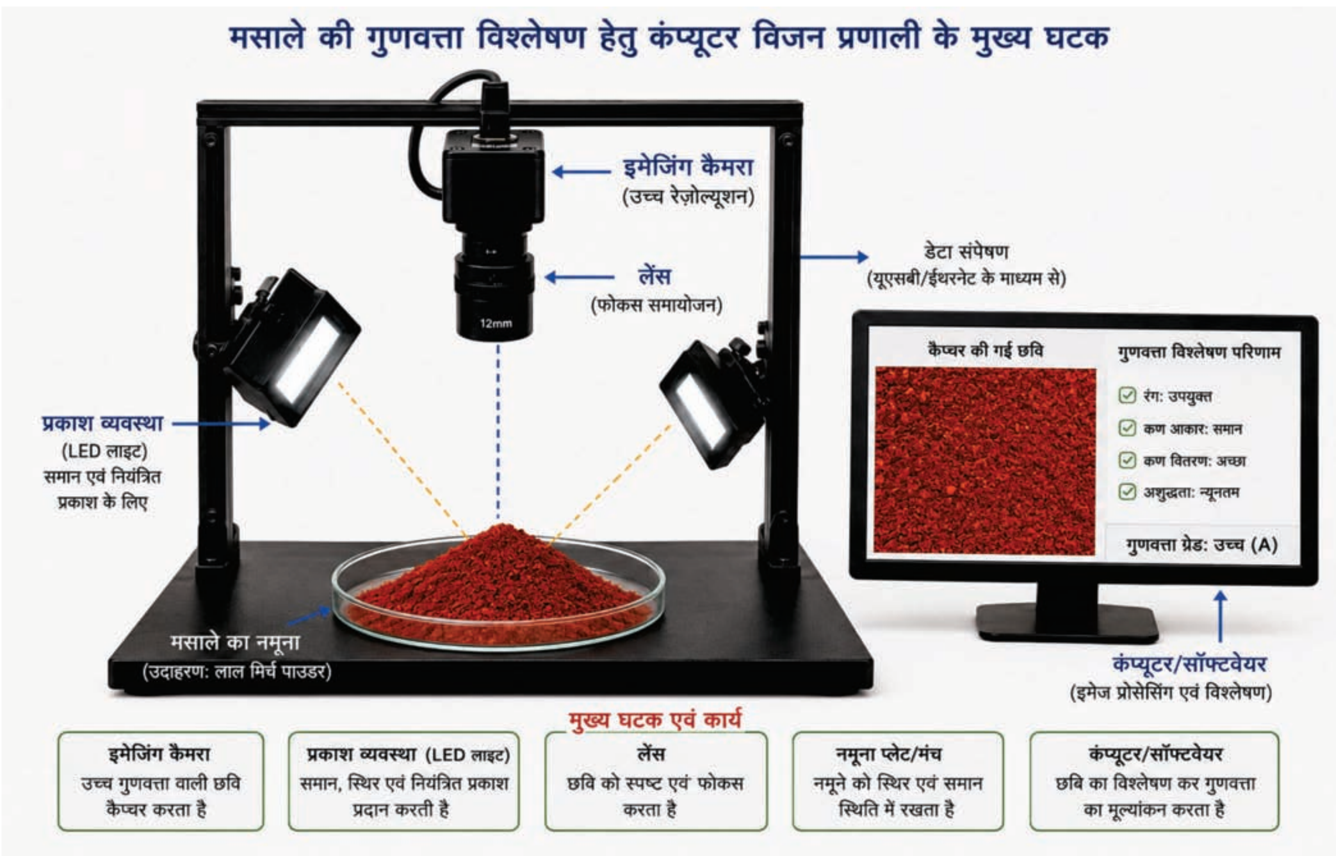
वर्गीकरण

वर्गीकरण अंतिम चरण है, जिसमें प्राप्त विशेषताओं के आधार पर मसालों को विभिन्न गुणवत्ता श्रेणियों में विभाजित किया जाता है। इस प्रक्रिया में मशीन लर्निंग, डीप लर्निंग अथवा अन्य कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित एल्गोरिदम का उपयोग किया जाता है। वर्गीकरण के माध्यम से मसालों की ग्रेडिंग, छंटाई, मिलावट की पहचान तथा दोषयुक्त नमूनों का स्वचालित चयन किया जा सकता है।

डिजिटल छवि (इमेज) विश्लेषण द्वारा मसालों के आकार, आकृति, रंग एवं बनावट जैसी भौतिक विशेषताओं का सटीक आकलन किया जा सकता है।

कंप्यूटर विजन अथवा कैमरा आधारित इमेजिंग तकनीक

कंप्यूटर विजन अथवा कैमरा आधारित इमेजिंग तकनीक, खाद्य पदार्थों की बाह्य गुणवत्ता जांच के लिए सर्वाधिक प्रचलित



कंप्यूटर विजन आधारित मसाला गुणवत्ता निरीक्षण प्रणाली का योजनात्मक चित्र

एवं व्यापक रूप से उपयोग की जाने वाली इमेजिंग तकनीक है। यह तकनीक कैमरे द्वारा छवियों का अधिग्रहण करके मानव नेत्र की दृष्टि प्रणाली का अनुकरण करती है। सामान्यत: कैमरा लाल, हरा तथा नीले रंगों (आरजीबी) के अनुरूप तीन फिल्टरों का उपयोग करके उत्पाद की डिजिटल छवियाँ प्राप्त करता है। इस तकनीक के प्रमुख घटकों में निम्नलिखित शामिल हैं:

- कैमरा
- प्रकाश स्रोत
- इमेज कैप्चर बोर्ड अथवा फ्रेम ग्रैबर
- इमेज विश्लेषण सॉफ्टवेयर
- कंप्यूटर प्रणाली

इस प्रणाली का सबसे महत्वपूर्ण घटक कैमरा होता है। कैमरा नमूने की सतह से परावर्तित प्रकाश को ग्रहण करता है तथा उसे विद्युत संकेतों में परिवर्तित कर डिजिटल छवि के रूप में संग्रहीत करता है। डिजिटल छवियों के अधिग्रहण के लिए मुख्यत: चार्ज-कपल्ड डिवाइस (सीसीडी तथा कॉम्प्लीमेंटरी मेटल ऑक्साइड सेमीकंडक्टर (सीएमओएस) आधारित कैमरों का उपयोग किया जाता है। प्रकाश व्यवस्था नमूनों को उपयुक्त तीव्रता का प्रकाश प्रदान करने के लिए आवश्यक होती है। इसके लिए प्राय: तापदीप्त (इनकैंडेसेंट), हैलोजन, फ्लोरोसेंट, एलईडी तथा अवरक्त (इन्फरा रेड) प्रकाश स्रोतों का उपयोग किया जाता है। छवि अधिग्रहण की गुणवत्ता प्रकाश की तीव्रता, गुणवत्ता, प्रकार तथा समानता पर अत्यधिक निर्भर करती है। उपयुक्त प्रकाश व्यवस्था से छवि में उपस्थित शोर (नोयस) कम होता है, छाया (शैडो) एवं परावर्तन का प्रभाव घटता है तथा अंतर (कंट्रास्ट) में वृद्धि होती है। परिणामस्वरूप इमेज विश्लेषण की दक्षता एवं सटीकता दोनों में सुधार होता है।

कंप्यूटर हार्डवेयर एवं सॉफ्टवेयर, मानव मस्तिष्क के समान कार्य करते हुए प्राप्त छवियों का विश्लेषण करते हैं। इस उद्देश्य के लिए विशेष रूप से विकसित सॉफ्टवेयर अथवा मैटलैब जैसे उपलब्ध सॉफ्टवेयर प्लेटफॉर्म का उपयोग किया जा सकता है। कंप्यूटर विजन प्रणाली सतही दोषों की पहचान तथा बाह्य गुणवत्ता विशेषताओं जैसे आकार, आकृति, रंग एवं बनावट (टेक्सचर) के निर्धारण के लिए अत्यंत प्रभावी सिद्ध हुई है। हाल के वर्षों में मसालों की श्रेणीकरण (ग्रेडिंग) एवं छंटाई (सॉर्टिंग) के लिए कंप्यूटर विजन आधारित प्रणालियों का उपयोग तेजी से बढ़ा है। मसालों की गुणवत्ता विश्लेषण में

कंप्यूटर विजन आधारित प्रणाली द्वारा छोटी इलायची का गुणवत्ता वर्गीकरण (उच्च एवं निम्न गुणवत्ता)

मशीन विजन तकनीक के विभिन्न अनुप्रयोगों का उल्लेख आगे किया गया है।

मसालों की श्रेणीकरण (ग्रेडिंग) एवं छंटाई (सॉर्टिंग)

मसालों की ग्रेडिंग एवं छंटाई, गुणवत्ता नियंत्रण की महत्वपूर्ण प्रक्रियाएँ हैं। ग्रेडिंग के अंतर्गत मसालों को उनके आकार, आकृति, रंग, एकरूपता एवं गुणवत्ता मानकों के आधार पर विभिन्न श्रेणियों में वर्गीकृत किया जाता है, जबकि छंटाई के दौरान दोषयुक्त, टूटे हुए, अपरिपक्व अथवा निम्न गुणवत्ता वाले मसालों को अलग किया जाता है। कंप्यूटर विजन आधारित प्रणाली इन प्रक्रियाओं को स्वचालित, तीव्र एवं सटीक बनाती है। इससे मानवीय त्रुटियों में कमी आती है तथा गुणवत्ता की एकरूपता सुनिश्चित होती है।

मशीन विजन प्रणाली का उपयोग विभिन्न प्रकार की मिर्च (डंठल सहित एवं बिना डंठल वाली) की पहचान एवं वर्गीकरण के लिए किया गया है। इसी प्रकार काली मिर्च के दानों को उनकी गुणवत्ता के आधार पर वर्गीकृत करने हेतु रंगीन छवियों को ग्रे-स्केल में परिवर्तित कर प्रमुख एवं गौण अक्ष की लंबाई, क्षेत्रफल तथा एक्सेंट्रिसिटी जैसे विशेषताओं का विश्लेषण किया गया। काली मिर्च के छोटे एवं समान आकार वाले बीजों का मानवीय वर्गीकरण कठिन होने के कारण मशीन विजन तथा न्यूरल नेटवर्क आधारित प्रणाली द्वारा उनका वर्गीकरण किया गया है। अहनाफ एवं सहकर्मियों (2025) ने इलायची के भौतिक लक्षणों के विश्लेषण में कंप्यूटर विजन तकनीक का सफल उपयोग किया गया है। नियंत्रित प्रकाश व्यवस्था में प्राप्त डिजिटल छवियों से आकार, आकृति, रंग तथा टेक्सचर जैसी विशेषताओं का निष्कर्षण कर इलायची को विभिन्न गुणवत्ता श्रेणियों में वर्गीकृत किया गया। योलोव8 आधारित मॉडल द्वारा प्रीमियम, मानक, निम्न गुणवत्ता एवं दोषयुक्त इलायची की पहचान लगभग 92% सटीकता के साथ की गई, जिससे कंप्यूटर विजन की औद्योगिक गुणवत्ता नियंत्रण एवं स्वचालित ग्रेडिंग में उपयोगिता सिद्ध हुई।

यह तकनीक मसालों के वर्गीकरण, इनमें मिलावट तथा बाहरी पदार्थ, रोग एवं कीट संक्रमण की स्वचालित पहचान के लिए उपयोगी है।

मसालों की गुणवत्ता का मूल्यांकन

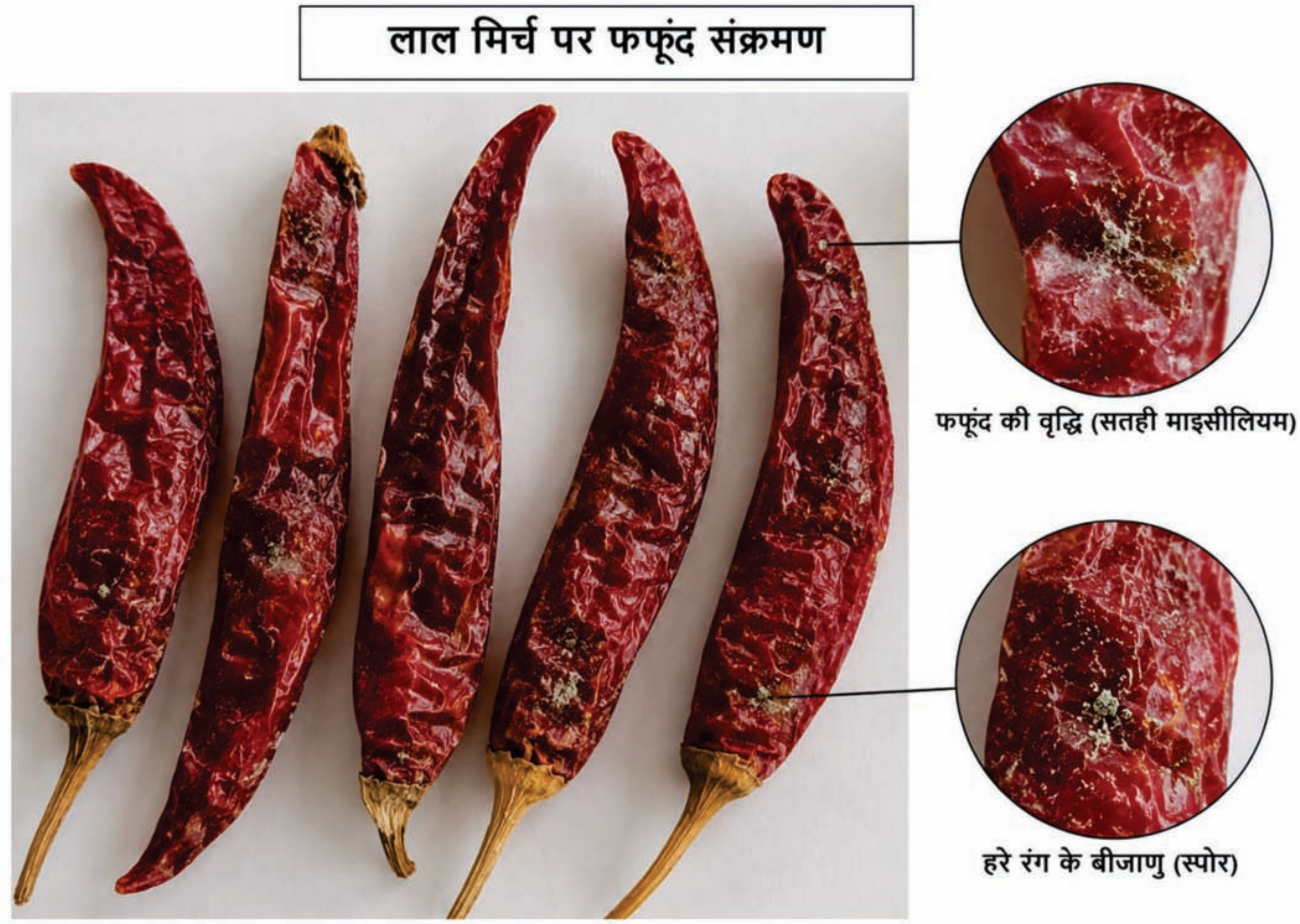
कंप्यूटर विजन तकनीक मसालों की बाह्य गुणवत्ता के मूल्यांकन के लिए एक प्रभावी उपकरण है। इस तकनीक द्वारा रंग, आकार, आकृति, टेक्सचर, सतही दोष, बाहरी पदार्थों की उपस्थिति तथा प्रसंस्करण के प्रभावों का विश्लेषण किया जा सकता है। गुणवत्ता मूल्यांकन में यह तकनीक गुणवत्ता नियंत्रण, मानकीकरण तथा निर्यात योग्य उत्पादों के चयन में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

मसालों के संरक्षण के लिए सुखाना एक सामान्य प्रसंस्करण विधि है। वर्तमान में सौर ऊर्जा द्वारा सुखाने (सोलर ड्राइंग) का उपयोग बढ़ रहा है। कंप्यूटर विजन प्रणाली द्वारा हल्दी की स्लाइसों के रंग में होने वाले परिवर्तनों का विश्लेषण कर सोलर ड्राइंग एवं गर्म वायु द्वारा सुखाने के प्रभावों की तुलना की गई तथा गुणवत्ता पर उनके प्रभाव का मूल्यांकन किया गया है।

मसालों में मिलावट, बाहरी पदार्थ एवं दोषों का पता लगाना

मसालों में मिलावट, बाहरी पदार्थों की उपस्थिति तथा अन्य बाह्य दोष, गुणवत्ता एवं खाद्य सुरक्षा की दृष्टि से महत्वपूर्ण हैं। कंप्यूटर विजन आधारित प्रणाली, छवियों के विश्लेषण द्वारा, बाहरी अशुद्धियों, टूटे हुए दानों तथा अन्य बाहरी दोषों की पहचान तीव्रता एवं सटीकता से कर सकती है। इससे गुणवत्ता निरीक्षण की प्रक्रिया स्वचालित एवं अधिक विश्वसनीय बनती है।

कंप्यूटर विजन प्रणाली का उपयोग जीरे में उपस्थित बाहरी पदार्थों की पहचान तथा डंठलयुक्त बीजों के पृथक्करण के लिए किया गया है। इसी प्रकार काली मिर्च में बाहरी पदार्थों की पहचान एवं गुणवत्ता वर्गीकरण हेतु भी मशीन विजन तकनीक का सफल उपयोग किया गया है। खैरालीपोर एवं नरगेसी (2024) ने दृश्य इमेजिंग एवं इमेज प्रोसेसिंग तकनीक का उपयोग करके काली मिर्च, लाल मिर्च तथा दालचीनी पाउडर में गेहूँ के आटे की मिलावट की विभिन्न मात्राओं (0, 5, 15, 30 एवं 50%) का वर्गीकरण किया। अध्ययन में 108 मेगापिक्सेल कैमरे से प्राप्त डिजिटल छवियों का विश्लेषण



सूखी लाल मिर्च पर फफूंद संक्रमण

मैटलैब में विकसित एल्गोरिदम द्वारा किया गया। छवियों से विभिन्न रंग एवं टेक्सचर विशेषताओं का निष्कर्षण कर कृत्रिम तंत्रिका नेटवर्क (एएनएन) तथा सपोर्ट वेक्टर मशीन (एसवीएम) आधारित वर्गीकरण मॉडल विकसित किए गए। परिणामों से ज्ञात हुआ कि एएनएन मॉडल ने काली मिर्च, लाल मिर्च तथा दालचीनी में क्रमशः 97.8%, 100% एवं 100% वर्गीकरण सटीकता प्राप्त की, जो एसवीएम मॉडल की तुलना में बेहतर थी।

मसालों में कीट एवं रोग की पहचान

कीट संक्रमण तथा रोग मसालों की गुणवत्ता, भंडारण क्षमता एवं बाजार मूल्य को प्रभावित करते हैं। कंप्यूटर विजन आधारित प्रणालियाँ रंग, टेक्सचर एवं सतही लक्षणों में होने वाले परिवर्तनों का विश्लेषण कर प्रारंभिक अवस्था में ही संक्रमण एवं रोग की पहचान करने में सक्षम हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता एवं मशीन लर्निंग के साथ इन तकनीकों का उपयोग रोग निदान की सटीकता को और अधिक बढ़ाता है।

कैमरा आधारित इमेजिंग प्रणाली का उपयोग जायफल में अफ्लाटॉक्सिन संक्रमण की पहचान के लिए किया गया है, जहाँ रंग, आकार एवं टेक्सचर आधारित विशेषताओं का विश्लेषण कर वर्गीकरण किया गया। इसी प्रकार कैमरा आधारित प्रणाली द्वारा मिर्च के पौधों में रोगों की पहचान भी सफलतापूर्वक की गई है।

मसालों की गुणवत्ता निरीक्षण में कंप्यूटर विजन आधारित इमेजिंग तकनीक की प्रमुख सीमाएँ एवं चुनौतियाँ

यद्यपि कंप्यूटर विजन आधारित इमेजिंग तकनीक मसालों की गुणवत्ता निरीक्षण के लिए एक प्रभावी, तीव्र एवं गैर-विनाशकारी तकनीक के रूप में स्थापित हो चुकी है, फिर भी इसके व्यावहारिक अनुप्रयोग में अनेक तकनीकी एवं संचालन संबंधी चुनौतियाँ विद्यमान हैं। इन चुनौतियों का प्रभाव प्रणाली की सटीकता, विश्वसनीयता तथा औद्योगिक स्तर पर उपयोगिता पर पड़ सकता है। अतः इन सीमाओं को समझना तथा उनके समाधान हेतु उन्नत इमेजिंग तकनीकों एवं कृत्रिम बुद्धिमत्ता आधारित एल्गोरिदम का विकास आवश्यक है। मसालों की गुणवत्ता निरीक्षण में कंप्यूटर विजन आधारित प्रणालियों के समक्ष प्रमुख सीमाएँ एवं चुनौतियाँ निम्नलिखित हैं:

केवल बाह्य गुणवत्ता का मूल्यांकन

कंप्यूटर विजन आधारित इमेजिंग केवल मसालों की सतह से संबंधित जानकारी प्रदान करती है। यह आंतरिक दोषों, कीट संक्रमण अथवा आंतरिक संरचना में होने वाले परिवर्तनों का पता लगाने में अधिक सक्षम नहीं है।

प्रकाश व्यवस्था पर निर्भरता

इस तकनीक की सटीकता प्रकाश की तीव्रता, दिशा एवं गुणवत्ता पर निर्भर करती है। प्रकाश में परिवर्तन होने पर रंग एवं अन्य विशेषताओं का विश्लेषण प्रभावित हो सकता है।

> मशीन दृश्यता को कृत्रिम बुद्धिमत्ता एवं मशीन लर्निंग के साथ संयोजन करने से मसालों के गुणवत्ता निरीक्षण की सटीकता, विश्वसनीयता तथा वास्तविक समय में गुणवत्ता नियंत्रण की क्षमता में बढ़ोतरी होती है।

पिसे (पाउडर) मसालों के विश्लेषण में कठिनाई

पिसे हुए मसालों में रंग एवं बनावट अक्सर समान दिखाई देती है, जिससे गुणवत्ता में सूक्ष्म अंतर अथवा मिलावट का पता लगाना चुनौतीपूर्ण हो जाता है। यदि मिलावटी पदार्थ का रंग एवं स्वरूप मूल मसाले के समान हो, तो केवल कंप्यूटर विजन द्वारा उसकी पहचान करना कठिन होता है। विशेष रूप से रासायनिक मिलावटों की पहचान में इसकी क्षमता सीमित है।

मानकीकृत इमेज अधिग्रहण की आवश्यकता

सटीक परिणाम प्राप्त करने के लिए नियंत्रित प्रकाश व्यवस्था, समान पृष्ठभूमि, उच्च गुणवत्ता वाले कैमरे एवं उपयुक्त इमेज प्रोसेसिंग प्रणाली की आवश्यकता होती है। इन परिस्थितियों में परिवर्तन होने पर परिणाम प्रभावित हो सकते हैं।

बड़े एवं विविध डेटासेट की आवश्यकता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता एवं मशीन लर्निंग आधारित मॉडलों के प्रभावी प्रशिक्षण के लिए विभिन्न किस्मों, गुणवत्ता स्तरों एवं परिस्थितियों से संबंधित बड़े और संतुलित डेटासेट की आवश्यकता होती है। पर्याप्त डेटा के अभाव में वर्गीकरण की सटीकता कम हो सकती है।

भविष्य की संभावनाएँ एवं निष्कर्ष

भविष्य में कंप्यूटर विजन को कृत्रिम बुद्धिमत्ता एवं डीप लर्निंग एल्गोरिदम के साथ एकीकृत कर अधिक सटीक एवं स्वचालित गुणवत्ता मूल्यांकन प्रणालियाँ विकसित की जा सकती हैं। उच्च गति वाले कैमरों एवं उन्नत इमेज प्रोसेसिंग तकनीकों की सहायता से प्रसंस्करण इकाइयों में वास्तविक समय में मसालों की गुणवत्ता जांच, ग्रेडिंग एवं छंटाई संभव होगी। कंप्यूटर विजन आधारित प्रणालियों को रोबोटिक्स एवं ब्लॉकचेन जैसी डिजिटल तकनीकों के साथ जोड़कर मसालों की गुणवत्ता निगरानी, ट्रेसबिलिटी तथा स्वचालित गुणवत्ता नियंत्रण को और अधिक प्रभावी बनाया जा सकेगा। भविष्य में स्मार्टफोन आधारित कंप्यूटर विजन, कॉम्पैक्ट कैमरा मॉड्यूल तथा क्लाउड आधारित विश्लेषण प्रणालियों के विकास से किसानों, मसाला प्रसंस्करण इकाइयों एवं गुणवत्ता परीक्षण प्रयोगशालाओं के लिए कम लागत वाली एवं उपयोग में सरल गुणवत्ता निरीक्षण प्रणालियाँ उपलब्ध हो सकेंगी।

जलवायु-स्मार्ट बागवानी एवं किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ): शुष्क क्षेत्रों में लचीले किसान उद्यमों का निर्माण

सौम्या महापात्र, मनप्रीत कौर[1] एवं सोनाली कटोच[2]

भा.कृ.अनु.प.-केंद्रीय कटाई-पश्चात अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

[1]भा.कृ.अनु.प.-केंद्रीय शुष्क बागवानी संस्थान, बीकानेर, राजस्थान

[2]सीसीएस-राष्ट्रीय कृषि विपणन संस्थान, जयपुर, राजस्थान

मुख्य बिन्दु

जलवायु-स्मार्ट बागवानी सूखा, तापीय तनाव (भ्मंजै जतमे) तथा जल की कमी के प्रति लचीलापन बढ़ाती है।

बेर, आंवला, अनार तथा खजूर जैसी सूखा-सहिष्णु फसलें शुष्क क्षेत्रों में टिकाऊ आय के अवसर प्रदान करती हैं।

सूक्ष्म सिंचाई, वर्षा जल संचयन तथा संरक्षित खेती संसाधनों के उपयोग की दक्षता एवं उत्पादकता को बढ़ाती हैं।

एफपीओ तकनीकों को सामूहिक रूप से अपनाने, आधारभूत संरचना निर्माण तथा जोखिम प्रबंधन को सक्षम बनाते हैं।

मूल्य संवर्धन, डिजिटल समाधान तथा बाजार संपर्क एफपीओ को जलवायु-लचीले कृषि व्यवसाय उद्यमों में परिवर्तित कर सकते हैं।

जलवायु परिवर्तन भारत के शुष्क एवं अर्ध-शुष्क क्षेत्रों की कृषि के लिए गंभीर चुनौतियाँ उत्पन्न कर रहा है। बढ़ते तापमान, अनियमित वर्षा तथा जल की बढ़ती कमी के कारण कृषि उत्पादन प्रभावित हो रहा है। जलवायु-स्मार्ट बागवानी कृषि की लचीलापन क्षमता, उत्पादकता तथा आय में वृद्धि के लिए एक टिकाऊ मार्ग प्रदान करती है। यह सूखा-सहिष्णु फसलों, कुशल जल प्रबंधन, संरक्षित खेती तथा बेहतर कटाई-पश्चात प्रबंधन को बढ़ावा देती है। किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ-फार्मर प्रोड्यूसर ऑर्गेनाइजेशन) सामूहिक प्रयासों, कृषि आदानों एवं सेवाओं की आपूर्ति, आधारभूत संरचना विकास, मूल्य संवर्धन तथा बाजार संपर्कों के माध्यम से इन तकनीकों को अपनाने की गति को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। जलवायु-लचीली उत्पादन प्रणालियों को कुशल संग्रहण, प्रसंस्करण और विपणन के साथ एकीकृत करके एफपीओ छोटे एवं सीमांत किसानों के जोखिम को कम कर सकते हैं तथा उनकी लाभप्रदता में सुधार ला सकते हैं। यह लेख शुष्क क्षेत्रों में लचीले एवं टिकाऊ किसान उद्यमों के निर्माण में जलवायु-स्मार्ट बागवानी तथा एफपीओ-आधारित व्यावसायिक मॉडलों की भूमिका को रेखांकित करता है।

> जलवायु-लचीली कृषि के लिए अनुसंधान, विस्तार, वित्त एवं बाजार संस्थाओं के बीच अभिसरण आवश्यक है।

परिचय

भारत के अर्ध-शुष्क और शुष्क क्षेत्रों की कृषि एक गहरे परिवर्तन के दौर से गुजर रही है। बढ़ते तापमान, अनियमित वर्षा, भूजल स्तर में गिरावट, बार-बार पड़ने वाले सूखे तथा उत्पादन लागत में वृद्धि ने पारंपरिक कृषि प्रणालियों की स्थिरता को चुनौती दी है। राजस्थान, हरियाणा, पंजाब, गुजरात तथा महाराष्ट्र के कुछ भागों जैसे राज्यों में जलवायु संबंधी जोखिम लगातार बढ़ रहे हैं, जो किसानों की आजीविका और खाद्य सुरक्षा के लिए खतरा बनते जा रहे हैं। इन चुनौतियों का समाधान करने के लिए बागवानी एक आशाजनक विकल्प प्रस्तुत करती है। कई फल, सब्जी, मसाला एवं औषधीय फसलें पारंपरिक खेत फसलों की तुलना में प्रति इकाई क्षेत्र अधिक लाभ प्रदान कर सकती हैं, साथ ही सीमित संसाधनों का अधिक कुशल उपयोग करती हैं। हालांकि छोटे और सीमांत किसानों को उन्नत तकनीकों को अपनाने, बाजारों तक पहुँच बनाने, जोखिम प्रबंधन करने तथा अपनी उपज का उचित मूल्य प्राप्त करने में कठिनाइयों का सामना करना पड़ता है।

यहीं पर किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ) परिवर्तनकारी भूमिका निभा सकते हैं। किसानों को सामूहिक उद्यमों के रूप में संगठित करके एफपीओ उत्पादन लागत को कम करने, तकनीकी पहुँच में सुधार करने, बाजार संपर्कों को मजबूत करने तथा मूल्य संवर्धन के अवसर सृजित करने में सहायता करते हैं। जब इन्हें जलवायु-स्मार्ट बागवानी पद्धतियों के साथ जोड़ा जाता है, तो एफपीओ शुष्क क्षेत्रों में लचीली ग्रामीण अर्थव्यवस्थाओं के निर्माण के लिए अत्यंत प्रभावी साधन बन सकते हैं।

> जलवायु-स्मार्ट बागवानी सीमित संसाधनों में उत्पादकता, लचीलापन एवं स्थिरता को सुदृढ़ बनाती है।

जलवायु परिवर्तन और किसानों के समक्ष चुनौतियाँ

जलवायु परिवर्तन अब भविष्य की चिंता नहीं, बल्कि वर्तमान की वास्तविकता बन चुका है। उत्तर-पश्चिम भारत के किसान लगातार विलंबित मानसून, लंबे शुष्क काल, लू (भ्मंज ँअमे) तथा भूजल उपलब्धता में गिरावट की रिपोर्ट कर रहे हैं। ऐसे परिवर्तन सीधे तौर पर फसल उत्पादकता और लाभप्रदता को प्रभावित करते हैं।

मुख्य चुनौतियाँ निम्नलिखित हैं:

- सूखे और तापीय तनाव की बढ़ती आवृत्ति
- सिंचाई के लिए जल उपलब्धता में कमी
- मृदा क्षरण और पोषक तत्वों का असंतुलन
- कीटों और रोगों की बढ़ती घटनाएँ
- बाजार की अस्थिरता और मूल्य उतार-चढ़ाव
- उत्पादन जोखिम और अनिश्चितता में वृद्धि

जल-गहन फसलों पर आधारित पारंपरिक कृषि प्रणालियाँ लगातार अधिक संवेदनशील होती जा रही हैं। इसलिए जलवायु-लचीली बागवानी प्रणालियों की ओर विविधीकरण एक महत्वपूर्ण अनुकूलन रणनीति के रूप में उभर रहा है।

जलवायु-स्मार्ट बागवानी क्या है?

जलवायु-स्मार्ट बागवानी ऐसी उत्पादन प्रणाली को संदर्भित करती है जो उत्पादकता बढ़ाती है, जलवायु संबंधी तनावों के प्रति लचीलापन विकसित करती है, पर्यावरणीय प्रभावों को कम

करती है तथा किसानों की आय में वृद्धि करती है।

यह दृष्टिकोण तीन प्रमुख उद्देश्यों पर केंद्रित है:

1. उत्पादकता और लाभप्रदता में वृद्धि
2. जलवायु परिवर्तनशीलता के प्रति लचीलापन बढ़ाना
3. संसाधनों के टिकाऊ उपयोग को बढ़ावा देना

जलवायु-स्मार्ट बागवानी में उन्नत फसल किस्में, कुशल जल प्रबंधन, संरक्षित खेती, नवीकरणीय ऊर्जा तकनीकें, कटाई-पश्चात प्रबंधन तथा बाजारोन्मुख उत्पादन प्रणालियाँ शामिल होती हैं। शुष्क क्षेत्रों के लिए यह दृष्टिकोण विशेष रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि इससे किसान कम पानी में अधिक उत्पादन कर सकते हैं तथा जलवायु संबंधी जोखिमों को कम कर सकते हैं।

एफपीओ सामूहिक प्रयासों के माध्यम से जलवायु-अनुकूल तकनीकों के प्रसार को गति देते हैं।

सूखा-प्रतिरोधी फसलें: जलवायु अनुकूलन की आधारशिला

उपयुक्त फसलों का चयन जलवायु लचीलेपन की दिशा में पहला कदम है। कई बागवानी फसलों ने प्राकृतिक रूप से ऐसे तंत्र विकसित किए हैं जो उन्हें सीमित नमी की परिस्थितियों में भी जीवित रहने और उत्पादन करने में सक्षम बनाते हैं।

शुष्क क्षेत्रों के लिए उपयुक्त फल फसलें

शुष्क और अर्ध-शुष्क क्षेत्रों में निम्नलिखित कठोर फल फसलें सफलतापूर्वक उगाई जा सकती हैं:

- बेर
- अनार
- आंवला
- खजूर
- बेल

- करौंदा
- अंजीर
- खेजड़ी आधारित कृषि-वनीकरण प्रणालियाँ
- सीताफल
- फालसा

इन फसलों को तुलनात्मक रूप से कम पानी की आवश्यकता होती है तथा ये उच्च तापमान और सूखे की परिस्थितियों को सहन कर सकती हैं। उदाहरणार्थ, बेर को अक्सर ''गरीब आदमी का सेब'' कहा जाता है क्योंकि यह कठोर पर्यावरणीय परिस्थितियों में भी अच्छी तरह विकसित होता है तथा पौष्टिक फल और स्थिर आय प्रदान करता है। इसी प्रकार अनार अपनी सूखा-सहनशीलता तथा निर्यात क्षमता के कारण अत्यधिक लाभदायक फसल के रूप में उभरा है।

विविधीकृत बागवानी प्रणालियाँ

विविधीकरण के माध्यम से जलवायु लचीलेपन को और अधिक मजबूत बनाया जा सकता है। केवल एक फसल पर निर्भर रहने के बजाय किसान निम्नलिखित को एकीकृत कर सकते हैं:

- फल फसलें
- सब्जियाँ
- औषधीय पौधे
- चारा फसलें

कृषि-वनीकरण प्रजातियाँ

विविधीकृत प्रणालियाँ जोखिम को कम करती हैं तथा पूरे वर्ष आय के अनेक स्रोत प्रदान करती हैं। एफपीओ सामूहिक योजना निर्माण को सुविधाजनक बना सकते हैं तथा बाजार की मांग और कृषि-जलवायु उपयुक्तता के आधार पर क्षेत्र-विशिष्ट फसल विविधीकरण रणनीतियों को बढ़ावा दे सकते हैं।

जलवायु-स्मार्ट तकनीकें

शुष्क क्षेत्रों में कृषि के सामने जल की कमी संभवतः सबसे गंभीर चुनौती है। जलवायु-स्मार्ट बागवानी जल उत्पादकता को अधिकतम करने के लिए कुशल तकनीकों के उपयोग पर बल देती है।

(क) सूक्ष्म सिंचाई प्रणालियाँ

ड्रिप सिंचाई बागवानी फसलों में जल संरक्षण की सबसे प्रभावी विधियों में से एक है। यह तकनीक पौधों की जड़ों तक आवश्यक मात्रा में जल पहुँचाकर जल की बर्बादी को कम करती है तथा उपलब्ध जल संसाधनों का अधिकतम उपयोग सुनिश्चित करती है। इसके परिणामस्वरूप 30–60 प्रतिशत तक जल की बचत संभव होती है, उर्वरकों के उपयोग की दक्षता बढ़ती है, खरपतवारों की वृद्धि नियंत्रित होती है तथा फसल उत्पादकता और फलों की गुणवत्ता में सुधार होता है। अनार, किन्नू, आंवला तथा विभिन्न सब्जी फसलें ड्रिप सिंचाई प्रणाली के प्रति अत्यंत सकारात्मक प्रतिक्रिया देती हैं और इससे उनकी उपज तथा गुणवत्ता दोनों में वृद्धि देखी जाती है।

(ख) फर्टिगेशन

फर्टिगेशन वह तकनीक है जिसमें सिंचाई प्रणाली के माध्यम से उर्वरकों का प्रयोग किया जाता है। इस पद्धति से पौधों को आवश्यक पोषक तत्व सही मात्रा और सही समय पर उपलब्ध कराए जा सकते हैं। परिणामस्वरूप पोषक तत्वों का अधिक सटीक उपयोग होता है, उर्वरकों की हानि कम होती है, पौधों द्वारा पोषक तत्वों का अवशोषण बेहतर होता है तथा उत्पादन लागत में कमी आती है।

सूखा-सहिष्णु बागवानी फसलें शुष्क क्षेत्रों में जोखिम कम कर आय की स्थिरता बढ़ाती हैं।

सूक्ष्म सिंचाई एवं वर्षा जल संचयन जल उपयोग दक्षता में उल्लेखनीय सुधार करते हैं।

एफपीओ फर्टिगेशन उपकरणों और उर्वरकों की सामूहिक खरीद की व्यवस्था करके सदस्य किसानों के लिए इस तकनीक को अधिक सुलभ और किफायती बना सकते हैं।

(ग) वर्षा जल संचयन

जल-संकट वाले क्षेत्रों में वर्षा की प्रत्येक बूंद अत्यंत महत्वपूर्ण होती है। इसलिए जलवायु-स्मार्ट कृषि प्रणालियों में वर्षा जल संचयन को विशेष महत्व दिया जाता है। इसके अंतर्गत फार्म तालाब, जल संचयन संरचनाएँ, चेक डैम, परकोलेशन टैंक तथा रिचार्ज पिट जैसी संरचनाओं का निर्माण किया जाता है। ये संरचनाएँ वर्षा जल को एकत्रित करने, भूजल पुनर्भरण को बढ़ावा देने तथा शुष्क अवधियों के दौरान पूरक सिंचाई उपलब्ध कराने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं। इस प्रकार वर्षा जल संचयन जल उपलब्धता को बढ़ाकर कृषि उत्पादन की स्थिरता सुनिश्चित करता है।

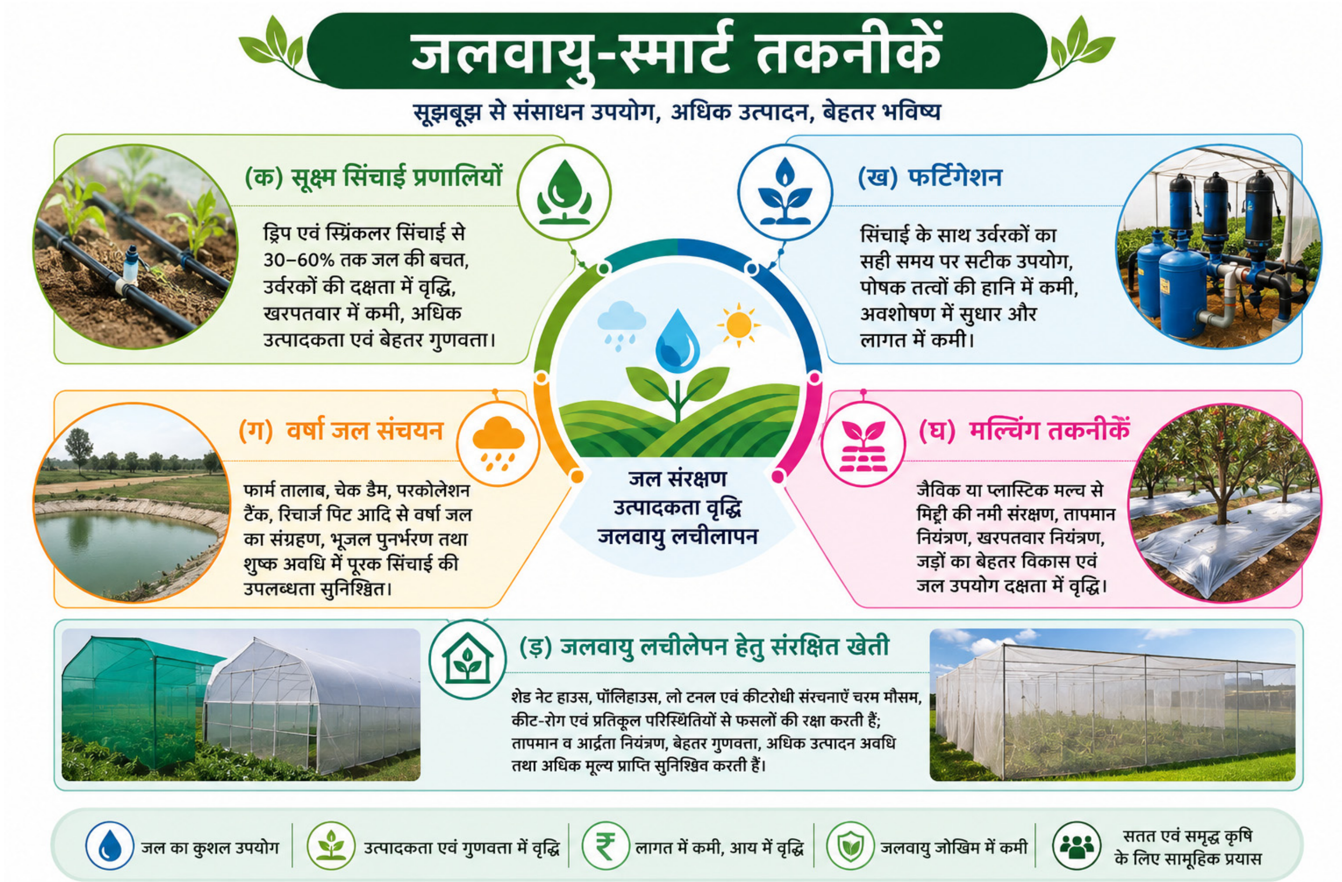
(घ) मल्चिंग तकनीकें

मल्चिंग तकनीक में मिट्टी की सतह को जैविक या प्लास्टिक मल्च से ढका जाता है, जिससे मिट्टी की नमी संरक्षित रहती है और तापमान संतुलित बना रहता है। यह तकनीक वाष्पीकरण से होने वाली जल हानि को कम करती है, खरपतवारों की वृद्धि को नियंत्रित करती है तथा पौधों की जड़ों के बेहतर विकास में सहायता करती है। इसके परिणामस्वरूप जल उपयोग दक्षता में वृद्धि होती है और फसलों की वृद्धि अधिक स्वस्थ एवं संतुलित होती है। एफपीओ अपने सदस्यों के लिए मल्चिंग सामग्री की सामूहिक खरीद और वितरण की व्यवस्था करके इस तकनीक को व्यापक स्तर पर अपनाने में सहायता कर सकते हैं।

(ङ) जलवायु लचीलेपन हेतु संरक्षित खेती

चरम मौसमीय घटनाएँ, जैसे अत्यधिक तापमान, तेज हवाएँ,

फसल विविधीकरण जलवायु जोखिमों के विरुद्ध अधिक लचीली उत्पादन प्रणाली विकसित करता है।



कटाई-पश्चात अवसंरचना में निवेश से हानि घटती है तथा किसानों की लाभप्रदता बढ़ती है।

असामान्य वर्षा तथा कीट-रोगों का बढ़ता प्रकोप, बागवानी फसलों को गंभीर नुकसान पहुँचा सकते हैं। ऐसी परिस्थितियों में संरक्षित खेती की तकनीकें किसानों को जोखिम कम करने का प्रभावी साधन प्रदान करती हैं। इसके अंतर्गत शेड नेट हाउस, पॉलीहाउस, लो टनल तथा कीटरोधी संरचनाओं जैसी व्यवस्थाओं का उपयोग किया जाता है, जो फसलों को प्रतिकूल मौसमीय परिस्थितियों से सुरक्षा प्रदान करती हैं।

संरक्षित खेती के माध्यम से तापमान एवं आर्द्रता पर बेहतर नियंत्रण संभव होता है, जिससे पौधों के लिए अनुकूल सूक्ष्म वातावरण तैयार किया जा सकता है। इसके अलावा कीटों और रोगों का प्रकोप कम होता है, फसल की गुणवत्ता में सुधार आता है, उत्पादन अवधि को बढ़ाया जा सकता है तथा किसानों को बाजार में बेहतर मूल्य प्राप्त होता है। यद्यपि व्यक्तिगत स्तर पर इन तकनीकों को अपनाना कई किसानों के लिए महँगा हो सकता है, फिर भी एफपीओ सामुदायिक स्तर पर संरक्षित खेती सुविधाओं की स्थापना करके अनेक किसानों को सामूहिक रूप से इसका लाभ उपलब्ध करा सकते हैं।

अन्य जलवायु-स्मार्ट तकनीकी नवाचारों और उनके लाभों का विवरण तालिका 1 में दिया गया है।

तालिका 1: जलवायु-स्मार्ट तकनीकें एवं उनके लाभ

तकनीक	उद्देश्य	प्रमुख लाभ
सूखा-सहिष्णु बागवानी फसलें (बेर, आंवला, अनार, खजूर)	जलवायु अनुकूलन	नमी की कमी की स्थिति में स्थिर उत्पादन, आय के स्रोतों में विविधता
ड्रिप सिंचाई	जल का कुशल उपयोग	30–60% जल बचत, जल उपयोग दक्षता में वृद्धि
फर्टिगेशन	पोषक तत्वों की सटीक आपूर्ति	उर्वरक हानि में कमी, पोषक तत्व अवशोषण में सुधार
प्लास्टिक/जैविक मल्चिंग	नमी संरक्षण	वाष्पीकरण में कमी, खरपतवार नियंत्रण
फार्म तालाब एवं वर्षा जल संचयन	जल भंडारण	शुष्क अवधियों में पूरक सिंचाई
संरक्षित खेती (शेड नेट/पॉलीहाउस)	मौसमीय जोखिम में कमी	फसल गुणवत्ता एवं उत्पादकता में सुधार
सौर ऊर्जा संचालित सिंचाई प्रणाली	नवीकरणीय ऊर्जा का उपयोग	ऊर्जा लागत एवं कार्बन उत्सर्जन में कमी
मौसम आधारित कृषि परामर्श	जलवायु जोखिम प्रबंधन	सिंचाई एवं कृषि कार्यों की बेहतर योजना
पैक हाउस एवं ग्रेडिंग इकाइयाँ	कटाई-पश्चात प्रबंधन	हानि में कमी, बाजार मूल्य में वृद्धि
कोल्ड स्टोरेज एवं कोल्ड चेन	भंडारण अवधि बढ़ाना	खराब होने में कमी, मजबूरी में बिक्री से बचाव
प्राथमिक प्रसंस्करण एवं मूल्य संवर्धन	उद्यम विकास	लाभप्रदता एवं रोजगार सृजन में वृद्धि
डिजिटल विपणन एवं ई-कॉमर्स प्लेटफॉर्म	बाजार पहुँच	व्यापक बाजार पहुँच एवं मूल्य खोज
ट्रेसेबिलिटी एवं प्रमाणन प्रणाली	गुणवत्ता आश्वासन	प्रीमियम एवं निर्यात बाजारों तक पहुँच
फसल बीमा एवं जोखिम वित्तपोषण	जोखिम न्यूनीकरण	जलवायुजनित नुकसान से सुरक्षा

सामूहिक जोखिम प्रबंधन में एफपीओ की भूमिका

जलवायु जोखिम अलग-अलग किसानों को अलग-अलग तरीके से प्रभावित करते हैं, लेकिन सामूहिक कार्रवाई इन जोखिमों को काफी हद तक कम कर सकती है। एफपीओ साझा संसाधनों, ज्ञान और बाजार शक्ति के माध्यम से जोखिम प्रबंधन का एक प्रभावी मंच प्रदान करते हैं।

जलवायु जोखिम प्रबंधन में एफपीओ निम्नलिखित आयामों में लाभकारी सिद्ध होते हैं:

1. कृषि आदानों की सामूहिक खरीद

कृषि उत्पादन की लागत को कम करने और गुणवत्तापूर्ण आदानों की उपलब्धता सुनिश्चित करने में एफपीओ महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं। उच्च गुणवत्ता वाली पौध सामग्री, उर्वरक, सिंचाई उपकरण तथा जैव-कीटनाशकों की थोक खरीद के माध्यम से उत्पादन लागत में उल्लेखनीय कमी लाई जा सकती है। सामूहिक खरीद से किसानों को उचित मूल्य पर गुणवत्तापूर्ण सामग्री उपलब्ध होती है, जिससे उनकी उत्पादकता और लाभप्रदता दोनों में सुधार होता है।

2. तकनीकी सलाहकारी सेवाओं तक पहुँच

एफपीओ कृषि विश्वविद्यालयों, अनुसंधान संस्थानों, कृषि विज्ञान केंद्रों (केवीके) तथा विभिन्न सरकारी एजेंसियों के साथ सहयोग स्थापित करके किसानों को जलवायु संबंधी सलाह, तकनीकी मार्गदर्शन तथा नवीन

> मूल्य संवर्धन एवं ब्रांडिंग एफपीओ को प्रतिस्पर्धी कृषि-उद्यमों में रूपांतरित करते हैं।

डिजिटल कृषि समाधान जलवायु जोखिम प्रबंधन एवं बाजार निर्णयों को अधिक प्रभावी बनाते हैं।

कृषि तकनीकों के प्रदर्शन उपलब्ध करा सकते हैं। मौसम पूर्वानुमान, कीट एवं रोग प्रकोप की जानकारी, सिंचाई प्रबंधन तथा बाजार मूल्यों से संबंधित समय पर प्राप्त सूचनाएँ किसानों को बेहतर निर्णय लेने में सहायता करती हैं। ऐसी सलाहकारी सेवाएँ उत्पादन जोखिम को कम करने तथा संसाधनों के अधिक कुशल उपयोग को बढ़ावा देने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती हैं।

3. फसल बीमा एवं वित्तीय समावेशन

जलवायु परिवर्तन के कारण उत्पन्न होने वाली प्राकृतिक आपदाएँ और मौसम संबंधी अनिश्चितताएँ किसानों को गंभीर आर्थिक नुकसान पहुँचा सकती हैं। ऐसी परिस्थितियों में एफपीओ किसानों को फसल बीमा योजनाओं में नामांकन, संस्थागत ऋण तक पहुँच, बैंकों एवं वित्तीय संस्थानों से संपर्क स्थापित करने तथा जलवायु जोखिम वित्तपोषण पहलों का लाभ प्राप्त करने में सहायता कर सकते हैं। सामूहिक भागीदारी से किसानों की सौदेबाजी क्षमता बढ़ती है, वित्तीय सेवाओं तक पहुँच आसान होती है तथा लेन-देन की लागत में कमी आती है।

4. कटाई-पश्चात हानि प्रबंधन

बागवानी उत्पादों की एक बड़ी मात्रा अनुचित संभाल, परिवहन और भंडारण के कारण कटाई के बाद नष्ट हो जाती है। विशेष रूप से जलवायु तनाव वाले क्षेत्रों में बचाया गया प्रत्येक किलोग्राम उत्पाद सीधे किसानों की आय में योगदान देता है। इस चुनौती से निपटने के लिए एफपीओ संग्रहण केंद्र, पैक हाउस, ग्रेडिंग सुविधाएँ, कोल्ड स्टोरेज इकाइयाँ, राईपनिंग चैम्बर तथा परिवहन नेटवर्क जैसी आवश्यक आधारभूत संरचनाएँ विकसित कर सकते हैं। बेहतर कटाई-पश्चात प्रबंधन से उत्पाद हानि में कमी आती है, गुणवत्ता में सुधार होता है तथा बाजार में प्रतिस्पर्धात्मकता बढ़ती है। इससे किसानों को अपनी उपज का बेहतर मूल्य प्राप्त करने में सहायता मिलती है।

5. प्रसंस्करण द्वारा मूल्य संवर्धन

कटाई-पश्चात प्रबंधन के साथ-साथ प्रसंस्करण और मूल्य संवर्धन

किसानों की आय बढ़ाने का एक प्रभावी माध्यम है। आंवला कैंडी एवं जूस, बेर पाउडर और अन्य प्रसंस्कृत उत्पाद, अनार के दाने (एरिल्स) एवं जूस, सूखी सब्जियाँ तथा खजूर आधारित उत्पाद जैसे मूल्य संवर्धित उत्पाद बाजार में अधिक मूल्य प्राप्त करते हैं। ऐसे उद्यम न केवल किसानों की लाभप्रदता बढ़ाते हैं, बल्कि स्थानीय स्तर पर रोजगार के अवसर भी सृजित करते हैं और बाजार जोखिमों को कम करने में सहायता करते हैं।

एफपीओ के लिए जलवायु-लचीले व्यवसाय मॉडल

दीर्घकालिक स्थिरता बनाए रखने के लिए एफपीओ को केवल उत्पाद एकत्र करने और बेचने तक सीमित नहीं रहना चाहिए। उन्हें ऐसे पेशेवर व्यावसायिक उद्यमों में विकसित होना होगा जो जलवायु और बाजार दोनों प्रकार के जोखिमों का प्रबंधन कर सकें।

मूल्य श्रृंखला आधारित एफपीओ मॉडल

सफल एफपीओ अब केवल कच्चे कृषि उत्पादों की बिक्री तक सीमित नहीं रह गए हैं, बल्कि संपूर्ण मूल्य श्रृंखला के विकास पर ध्यान केंद्रित कर रहे हैं। इस दृष्टिकोण के अंतर्गत कृषि आदानों की आपूर्ति से लेकर उत्पादन योजना, उत्पादों का संग्रहण, ग्रेडिंग, पैकेजिंग, प्रसंस्करण, ब्रांडिंग तथा विपणन तक की सभी गतिविधियों को एकीकृत किया जाता है। ऐसी समेकित प्रणाली न केवल उत्पादों के मूल्य में वृद्धि करती है, बल्कि किसानों को अधिक लाभ मार्जिन प्राप्त करने और बाजार तथा जलवायु संबंधी जोखिमों के प्रति अधिक लचीला बनने में भी सहायता प्रदान करती है।

> **सामूहिक निवेश आधारित अवसंरचना विकास से एफपीओ की परिचालन दक्षता एवं प्रतिस्पर्धात्मकता में वृद्धि होती है।**

अनुबंध खेती एवं बाजार संपर्क

एफपीओ सामूहिक शक्ति का उपयोग करके खुदरा श्रृंखलाओं, खाद्य प्रसंस्करण कंपनियों, निर्यातकों तथा ई-कॉमर्स प्लेटफॉर्मों के साथ बेहतर व्यावसायिक समझौते स्थापित कर सकते हैं। सामूहिक विपणन के माध्यम से किसानों की बाजार में सौदेबाजी क्षमता बढ़ती है तथा बिचौलियों पर निर्भरता कम होती है। इससे किसानों को उनकी उपज का बेहतर मूल्य प्राप्त होता है और उत्पादों के लिए स्थिर एवं सुनिश्चित मांग विकसित होती है, जिससे आय की स्थिरता में भी सुधार आता है।

ब्रांडिंग एवं उत्पाद भिन्नीकरण

जलवायु-लचीली बागवानी प्रणालियों से प्राप्त उत्पादों को विशिष्ट पहचान प्रदान करके उनकी बाजार प्रतिस्पर्धात्मकता बढ़ाई जा सकती है। ऐसे उत्पादों को सुरक्षित खाद्य उत्पादों, टिकाऊ कृषि पद्धतियों से उत्पादित वस्तुओं, ट्रेसेबल उत्पादों तथा क्षेत्र-विशिष्ट विशेषताओं वाले उत्पादों के रूप में ब्रांड और विपणित किया जा सकता है। प्रभावी ब्रांडिंग और उत्पाद भिन्नीकरण किसानों को प्रीमियम बाजारों तक पहुँच प्रदान करते हैं, जिससे उनकी आय और लाभप्रदता में उल्लेखनीय वृद्धि हो सकती है।

> **जलवायु-स्मार्ट बागवानी और एफपीओ का समन्वय टिकाऊ एवं लचीले कृषि उद्यमों का आधार है।**

डिजिटल कृषि समाधान

जलवायु-लचीली कृषि के विकास में डिजिटल तकनीकों की भूमिका निरंतर बढ़ती जा रही है। एफपीओ मोबाइल आधारित कृषि परामर्श सेवाओं, मौसम पूर्वानुमान अनुप्रयोगों, बाजार सूचना प्लेटफॉर्मों, डिजिटल भुगतान प्रणालियों तथा ट्रेसेबिलिटी उपकरणों का उपयोग करके अपने संचालन को अधिक प्रभावी बना सकते हैं। ये डिजिटल समाधान किसानों को समय पर जानकारी उपलब्ध कराते हैं, संसाधनों के बेहतर प्रबंधन में सहायता करते हैं तथा निर्णय लेने की प्रक्रिया को अधिक सटीक और वैज्ञानिक बनाते हैं। परिणामस्वरूप कृषि व्यवसाय की दक्षता बढ़ती है और एफपीओ की प्रतिस्पर्धात्मक क्षमता मजबूत होती है।

जलवायु-लचीले एफपीओ के लिए कार्ययोजना

1. स्थानीय कृषि-जलवायु परिस्थितियों के अनुरूप सूखा-सहिष्णु बागवानी फसलों को बढ़ावा देना।
2. सदस्य किसानों के बीच सूक्ष्म सिंचाई, फर्टिगेशन तथा जल-बचत तकनीकों का विस्तार करना।

3. सामुदायिक स्तर पर वर्षा जल संचयन एवं भूजल पुनर्भरण संरचनाएँ स्थापित करना।
4. कटाई-पश्चात हानि कम करने हेतु एफपीओ-स्वामित्व वाले पैक हाउस, ग्रेडिंग केंद्र तथा कोल्ड-चेन सुविधाएँ विकसित करना।
5. उत्पादन जोखिम को फैलाने के लिए फसल विविधीकरण, कृषि-वनीकरण एवं एकीकृत कृषि प्रणालियों को प्रोत्साहित करना।
6. जलवायु जोखिम प्रबंधन के लिए मौसम आधारित सलाह सेवाओं एवं डिजिटल निर्णय-सहायता प्रणालियों को मजबूत करना।
7. फसल बीमा, संस्थागत ऋण तथा जलवायु-अनुकूल वित्तीय तंत्र तक किसानों की पहुँच सुनिश्चित करना।
8. मूल्य संवर्धन, प्रसंस्करण, ब्रांडिंग एवं पैकेजिंग को बढ़ावा देना ताकि उपभोक्ता मूल्य में किसानों की हिस्सेदारी बढ़े।
9. खुदरा विक्रेताओं, प्रसंस्करण-कर्ताओं, निर्यातकों तथा ई-कॉमर्स प्लेटफॉर्म के साथ प्रत्यक्ष बाजार संपर्क विकसित करना।
10. एफपीओ की दीर्घकालिक स्थिरता एवं प्रतिस्पर्धात्मकता सुनिश्चित करने हेतु क्षमता निर्माण, उद्यमिता विकास तथा पेशेवर प्रबंधन में निरंतर निवेश करना।

शुष्क क्षेत्रों के लिए सफलता के मार्ग

शुष्क क्षेत्रों में बागवानी की स्थिरता जलवायु-लचीली तकनीकों, मजबूत किसान संस्थाओं और कुशल बाजार प्रणालियों के एकीकरण पर निर्भर करती है। एक जलवायु-स्मार्ट एफपीओ को सूखा-सहिष्णु बागवानी फसलें, सूक्ष्म सिंचाई, फर्टिगेशन, वर्षा जल संचयन, संरक्षित खेती तथा सटीक संसाधन प्रबंधन को बढ़ावा देना चाहिए ताकि उत्पादकता और जल उपयोग दक्षता में वृद्धि हो सके। इसके साथ-साथ पैक हाउस, ग्रेडिंग एवं सॉर्टिंग इकाइयाँ, कोल्ड-चेन सुविधाएँ तथा प्राथमिक प्रसंस्करण केंद्र जैसी कटाई-पश्चात आधारभूत संरचना में निवेश आवश्यक है, जिससे हानि कम हो और मूल्य प्राप्ति में सुधार हो। व्यावसायिक स्थिरता को निम्न माध्यमों से और मजबूत किया जा सकता है:

1. मूल्य संवर्धन
2. ब्रांडिंग
3. ट्रेसेबिलिटी
4. सामूहिक विपणन
5. मौसम परामर्श
6. बाजार सूचना
7. आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन के लिए डिजिटल प्लेटफॉर्म

अनुसंधान संस्थानों, विस्तार एजेंसियों तथा नीति-निर्माताओं को तकनीक प्रसार, क्षमता निर्माण, आधारभूत संरचना विकास तथा बाजार संपर्क सुविधा के माध्यम से इन प्रयासों का समर्थन करना चाहिए। ऐसा एकीकृत दृष्टिकोण एफपीओ को जलवायु-लचीले कृषि व्यवसाय उद्यमों में बदल सकता है जो आय, संसाधन उपयोग दक्षता तथा शुष्क क्षेत्रीय बागवानी प्रणालियों की दीर्घकालिक स्थिरता को बढ़ाते हैं।

निष्कर्ष

जलवायु परिवर्तन भारत के शुष्क एवं अर्ध-शुष्क क्षेत्रों की कृषि के लिए गंभीर चुनौतियाँ प्रस्तुत करता है। साथ ही यह पारंपरिक कृषि प्रणालियों पर पुनर्विचार करने और अधिक लचीले उद्यम विकसित करने का अवसर भी प्रदान करता है। जलवायु-स्मार्ट बागवानी उत्पादकता बढ़ाने, संसाधनों का संरक्षण करने तथा किसानों की आय में वृद्धि करने का एक व्यावहारिक मार्ग प्रदान करती है। एफपीओ इस परिवर्तन को आगे बढ़ाने की विशिष्ट स्थिति में हैं। सामूहिक कार्रवाई को सक्षम बनाकर, तकनीकी पहुँच में सुधार कर, मूल्य संवर्धन को बढ़ावा देकर तथा बाजार संपर्कों को मजबूत करके एफपीओ छोटे किसानों को जलवायु और बाजार दोनों प्रकार के जोखिमों से उबरने में सहायता कर सकते हैं। राजस्थान, हरियाणा, पंजाब तथा अन्य शुष्क क्षेत्रों में कृषि का लचीला भविष्य केवल इस बात पर निर्भर नहीं करेगा कि किसान क्या उगाते हैं, बल्कि इस पर भी निर्भर करेगा कि वे स्वयं को किस प्रकार संगठित करते हैं, नवाचार अपनाते हैं और बाजारों से जुड़ते हैं। जलवायु-स्मार्ट एफपीओ जलवायु अनिश्चितता के इस दौर में टिकाऊ आजीविका, संसाधन संरक्षण तथा ग्रामीण समृद्धि प्राप्त करने का एक आशाजनक मॉडल प्रस्तुत करते हैं।

जलवायु जोखिम प्रबंधन हेतु मौसम-आधारित परामर्श एवं समयबद्ध निर्णय-सहायता प्रणाली अत्यंत महत्त्वपूर्ण है।

खेत बचाओ अभियान

भारतीय कृषि में उत्पादन वृद्धि के साथ मृदा स्वास्थ्य संरक्षण, संतुलित पोषक तत्व प्रबंधन तथा प्राकृतिक संसाधनों के सतत उपयोग की आवश्यकत को ध्यान में रखते हुए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद ने 1 जुन से 30 जुन, 2026 तक **"खेत बचाओ अभियान"** आयोजित किया। इस अभियान का उद्देश्य किसानों को मृदा परीक्षण आधारित उर्वरक प्रबंधन, संतुलित उर्वरक उपयोग, जैव उर्वरकों, हरित खाद तथा टिकाऊ कृषि पद्धतियों के प्रति जागरूक बनाना था। भा.कृ.अनु.प.-सीफेट, लुधियाना के वैज्ञानिकों ने चयनित गाँवों में किसानों से संवाद कर मृदा स्वास्थ्य, फसल पोषण प्रबंधन, प्राकृतिक कृषि तथा पर्यावरण-अनुकूल तकनीकों की बैज्ञानिक जानकारी प्रदान की।

अभियान के अंतर्गत किसान गोष्ठियों, जागरूकता बैठकों, खेत प्रदर्शनों, समूह चर्चाओं एवं व्यक्तिगात परामर्श के माध्यम से किसानों को आधुनिक कृषि तकनीकों की जानकारी दी गई। कुल 45 किसान जागरूकता कार्यक्रमों के माध्यम से 37 गाँवों के 626 किसानों (421 पुरूष एवं 205 महिला कृषक) तक बैज्ञानिक संदेश पहुंचाया गया। साथ ही उर्वरक विक्रेताओं, किसान उत्पादक संगठनों (एफपीओ), स्वयं सहायता समूहों तथा अन्य संस्थाओं के साथ भी संवाद आयोजित किए गए। इस अभियान से किसानों में मृदा परीक्षण, संतुलित उर्वरक उपयोग, जैव उर्वरकों तथा टिकाऊ कृषि पद्धतियों के बति जागरूकता बढ़ी और बैज्ञानिकों एवं किसानों के बीच सहभागिता सुदृढ़ हुई।

प्रश्न 1. कृषि में कटाई के बाद होने वाली हानियों को कम करने में आईसीएआर-सीफेट की क्या भूमिका है?

उत्तर: कटाई के बाद होने वाली हानियाँ भारतीय कृषि के समक्ष एक बड़ी चुनौती हैं, जिनका सीधा प्रभाव किसानों की आय, खाद्य सुरक्षा तथा राष्ट्रीय अर्थव्यवस्था पर पड़ता है। आईसीएआर-केन्द्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान (आईसीएआर-सीफेट) इस चुनौती से निपटने के लिए सम्पूर्ण पोस्ट-हार्वेस्ट वैल्यू चेन पर कार्य करता है। संस्थान फसल की कटाई एवं संग्रहण से लेकर प्रसंस्करण, भंडारण, पैकेजिंग, परिवहन, गुणवत्ता आश्वासन तथा उप-उत्पादों के उपयोग तक वैज्ञानिक एवं तकनीकी समाधान विकसित करता है। संस्थान द्वारा विकसित आधुनिक मशीनें, वैज्ञानिक भंडारण प्रणालियाँ, प्रसंस्करण तकनीकें तथा मानकीकृत प्रोटोकॉल मात्रात्मक एवं गुणात्मक हानियों को कम करने के साथ-साथ उत्पाद की गुणवत्ता, सुरक्षा तथा शेल्फ लाइफ में भी उल्लेखनीय सुधार करते हैं। बहुविषयक अनुसंधान एवं नवाचार के माध्यम से आईसीएआर-सीआईफेट किसानों, किसान उत्पादक संगठनों, खाद्य प्रसंस्करण उद्योगों तथा कृषि उद्यमियों को कृषि उपज का मूल्य संवर्धन करने में सक्षम बनाता है, जिससे कृषि अपशिष्ट में कमी आती है और किसानों की आय बढ़ाने में सहायता मिलती है।

प्रश्न 2. आईसीएआर-सीफेट द्वारा विकसित कौन-कौन सी प्रौद्योगिकियाँ व्यावसायीकरण एवं प्रौद्योगिकी हस्तांतरण के लिए उपलब्ध हैं?

उत्तर: आईसीएआर-सीफेट ने कृषि एवं खाद्य प्रसंस्करण क्षेत्र के लिए अनेक उपयोगी एवं उद्योगोन्मुख प्रौद्योगिकियों का विकास किया है। इनमें खाद्य प्रसंस्करण मशीनरी, आधुनिक पैकेजिंग प्रणालियाँ, वैज्ञानिक भंडारण संरचनाएँ, कटाई उपरांत उपकरण, मूल्य संवर्धन तकनीकें, खाद्य सुरक्षा प्रोटोकॉल तथा कृषि अवशेषों एवं अपशिष्ट के उपयोग से संबंधित तकनीकें प्रमुख हैं। इन प्रौद्योगिकियों का व्यावसायीकरण विभिन्न माध्यमों से किया जाता है, जिनमें तकनीकी लाइसेंसिंग, प्रौद्योगिकी हस्तांतरण, प्रदर्शन कार्यक्रम, उद्यमिता विकास प्रशिक्षण, उद्योग-संस्थान सहयोग तथा सरकारी एजेंसियों के साथ साझेदारी शामिल हैं। इन प्रयासों के माध्यम से विकसित तकनीकों को प्रयोगशाला से खेत तक पहुँचाया जाता है, जिससे देशभर में कृषि प्रसंस्करण उद्योगों, स्टार्टअप्स तथा उद्यमियों को आधुनिक, वैज्ञानिक एवं व्यावसायिक समाधान उपलब्ध हो रहे हैं।

प्रश्न 3. किसान, एफपीओ, स्टार्टअप्स तथा सूक्ष्म, लघु एवं मध्यम उद्यम आईसीएआर-सीफेट से किस प्रकार लाभान्वित हो सकते हैं?

उत्तर: आईसीएआर-सीफेट किसानों, एफपीओ, स्टार्टअप्स तथा एमएसएमई के लिए एक प्रमुख तकनीकी सहयोगी संस्थान के रूप में कार्य करता है। संस्थान हितधारकों को प्रौद्योगिकी प्रदर्शन, आवश्यकतानुसार प्रशिक्षण कार्यक्रम, उद्यमिता विकास, तकनीकी परामर्श, पायलट स्तर की प्रसंस्करण सुविधाएँ तथा बिजनेस इन्क्यूबेशन जैसी सेवाएँ प्रदान करता है। किसानों एवं एफपीओ को प्राथमिक प्रसंस्करण, वैज्ञानिक भंडारण तथा मूल्य संवर्धन संबंधी तकनीकों की जानकारी एवं प्रशिक्षण उपलब्ध कराया जाता है। वहीं स्टार्टअप्स और एमएसएमई को उत्पाद विकास, गुणवत्ता परीक्षण, प्रसंस्करण तकनीकों के प्रमाणीकरण तथा व्यावसायीकरण संबंधी मार्गदर्शन प्रदान किया जाता है। इन सेवाओं के माध्यम से कृषि आधारित उद्यमों को प्रतिस्पर्धी, लाभकारी एवं टिकाऊ व्यवसाय विकसित करने में सहायता मिलती है।

प्रश्न 4. आईसीएआर-सीफेट की प्रमुख अनुसंधान क्षमताएँ एवं विशेषताएँ क्या हैं?

उत्तर: आईसीएआर-सीफेट कृषि प्रसंस्करण एवं कटाई उपरांत अभियांत्रिकी के क्षेत्र में देश का अग्रणी अनुसंधान संस्थान है। संस्थान में कृषि संरचनाओं एवं पर्यावरण नियंत्रण, खाद्यान्न एवं तिलहन प्रसंस्करण, बागवानी फसलों के प्रसंस्करण तथा स्वचालन एवं सेंसर प्रौद्योगिकी जैसे विशिष्ट अनुसंधान प्रभाग कार्यरत हैं। संस्थान के पास अत्याधुनिक खाद्य परीक्षण प्रयोगशालाएँ, मशीन परीक्षण सुविधाएँ, तृतीयक प्रसंस्करण इकाइयाँ, किण्वन प्रयोगशालाएँ, माइक्रो-एन्कैप्सुलेशन प्रणाली तथा डेयरी एनालॉग प्रसंस्करण संयंत्र जैसी आधुनिक अनुसंधान अवसंरचनाएँ उपलब्ध हैं। ये सुविधाएँ प्रयोगशाला स्तर से लेकर पायलट स्तर तक अनुसंधान, उत्पाद विकास एवं प्रौद्योगिकी प्रमाणीकरण के लिए सक्षम मंच प्रदान करती हैं।

प्रश्न 5. आईसीएआर-सीफेट द्वारा कौन-कौन से प्रशिक्षण एवं क्षमता निर्माण कार्यक्रम संचालित किए जाते हैं?

उत्तर: क्षमता निर्माण आईसीएआर-सीफेट के प्रमुख उद्देश्यों में से एक है। संस्थान किसानों, कृषि उद्यमियों, विद्यार्थियों, वैज्ञानिकों, प्रसार अधिकारियों, महिला स्वयं सहायता समूहों तथा ग्रामीण युवाओं के लिए नियमित प्रशिक्षण कार्यक्रम आयोजित करता है। इन कार्यक्रमों में कटाई उपरांत प्रबंधन, खाद्य प्रसंस्करण, मूल्य संवर्धन, कृषि आधारित उद्यमिता, गुणवत्ता आश्वासन, मशीनों का संचालन एवं रख-रखाव तथा आधुनिक प्रौद्योगिकियों को अपनाने जैसे विषयों पर विशेष प्रशिक्षण दिया जाता है। प्रशिक्षण कार्यक्रमों में कक्षा आधारित शिक्षण के साथ-साथ प्रयोगशाला अभ्यास, पायलट संयंत्र प्रदर्शन तथा खेत स्तर पर प्रौद्योगिकी प्रदर्शन भी शामिल होते हैं, जिससे प्रतिभागियों को व्यावहारिक अनुभव प्राप्त होता है।

प्रश्न 6. खाद्य गुणवत्ता, सुरक्षा एवं निर्यात को बढ़ावा देने में आईसीएआर-सीफेट का क्या योगदान है?

उत्तर: उच्च गुणवत्ता एवं सुरक्षित खाद्य उत्पाद उपभोक्ता विश्वास तथा वैश्विक निर्यात प्रतिस्पर्धा की आधारशिला हैं। आईसीएआर-सीफेट खाद्य गुणवत्ता एवं सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए वैज्ञानिक परीक्षण विधियाँ, विश्लेषणात्मक प्रोटोकॉल तथा गुणवत्ता मूल्यांकन तकनीकें विकसित करता है। संस्थान की खाद्य परीक्षण प्रयोगशाला आधुनिक विश्लेषणात्मक उपकरणों से सुसज्जित है, जहाँ विभिन्न प्रसंस्कृत खाद्य उत्पादों की गुणवत्ता, सुरक्षा तथा मानकों के अनुरूपता का परीक्षण किया जाता है। इन प्रयासों से खाद्य उद्योगों को राष्ट्रीय एवं अंतरराष्ट्रीय गुणवत्ता मानकों का अनुपालन सुनिश्चित करने में सहायता मिलती है, जिससे भारतीय कृषि एवं खाद्य उत्पादों की वैश्विक प्रतिस्पर्धात्मकता और निर्यात क्षमता को सुदृढ़ किया जा सकता है।

प्रश्न 7. सतत कृषि एवं सर्कुलर बायोइकोनॉमी को बढ़ावा देने में आईसीएआर-सीफेट की क्या भूमिका है?

उत्तर: आईसीएआर-सीफेट सतत कृषि विकास की अवधारणा को बढ़ावा देने के लिए कृषि उप-उत्पादों एवं कृषि अवशेषों के प्रभावी उपयोग, द्वितीयक कृषि, संसाधन-कुशल प्रसंस्करण तकनीकों तथा 'अपशिष्ट से संपदा' आधारित समाधानों पर कार्य करता है। संस्थान ऐसी प्रौद्योगिकियाँ विकसित करता है जो प्राकृतिक संसाधनों का अधिकतम उपयोग सुनिश्चित करने के साथ-साथ पर्यावरणीय प्रभाव को कम करती हैं। कृषि प्रसंस्करण के दौरान उत्पन्न अपशिष्टों का मूल्यवर्धित उत्पादों में रूपांतरण किसानों एवं उद्योगों के लिए अतिरिक्त आय के अवसर सृजित करता है तथा हरित जैव-अर्थव्यवस्था को सशक्त बनाने में योगदान देता है।

प्रश्न 8. उद्योग, विश्वविद्यालय एवं सरकारी संस्थाएँ आईसीएआर-सीफेट के साथ किस प्रकार सहयोग कर सकती हैं?

उत्तर: आईसीएआर-सीफेट उद्योगों, विश्वविद्यालयों, अनुसंधान संस्थानों, राज्य सरकारों एवं विकास एजेंसियों के साथ सक्रिय सहयोग स्थापित करता है। यह सहयोग संयुक्त अनुसंधान परियोजनाओं, प्रायोजित अनुसंधान, तकनीकी परामर्श, प्रौद्योगिकी प्रमाणीकरण, पायलट प्रदर्शन, क्षमता निर्माण कार्यक्रमों तथा प्रौद्योगिकी लाइसेंसिंग के माध्यम से किया जाता है। संस्थान उद्योगों एवं सार्वजनिक संस्थाओं के साथ साझेदारी स्थापित कर विकसित तकनीकों के बड़े स्तर पर प्रसार, कृषि आधारित उद्यमों के विकास तथा पोस्ट-हार्वेस्ट प्रबंधन को मजबूत बनाने की दिशा में कार्य करता है। यह सहयोग कृषि अनुसंधान एवं उद्योग के बीच एक प्रभावी सेतु का कार्य करता है।

प्रश्न 9. आईसीएआर-सीफेट भविष्य की किन उन्नत प्रौद्योगिकियों पर कार्य कर रहा है?

उत्तर: आधुनिक कृषि प्रसंस्करण को अधिक स्मार्ट, कुशल एवं प्रतिस्पर्धी बनाने के उद्देश्य से आईसीएआर-सीफेट स्वचालन, सेंसर प्रौद्योगिकी, उन्नत प्रसंस्करण प्रणालियों, आधुनिक पैकेजिंग, तृतीयक प्रसंस्करण तथा वैज्ञानिक गुणवत्ता मूल्यांकन जैसी अत्याधुनिक तकनीकों पर अनुसंधान कर रहा है। संस्थान की अनुसंधान गतिविधियाँ स्मार्ट पोस्ट-हार्वेस्ट इंजीनियरिंग, बुद्धिमान निगरानी प्रणाली, सटीक प्रसंस्करण तथा दक्ष संसाधन प्रबंधन को बढ़ावा देती हैं। इन नवाचारों के माध्यम से कृषि-खाद्य क्षेत्र के आधुनिकीकरण, उत्पाद गुणवत्ता में सुधार तथा वैश्विक प्रतिस्पर्धा को सुदृढ़ बनाने की दिशा में महत्वपूर्ण योगदान दिया जा रहा है।

प्रश्न 10. भारतीय कृषि एवं खाद्य प्रसंस्करण क्षेत्र के भविष्य के लिए आईसीएआर-सीफेट की क्या परिकल्पना है?

उत्तर: आईसीएआर-सीफेट का लक्ष्य एक ऐसी कृषि एवं खाद्य प्रसंस्करण प्रणाली का निर्माण करना है, जो विज्ञान एवं प्रौद्योगिकी आधारित, टिकाऊ, संसाधन-कुशल तथा मूल्य संवर्धित हो। संस्थान की परिकल्पना है कि कटाई उपरांत होने वाली हानियों को न्यूनतम किया जाए, खाद्य गुणवत्ता एवं सुरक्षा को सुदृढ़ बनाया जाए तथा कृषि उपज का अधिकतम मूल्य किसानों तक पहुँचे। अनुसंधान, नवाचार, प्रौद्योगिकी हस्तांतरण, उद्यमिता विकास एवं विभिन्न हितधारकों के साथ प्रभावी साझेदारी के माध्यम से संस्थान भारत के खाद्य प्रसंस्करण क्षेत्र को वैश्विक स्तर पर प्रतिस्पर्धी बनाने के लिए निरंतर कार्यरत है। यह दृष्टिकोण किसानों की आय में वृद्धि, ग्रामीण उद्यमिता के विकास, खाद्य सुरक्षा को सुदृढ़ करने तथा विकसित भारत की परिकल्पना को साकार करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाएगा।

यदि आपके मन में कोई प्रश्न है, तो हमें लिखें:

निदेशक
आईसीएआर-केन्द्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान
डाकघर: पी.ए.यू. (PAU),
लुधियाना-141004, पंजाब, भारतय
दूरभाष:+91-161-2313103
ई-मेल: director.ciphet@icar.org.in

कृषि और संबद्ध विज्ञान के गौरवशाली सितारे

- **एग्रीकोला मेडल :** प्रधानमंत्री श्री नरेंद्र मोदी को 20 मई, 2026 को रोम में फूड एंड एग्रीकल्चर ऑर्गनाइजेशन के डायरेक्टर जनरल डॉ. क्यू डोंग्यू ने यूनाइटेड नेशंस की तरफ से 2026 के लिए मशहूर एग्रीकोला मेडल से सम्मानित किया। यह अवॉर्ड भारत और ग्लोबल लेवल पर फूड सिक्योरिटी, सस्टेनेबल एग्रीकल्चर और रूरल डेवलपमेंट को एड्रेस करने के लिए उनकी शानदार लीडरशिप के लिए दिया गया।
- **फूड प्लैनेट प्राइज 2026:** आंध्र प्रदेश कम्युनिटी मैनेज्ड नेचुरल फार्मिंग (एपीसीएनएफ) को दुनिया का सबसे बड़ा एनवायरनमेंटल अवॉर्ड 2 जून को स्वीडन के बास्टैड में दिया गया।
- **2026 टॉप एग्री-फूड पायनियर्स:** सीएसआईआर-नेशनल इंस्टीट्यूट फॉर इंटरडिसिप्लिनरी साइंस एंड टेक्नोलॉजी के निदेशक डॉ. सी. आनंदरामकृष्णन को मशहूर वर्ल्ड फूड प्राइज फाउंडेशन ने 17 जून, 2026 को ''2026 टॉप एग्री-फूड पायनियर्स'' में से एक माना है।

कृषि विशेषज्ञों को भारत के राष्ट्रपति द्वारा पद्म श्री (2026) से सम्मानित किया गया

डॉ. अशोक कुमार सिंह (एके सिंह): जाने-माने प्लांट जेनेटिसिस्ट और आईसीएआर-इंडियन एग्रीकल्चरल रिसर्च इंस्टीट्यूट (आईएआरआई) के पूर्व निदेशक को 25 से ज्यादा बेहतर, ज्यादा पैदावार वाली बासमती चावल की किस्में बनाने के लिए सम्मानित किया गया।

डॉ. गोपाल जी त्रिवेदी: राजेंद्र प्रसाद सेंट्रल एग्रीकल्चरल यूनिवर्सिटी के पूर्व कुलपति, जिन्हें एग्रीकल्चरल एक्सटेंशन में उनके काम और बिहार में बड़े पैमाने पर मखाना (फॉक्स नट) की खेती को पॉपुलर बनाने के लिए मरणोपरांत सम्मानित किया गया।

डॉ. के. रामासामी: एक जाने-माने कृषि वैज्ञानिक, जिन्हें एग्रीकल्चरल रिसर्च और सस्टेनेबल तरीकों में अपने शुरुआती योगदान के लिए जाना जाता है।

डॉ. जोगेश देउरी: असम के एक एक्सपर्ट, जिन्हें रेशम उत्पादन में उनके नए कामों, खासकर एरी सिल्क को बढ़ावा देने और पारंपरिक सिल्क इंडस्ट्री को मजबूत करने के लिए सम्मानित किया गया।

डॉ. प्रेम लाल गौतम: प्लांट जेनेटिक रिसोर्स कंजर्वेशन और एग्रीकल्चरल डेवलपमेंट में उनके अहम योगदान के लिए उन्हें सम्मानित किया गया।

श्री श्रीरंग देवबा लाड: कम्युनिटी लेवल पर जमीनी स्तर पर इनोवेशन और सस्टेनेबल खेती के तरीकों के लिए सम्मानित।

श्री रघुपत सिंह: फसल सुधार और ग्रामीण आजीविका के लिए उनके समर्पित काम और योगदान के लिए मरणोपरांत सम्मानित किया गया।

श्री राम रेड्डी मामिडी: जमीनी स्तर पर खेती और किसान-केंद्रित इनोवेशन के लिए मरणोपरांत सम्मानित।

बूझो तो जानें: फ़ूड टेक स्पेशल

★ परखिए अपना खाद्य-विज्ञान ज्ञान! ★

1 रहस्यमयी प्रतिक्रिया

जब आप डबल-रोटी सेक्ते हैं, कॉफी की फलियां भूनते हैं या पनीर को ग्रिल करते हैं, तो एक सुंदर भूरा रंग और लुभावनी सुगंध आती है। यह प्रक्रिया बिना किसी एंजाइम के, केवल एमिनो अम्ल और अपचायक शर्करा के बीच उच्च तापमान पर होती है। इस प्रसिद्ध रासायनिक प्रतिक्रिया का क्या नाम है?

2 डिब्बाबंदी का रक्षक

डिब्बे में बंद खाद्य पदार्थों के तापीय प्रसंस्करण और रोगाणु-नाशन का समय तय करते समय खाद्य वैज्ञानिक एक अत्यधिक ताप-प्रतिरोधी और जानलेवा बीजाणु बनाने वाले जीवाणु को नष्ट करने को ही अपना मुख्य मानक मानते हैं। इस जीवाणु का नाम क्या है?

3 'अंडे के डिब्बे' वाला जेल

समुद्री शैवाल से प्राप्त होने वाला वह कौन सा प्राकृतिक जल-कोलाइड (हाइड्रोकोलाइड) है जो कैल्शियम आयनों के संपर्क में आते ही सेकंडों में मजबूत जेल बना लेता है? इसका उपयोग आणविक पाक-कला और खाद्य आवरण तकनीक में बहुत होता है।

4 फलों को पकाने वाली गैस

केले, आम और टमाटर जैसे फलों की श्वसन दर कटाई के बाद अचानक बढ़ जाती है, क्योंकि वे स्वयं एक प्राकृतिक गैसीय हार्मोन छोड़ते हैं। इस हार्मोन का नाम क्या है, जिसे नियंत्रित वातावरण भांडारण में निष्कासित करके फलों को सड़ने से बचाया जाता है?

5 दूध का गुणवत्ता परीक्षण

दूध का पास्चुरीकरण सही से हुआ है या नहीं, यह जांचने के लिए डेयरी प्रयोगशाला में किस विशिष्ट एंजाइम की निष्क्रियता का परीक्षण किया जाता है?

6 बिना गर्मी का पाश्चुरीकरण

खाद्य अभियान्त्रिकी (इंजीनियरिंग) की उस आधुनिक अ-तापीय तकनीक को क्या कहते हैं, जिसमें पेय पदार्थों पर हजारों वायुमंडलीय दाब डाला जाता है, जिससे बिना गर्मी दिए ही सूक्ष्मजीव नष्ट हो जाते हैं और स्वाद व पोषक तत्व प्राकृतिक बने रहते हैं?

7 तरलों का बहाव

खाद्य पदार्थों के बहाव और गाढ़ेपन के अध्ययन में गतिक श्यानता (Dynamic Viscosity) की CGS इकाई का नाम किस फ्रांसीसी वैज्ञानिक के नाम पर रखा गया है?

8 चिप्स का सुरक्षा कवच

आलू के चिप्स के पैकेट हवा से फूले हुए दिखाई देते हैं। यह साधारण हवा नहीं होती, बल्कि एक अक्रिय गैस होती है जो तेल के वसा-दुर्गंध (रैंसिडिटी) को रोकती है और चिप्स को कुरकुरा बनाए रखती है। यह कौन सी गैस है?

9 सुनहरा चावल

आनुवंशिक अभियान्त्रिकी द्वारा विकसित चावल की वह कौन सी प्रजाति है, जिसे विशेष रूप से रतौंधी और विटामिन-ए की कमी को दूर करने के लिए बीटा-कैरोटीन से समृद्ध किया गया है?

10 अपशिष्ट से मूल्य संवर्धन

मछली के छिलकों, फलों के कचरे या डेयरी के मट्ठे जैसे खाद्य प्रसंस्करण अपशिष्टों को फेंकने के बजाय उनसे उच्च मूल्य वाले जैव-सक्रिय यौगिक बनाने की प्रक्रिया को खाद्य विज्ञान में क्या कहा जाता है?

उत्तर: 1. मैलार्ड प्रतिक्रिया (Maillard Reaction); 2. क्लोस्ट्रीडियम बोटुलिनम (Clostridium botulinum); 3. सोडियम एल्जिनेट (Sodium Alginate); 4. इथाइलीन गैस (Ethylene Gas); 5. एल्कलाइन फॉस्फेटेस (Alkaline Phosphatase); 6. पास्कलाइजेशन / उच्च-दाब प्रसंस्करण (High-Pressure Processing / Pascalization); 7. पॉइज (Poise); 8. नाइट्रोजन गैस (Nitrogen Gas); 9. गोल्डन राइस (Golden Rice); 10. अपशिष्ट मूल्यवर्धन / बायो-रिफाइनरी (Waste Valorization / Biorefinery)

जिज्ञासा ही ज्ञान की पहली सीढ़ी है! | सोचिए... समझिए... और विज्ञान को जीवन में अपनाइए!

हिन्दी कार्यशाला

राजभाषा हिंदी के प्रचार-प्रसार एवं कार्यालयीन कार्यो में हिंदी के प्रभावी उपयोग को बढ़ावा देने के उद्देश्य से दिनांक 30.06.2026 को अपराह्न 02:30 बजे से 05:30 बजे तक सभागार-1 में राजभाषा हिंदी की तिमाही कार्यशाला का आयोजन किया गया। कार्यशाला का विषय ''तकनीकी युग में हिंदी का उपयोग'' था। इस अवसर पर मुख्य वक्ता के रूप में डॉ. नीरोत्तमा शर्मा, एसोसिएट प्रोफेसर, मालवा सेंट्रल कॉलेज ऑफ एजुकेशन (पंजाब विश्वविद्यालय, चण्डीगढ़), लुधियाना ने अपने विचार प्रस्तुत किए। डॉ. शर्मा ने तकनीकी क्षेत्र में हिंदी के बढ़ते महत्व एवं इसके व्यावहारिक उपयोग पर विस्तार से प्रकाश डाला। कार्यशाला में उपस्थित प्रतिभागियों ने हिंदी के प्रयोग को बढ़ाने हेतु उपयोगी जानकारी प्राप्त की।

भाकृअनुप-सीफेट की प्रकाशित प्रशिक्षण पुस्तिकाएं (जनवरी-जून, 2026)

विज्ञान की मजेदार दुनिया से फसलोत्तर संबंधी

कुछ रोचक सवाल और उनके वैज्ञानिक जवाब

एक ही चाय अलग-अलग कपों में अलग स्वाद वाली क्यों लगती है?

यदि चाय एक ही है, तो उसका स्वाद बदलना आश्चर्यजनक लग सकता है, लेकिन इसके पीछे मनोविज्ञान और भौतिकी दोनों काम करते हैं। अलग-अलग कपों की सामग्री, जैसे मिट्टी, चीनी मिट्टी, कांप या स्टील, गर्मी को अलग-अलग तरीके से बनाए रखते हैं। इससे चाय का तापमान और सुगंध बदल सकती है। कप का आकार और किनारों की मोटाई भी इस बात को प्रभावित करते हैं कि चाय जीभ के किस हिस्से तक पहले पहुँचती है। इसके अलावा, कप का रंग और बनावट हमारे मस्तिष्क की स्वाद संबंधी धारणा को भी प्रभावित करते हैं। यही कारण है कि कई लोगों को कुल्हड़, चीनी मिट्टी या कॉप के कप में वही चाय अलग स्वाद वाली महसूस होती है।

स्वाद को प्रभावित करने वाले मुख्य कारक

- कप की सामग्री (मिट्टी, चीनी मिट्टी, कांप, स्टील)
- तापमान और गर्मी का संरक्षण
- कप का आकार और किनारों की मोटाई
- कप का रंग और बनावट
- मस्तिष्क की स्वाद संबंधी धारणा

पॉपकॉर्न के दाने अचानक जोरदार आवाज के साथ क्यों फूटते हैं?

पॉपकॉर्न के प्रत्येक दाने के भीतर थोड़ी मात्रा में पानी और स्टार्च बंद रहता है। इसकी बाहरी परत (हुल) बहुत कठोर होती है। जब दाने को गर्म किया जाता है, तो अंदर का पानी भाप में बदलने लगता है और दबाव लगातार बढ़ता जाता है। लगभग + 180 डिग्री सेल्सियस के आसघास यह दबाव इतना अधिक हो जाता है कि कठोर बाहरी परत अचानक फट जाती है। उसी क्षण अंदर का नरम स्टार्च तेजी से फैलकर सफेद, हल्के और फुले हुए रूप में बाहर निकल आता है। दाने के फटने से जो तेज आवाज आती है, वह इसी अचानक दबाव मुक्त होने का परिणाम है। यही कारण है कि पॉपकॉर्न बनाते समय हमें लगातार **"पॉप-पॉप"** की आवाज सुनाई देती है।

पॉपकॉर्न फूटने की वैज्ञानिक प्रक्रिया

जानने योग्य बात

पॉपकॉर्न के दाने विशेष रूप से डिजाॅन होते हैं—उनकी बाहरी परत मजबूत होती है और अंदर स्टार्च व नमी का सही अनुपात होता है, तभी वे सही तरीके से फूटते हैं।

विज्ञान की बात

मछली में “फिशी” गंध केवल उसके मरने के बाद ही क्यों आती है?

जीवित मछली से सामान्यतः कोई तेज “फिशी” गंध नहीं आती। उसके मरने के बाद शरीर की प्राकृतिक शुरक्षा प्रणाली बंद हो जाती है और बैक्टीरिया सक्रिय होकर ऊतकों को विघटित करने लगते हैं। समुद्री और कई मीठे पानी की मछलिंयों में ट्राइमेथाइलएमीन ऑक्साइद (TMAO) नामक यौगिक पाया जाता है। मृत्यु के बाद बैक्टीरिया और एंजाइम इसे ट्राइमेथाइलएमीन (TMA) में बदल देते हैं, जिसकी गंध तीखी और विशिष्ट होती है। तापमान जितना अधिक होगा, यह प्रक्रिया उतनी ही तेज़ होगी। इसलिए ताजी और सही तापमान पर रखी गई मछली में गंध बहुत कम होती है, जबकि खराब भंडारण से “फिशी” गंध तेजी से बढ़ जाती है।

विशेष तथ्य

- समुद्री और कई मीठे पानी की मछलिंयों में TMAO नामक यौगिक स्वाभाविक रूप से पाया जाता है।
- मछली के मरने के बाद TMAO ट्राइमेथाइलएमीन (TMA) में बदल जाता है।
- ताजी मछली को 0–4°C पर रखने से बैक्टीरिया की क्रियाशीलता धीमी हो जाती है और गंध कम आती है।

याद रखें

ताजी और सही तापमान पर रखी गई मछली में गंध बहुत कम होती है, जबकि खराब भंडारण से “फिशी” गंध तेजी से बढ़ जाती है।

रोटी (चपाती) सेंकते समय गुब्बारे की तरह क्यों फूल जाती है?

रोटी का फूलना विज्ञान और कुशल बेलन तकनीक का सुंदर उदाहरण है। जब आंटे में पानी मिलाकर गुंथा जाता है, तो उसमें मौजूद ग्लूटेन और स्टार्च एक ल्चीली संरचना बनाते हैं। बैली हुई रोटी को पहले तवे पर दोनों ओर हल्का सेंका जाता है, जिससे उसकी ऊपर और नीचे की सतह पतली परतों में बदल जाती है। जब इसे सीधे ऑंच पर रखा जाता है, तो अंदर मीजूद नमी तेजी से भाप में बदल जाती है। यह भाग करते हुए निकल पाती और दे [illegible] है। को अलग करते हुए रोटी को गुब्बारे की तरह फूला देती है। समान मोटाई, सही गुँथा हआ आटा और उचित तापमान रोटी के अच्छी तरह फूलने के प्रमुख कारण हैं।

रोटी फूलने की प्रक्रिया

1. आटा गूँथना

पानी मिलाने से ल्लूटेन और स्टार्च सक्रिय होते हैं और ल्चीली संरचना बनती है।

2. तवे पर सेंकना

दोनों ओर हल्का सेंकने से ऊपर और नीचे पतली परतें बन जाती हैं।

3. सीधे ऑंच पर रखना

अंदर की नमी भाप में बदलती है और अंदर दाव (प्रेशर) बढ़ता है।

4. रोटी का फूलना

भाप बाहर नहीं निकल पाती और दोनों परतें अलग होकर रोटी को को गुब्बारे की तरह फूला देती हैं।

महत्वपूर्ण बातें

- समान मोटाई वाली रोटी आसानी से फूलती है।
- आटा सही गुँथा हो तों रोटी मुलायम और अच्छी फूलती है।
- तवा/ऑंच का तापमान मध्यम से तेज़ होना चाहिए।

नहाये हैं रोशनी से घर अमीरों के,
गरीब की झोंपड़ी में एक दिया जलायें हम।

सजी है थालियाँ व्यंजनों से अमीरों के,
गरीब को एक निवाला खिलायें हम।

दौड़ तो रहे हैं हम सब आधुनिकता की होड़ में,
संस्कृति, भाषा, विरासत को कुछ बचायें हम।

जो भटक रहे हैं अंधेरे में, बिना मंजिल के,
उनकी राह रोशन कर, सही रास्ता दिखायें हम।

हरेक आँखों में डरे-डरे हैं जो सपने,
उसे बेख़ौफ़ पाने को जगायें हम।

मुश्किल ही किसी को किसी पर यकीं,
आज फिर से विश्वास करना सिखायें हम।

न रहे भूखा कोई, न रहे कहीं अँधेरा,
कुछ कर ऐसा माहौल तो बनायें हम।

खुदा मंदिर में दिखे, राम मस्जिद में भी,
मजहब से पहले, इंसानियत का धर्म निभायें हम।

लोग करते हैं बातें बहुत ज्ञान-योग, ध्यान योग की,
कर्मयोग से आत्म 'विकास'कर , सफ़ल बनायें हम।

डॉ. विकास कुमार, वैज्ञानिक
भा.कृ.अनु.प.-केन्द्रीय कटाई- उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना

भाकृअनुप-सीफेट

प्रसंस्करण प्रगति

अर्धवार्षिक | राजभाषा | पत्रिका

वर्ष 10 | अंक 1 | जनवरी–जून | 2026