प्रसंस्करण प्रगति

अर्धवार्षिक | राजभाषा | पत्रिका

उत्तम उत्पादन

उत्तम प्रसंस्करण

समृद्ध जीवन

वर्ष 9 | अंक 2 | जुलाई–दिसम्बर | 2025

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

आई.एस.ओ. 9001-2015 संस्थान

प्रस्तावना

हमें अत्यंत प्रसन्नता है कि प्रसंस्करण प्रगति-2025 का द्वितीय अंक आपके समक्ष प्रस्तुत करते हुए हम ज्ञान, नवाचार और व्यावहारिक अनुप्रयोगों की इस सतत यात्रा को और अधिक सुदृढ़ कर रहे हैं। यह अंक कटाई उपरांत प्रबंधन एवं खाद्य प्रसंस्करण के उभरते परिदृश्य को वैज्ञानिक, सरल और व्यवहारिक दृष्टिकोण से प्रस्तुत करता है। हमारा निरंतर प्रयास रहा है कि यह पत्रिका केवल शोध लेखों का संकलन न होकर एक ऐसा जीवंत मंच बने, जहाँ वैज्ञानिक अनुसंधान, क्षेत्रीय अनुभव, तकनीकी प्रगति और उद्यमशीलता की संभावनाएँ परस्पर समन्वय के साथ विकसित हों।

इस अंक में सम्मिलित लेख भारत की कृषि विविधता, क्षेत्रीय संसाधनों और तकनीकी क्षमताओं के महत्व को स्पष्ट रूप से रेखांकित करते हैं। बागवानी क्षेत्र से संबंधित लेख जैसे बागवानी फसलों की परिपक्वता का निर्धारण, ऊष्मा-विद्युत शीतलन के माध्यम से उत्पादों का भंडारण तथा कटाई उपरांत आँवला प्रबंधन- फसल गुणवत्ता संरक्षण, अपव्यय में कमी और मूल्य-संवर्धन के प्रभावी समाधान प्रस्तुत करते हैं। इसी प्रकार, कृषि अवशेषों के मूल्य-संवर्धन, बायो-एक्टिव घटकों के निष्कर्षण, बाजरा-आधारित मूल्य-संवर्धित उत्पादों में संरचनात्मक अध्ययन तथा खाद्य योजकों एवं परिरक्षकों के वर्गीकरण एवं ई-संख्या प्रणाली पर आधारित लेख वर्तमान खाद्य उद्योग की आवश्यकताओं और उपभोक्ता जागरूकता के संदर्भ में अत्यंत प्रासंगिक हैं।

डिजिटल एवं उन्नत प्रौद्योगिकियों की भूमिका को दर्शाते हुए कृत्रिम बुद्धिमत्ता द्वारा फलों की गुणवत्ता विश्लेषण तथा खाद्य अपशिष्ट मूल्यांकन में 3 डी प्रिंटिंग प्रौद्योगिकी जैसे लेख भविष्य की खाद्य प्रसंस्करण प्रणालियों की दिशा संकेत करते हैं। वहीं, पशुधन आधारित कटाई उपरांत प्रबंधन पर केंद्रित लेख यह दर्शाते हैं कि वैज्ञानिक तकनीकों के माध्यम से ग्रामीण आजीविका को सशक्त बनाया जा सकता है।

लेखों के अतिरिक्त, इस अंक में विज्ञान-झलकियाँ, संस्थान की शैक्षणिक, प्रशासनिक एवं राजभाषा हिंदी से संबंधित गतिविधियों जैसे विगत छह माह में हिंदी में किए गए कार्य, हिंदी पखवाड़ा, कार्यशालाएँ, संस्थान की उपलब्धियाँ, प्रशिक्षण पुस्तिकाएँ, तथा राजभाषा कार्यान्वयन समिति से जुड़ी जानकारी की भी समग्र प्रस्तुति की गई है।

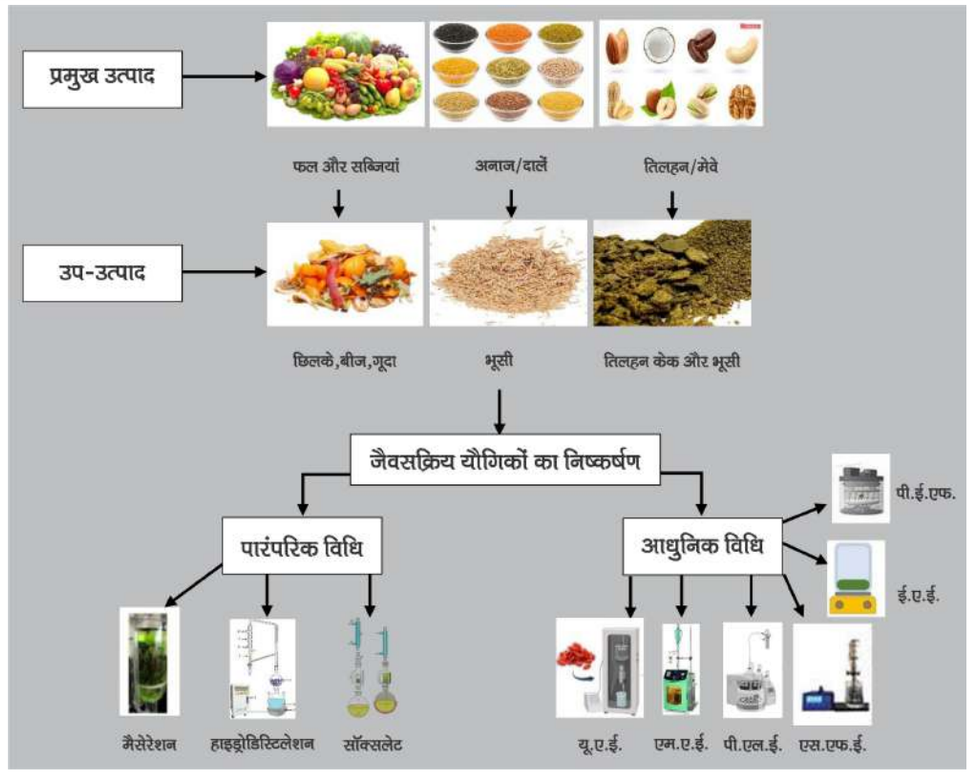
अंतत:, यह अंक तकनीकी व्यापकता, वैज्ञानिक गहनता और क्षेत्रीय संवेदनशीलता का संतुलित संयोजन है। हमें विश्वास है कि यह अंक पाठकों के ज्ञान में वृद्धि करेगा, उनके कार्य को सशक्त बनाएगा और उन्हें नवाचार की दिशा में प्रेरित करेगा। सभी पाठकों, मार्गदर्शकों एवं लेखकों के निरंतर सहयोग के लिए हम हृदय से आभारी हैं।

मुख्य सम्पादक
डॉ. नचिकेत कोतवालीवाले
निदेशक

सम्पादक मण्डल
डॉ. सूर्या तुषीर
डॉ. संदीप दवंगे
डॉ. रवि प्रकाश
डॉ. सौम्या महापात्र

संदर्भ
नचिकेत कोतवालीवाले, सूर्या तुषीर, संदीप दवंगे, रवि प्रकाश एवं सौम्या महापात्र (2025) प्रसंस्करण प्रगति-अर्धवार्षिक राजभाषा पत्रिका (जुलाई-दिसम्बर) वर्ष 9, अंक 2, 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
जैव सक्रिय घटकों की निष्कर्षण विधियाँ
मंजू बाला, सूर्या तुषीर एवं महर्षि तोमर

13
बाजरा आधारित मूल्य संवर्धित उत्पादों में संरचनात्मक अध्ययन का महत्व
पी. हेमाशंकरी, काजल नवनाथ तांबवे एवं मंजू बाला

22
खाद्य अपशिष्ट मूल्य संवर्धन में 3डी-प्रिंटिंग प्रौद्योगिकी
रितु कुकड़े, शगफ कौकब, राहुल कुमार राउत, सुमित उरहे, पक्कीरांना सिवम्मा, रवि प्रकाश, अंकित कुमार एवं सौरव मिश्रा

29
कटाई उपरांत प्रबंधन में प्लास्टिक का उपयोग
राकेश शारदा, आयुषी झा एवं निखिल कटिंग ग्लैडविन

42

खाद्य प्रसंस्करण उद्योगों में खाद्य योजक (एडिटीव) और परिरक्षक (प्रीजरव्हेटीव) का महत्व, वर्गीकरण, ई-संख्या प्रणाली : कुछ रोचक तथ्य

संदीप पोपटराव दवंगे, मुसकान एवं के. बेमबेम

55

बागवानी फसल की परिपक्वता का निर्धारण

कल्याणी शर्मा, राजेश कुमार विश्वकर्मा एवं दिनेश कुमार

72

झारखंड में सुअर पालन: सतत आजीविका का एक सशक्त अवसर

प्रज्ञा भदौरिया, पूनम सोरेन, शॉन चक्रवर्ती एवं अंजनी कुमार

63

कटाई उपरांत आंवला का प्रबंधन

अजीत कुमार सिंह, भगवान दीन, पुष्पेंद्र कुमार एवं नवीन कुमार मौर्य

78

बिना पानी जीवित मछली परिवहन : एक वैज्ञानिक तकनीक

विकास कुमार एवं रणजीत सिंह

84

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक द्वारा फलों की गुणवत्ता का विश्लेषण

शगफ कौकब, लीना कुमारी एवं रितु कुकड़े

93

विज्ञान के अंश

96

भाकृअनुप-सीफेट, लुधियाना में राजभाषा हिन्दी पखवाड़ा (14 से 28 सितम्बर 2025)

101

हिन्दी कार्यशाला

102

संस्थान की गौरवमयी उपलब्धियाँ

103

भाकृअनुप-सीफेट की प्रकाशित प्रशिक्षण पुस्तिकाएं (जुलाई- दिसम्बर, 2025)

104

संस्थान राजभाषा कार्यान्वयन समिति वर्ष 2025 के सदस्य, भाकृअनुप-सीफेट, लुधियाना

जैव सक्रिय घटकों की निष्कर्षण विधियाँ

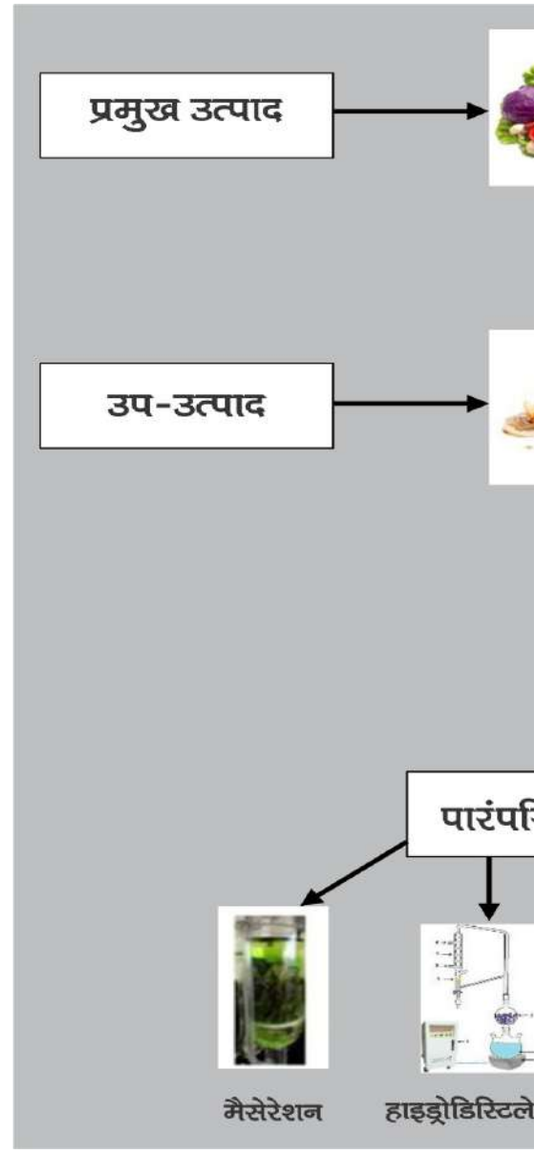
मंजू बाला, सूर्या तुषीर एवं महर्षि तोमर
भाकृअनुप-केन्द्रीय कटाई उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

आज के दौर में जब पर्यावरण संरक्षण और सतत विकास की बात हो रही हैं, तब कृषि अवशेषों या बायोमास की भूमिका और भी अहम हो जाती है। खेती बाड़ी और खाद्य प्रसंस्करण के दौरान बड़ी मात्रा में ऐसे जैविक अवशेष निकलते हैं जिन्हें अक्सर व्यर्थ समझकर फेंक दिया जाता है। इनमें फल-सब्जियों के छिलके, अनाज की भूसी, बीज, डंठल, गूदा, खली इत्यादि जैसे बायोडिग्रेडेबल तत्व शामिल होते हैं। लेकिन हाल के वैज्ञानिक शोधों से यह बात सामने आई है कि यही अवशेष हमारे लिए बहुमूल्य बायोएक्टिव यौगिकों का खजाना हैं। यह यौगिक जैसे पॉलीफिनोल्स, फ्लेवोनोइड्स, फिनोलिक एसिड, और टेरपेनॉइड्स शरीर में एंटीऑक्सीडेंट, एंटी-इंफ्लेमेटरी और रोग-प्रतिरोधक के रूप में कार्य करते हैं, और इन्हें खाद्य, औषधि और सौंदर्य प्रसाधन उद्योगों में इस्तेमाल किया जा सकता है।

यह यौगिक द्वितीयक मेटाबोलाइट्स भी कहलाते हैं। हाल के वर्षों में, वैज्ञानिकों ने इन यौगिकों को कृषि अपशिष्टों से निकालने के लिए आधुनिक और पर्यावरण के अनुकूल तकनीकों का विकास किया है, जैसे कि माइक्रोवेव असिस्टेड एक्सट्रैक्शन, अल्ट्रासाउंड असिस्टेड एक्सट्रैक्शन, सुपरक्रिटिकल फ्लूइड एक्सट्रैक्शन, और एंजाइम आधारित विधियाँ। ये तकनीकें न केवल अधिक प्रभावी हैं, बल्कि पारंपरिक तरीकों की तुलना में कम समय और ऊर्जा से उच्च गुणवत्ता वाला निष्कर्षण प्रदान करती हैं।

संयुक्त राष्ट्र खाद्य एवं कृषि संगठन और कई शोध पत्रों के अनुसार, यदि इन कृषि अवशेषों का उचित उपयोग किया जाए तो इससे न केवल कचरे की मात्रा कम हो सकती है बल्कि एक ''शून्य अपशिष्ट अर्थव्यवस्था'' की ओर भी बढ़ा जा सकता है। इससे न केवल किसानों को अतिरिक्त आय का स्रोत मिलेगा बल्कि पर्यावरण संरक्षण में भी महत्वपूर्ण योगदान होगा।

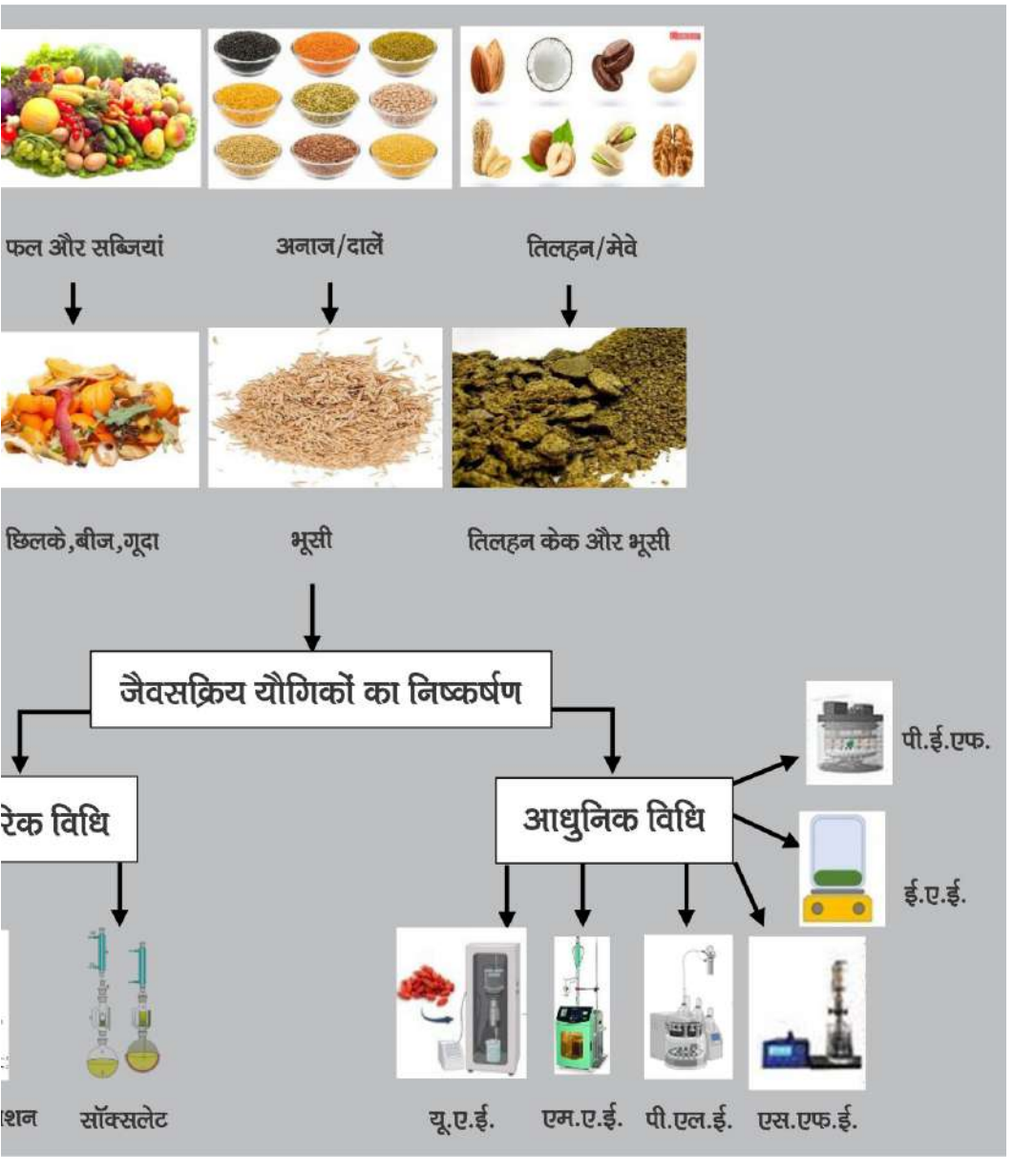
इस लेख का उद्देश्य यही है कि पाठकों को यह समझाया जाए कि कैसे कृषि अवशेषों को व्यर्थ समझने के बजाय हम उनसे बायोएक्टिव यौगिक निकालकर उन्हें स्वास्थ्य और उद्योग के क्षेत्र में उपयोगी बना सकते हैं। साथ ही, इस प्रक्रिया में उपयोग होने वाली प्रमुख तकनीकों और उनकी संभावनाओं पर भी प्रकाश डाला गया है।



जैव सक्रिय यौगिकों का वर्गीकरण

बायोएक्टिव या जैव सक्रिय यौगिक वे रसायन होते हैं जो हमारे शरीर पर सकारात्मक प्रभाव डालते हैं जैसे रोगों से लड़ने की प्रतिरक्षा प्रणाली को मजबूत करना या कोशिकीय गतिविधियों को नियंत्रित करना। वैज्ञानिकों ने इन यौगिकों को उनके बनने

उन्नत एवं हरित निष्कर्षण तकनीकें कृषि उप-उत्पादों से जैव-सक्रिय यौगिकों की प्राप्ति को अधिक प्रभावी बनाती हैं, जिससे मूल्यवर्धन को बढ़ावा मिलता है।



की प्रक्रिया यानी बायोसिंथेटिक मार्गों के आधार पर मुख्य रूप से चार प्रमुख वर्गों में बांटा है:

1. फेनोलिक यौगिक:

ये यौगिक प्राकृतिक रूप से पौधों में पाए जाते हैं और शर्करा (चीनी) तथा बेंजीन रिंग जैसे रासायनिक ढांचों से बनते हैं। इनका प्रमुख कार्य एंटीऑक्सीडेंट की तरह काम करना है, यानी ये शरीर को फ्री रेडिकल्स से बचाते हैं। उदाहरण के तौर पर फ्लेवोनोइड्स, टैनिन, फिनोलिक एसिड।

2. टेरपीन और टरपीनोइड:

ये यौगिक पौधों के आवश्यक तेलों में पाए जाते हैं और इनकी खुशबू तेज होती है। इनका इस्तेमाल पारंपरिक औषधियों, कॉस्मेटिक उत्पादों और अरोमा थेरेपी में होता है। उदाहरण: मेंथॉल, लिनोलेन, केरोटीन।

3. नाइट्रोजन युक्त यौगिक:

इस श्रेणी में ऐसे यौगिक आते हैं जिनमें नाइट्रोजन अणु होता है और ये आमतौर पर पौधों की रक्षा के लिए बनते हैं। इनमें कई यौगिक औषधीय दृष्टि से बहुत उपयोगी होते हैं। उदाहरण: एल्कलॉइड्स (जैसे कैफीन, निकोटीन) और ग्लूकेसिनोलेट्स।

4. सल्फर युक्त यौगिक:

ये यौगिक खास तौर पर उन पौधों में पाए जाते हैं जो हमारी रोज़मर्रा के

कृषि अवशेषों से प्राप्त जैवसक्रिय यौगिक

- कृषि अवशेष, पॉलीफेनोल जैसे मूल्यवान जैवसक्रिय यौगिकों से समृद्ध हैं।
- कृषि अवशेषों को उन्नत प्रसंस्करण तकनीकों के माध्यम से उच्च मूल्य वाले जैवसक्रिय यौगिकों में परिवर्तित किया जा सकता हैं।
- पॉलीफेनॉल्स पौधों में पाए जाने वाले द्वितीयक मेटाबोलाइट्स हैं, जिनमे फेनोलिक एसिड, फ्लवोनोइड्स, स्टिलबेन्स और लिग्नान शामिल हैं।
- इन यौगिक पदार्थों के स्वास्थ्य को बढ़ावा देने वाले कई फायदे हैं।
- जैवसक्रिय यौगिकों की निष्कर्षण द्वारा अधिकतम प्राप्ति के लिए टिकाऊ और उन्नत निष्कर्षण प्रोद्यौगिकियों के कार्यान्वयन पर जोर दिया जा रहा है।
- निष्कर्षण से पहले, बायोमास का पूर्व उपचार, उपज को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।
- उन्नत प्रसंस्करण तकनीकों को पारम्परिक विलायक आधारित विधियों की तुलना में उनकी दक्षता और न्यूनतम पर्यावरण प्रभाव के कारण चुना जाता है।

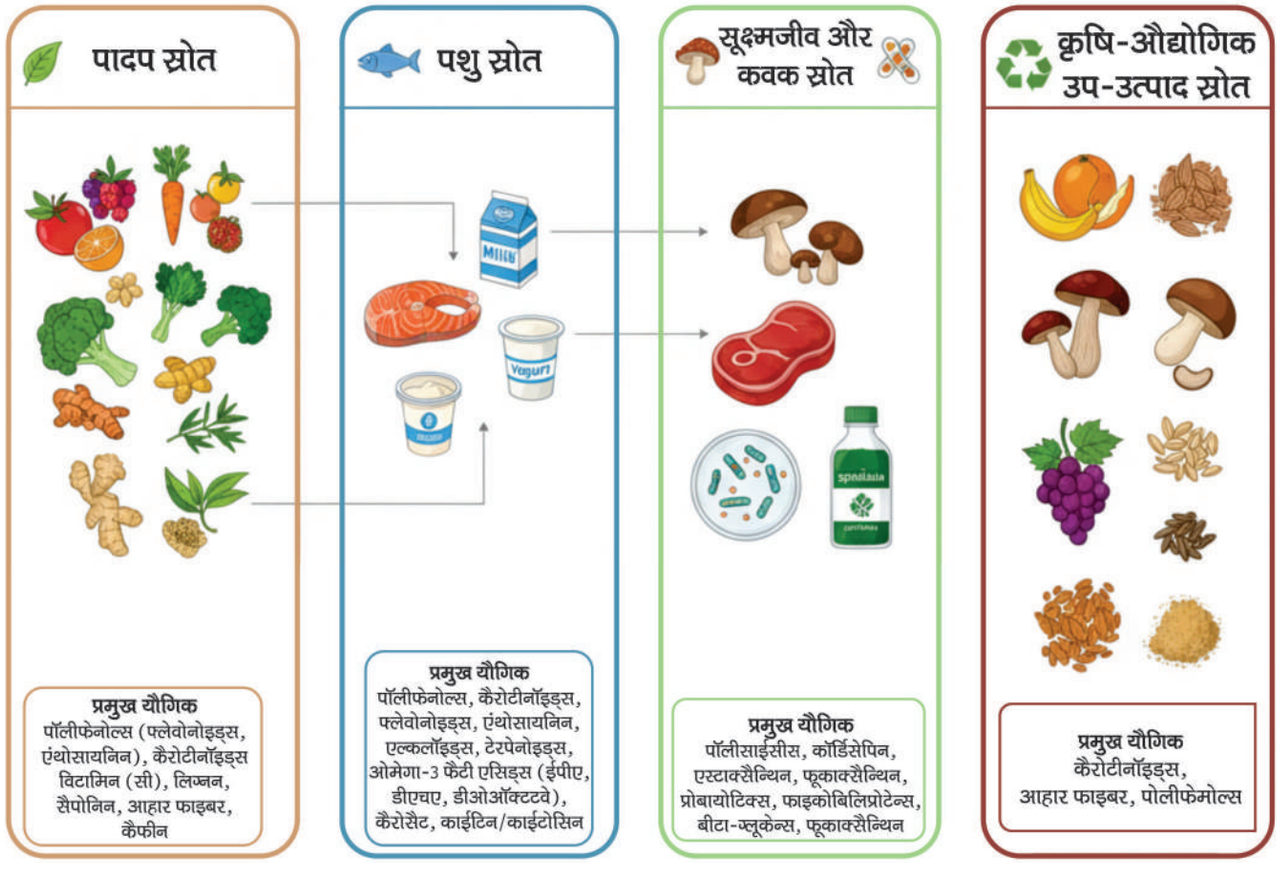
भोजन में शामिल होते हैं जैसे लहसुन, प्याज, और ब्रोकली। इनमें रोग-प्रतिरोधक गुण होते हैं और कैंसर रोधी गतिविधियों में भी सहायक माने जाते हैं। उदाहरण: एलिल सल्फाइड्स, ग्लूकेसिनोलेट्स।

जैव सक्रिय यौगिकों का महत्व

जैव सक्रिय यौगिक पौधों में स्वाभाविक रूप से पाए जाते हैं और इनका प्रमुख कार्य मानव शरीर में सकारात्मक जैविक गतिविधियों को बढ़ावा देना है। इनमें एंटीऑक्सीडेंट क्षमता होती है, जो शरीर को हानिकारक कणों (फ्री रेडिकल्स) से बचाती है। ये कण शरीर में ऑक्सीडेटिव तनाव उत्पन्न करते हैं, जो दिल की बीमारियों, कैंसर और उम्र बढ़ने जैसी समस्याओं का कारण बन सकते हैं। जैव सक्रिय यौगिकों में प्रमुख रूप से फ्लेवोनोइड्स, फिनोलिक एसिड और टैनिन जैसे रसायन शामिल होते हैं, जो रोगाणु-रोधी, कैंसर-रोधी, मलेरिया-रोधी और दर्दनाशक गुण रखते हैं। फ्लेवोनोइड्स पौधों द्वारा यूवी किरणों से बचाव के लिए उत्पादित होते हैं। जब पौधे ज्यादा यूवी किरणों के संपर्क में आते हैं, तो वे अधिक फ्लेवोनोइड्स का उत्पादन करते हैं। यह गुण न केवल पौधों की रक्षा करता है, बल्कि मानव शरीर के लिए भी लाभकारी होता है, जैसे त्वचा की सुरक्षा, रोगों से बचाव और शरीर के भीतर फ्री रेडिकल्स से लड़ने में मदद करना। इस प्रकार, जैव सक्रिय यौगिकों का उपयोग औषधियों, नुट्रास्यूटिकल्स और सौंदर्य उत्पादों में किया जा सकता है, जो स्वास्थ्य के लिए अत्यधिक लाभकारी होते हैं।

जैव सक्रिय यौगिकों का स्रोत

जैव सक्रिय यौगिकों का प्रमुख स्रोत प्राकृतिक खाद्य पदार्थ होते हैं, जैसे फल, सब्जियाँ, जड़ी-बूटियाँ, साबुत अनाज, तिलहन, मेवे, दालें, मछली और समुद्री शैवाल। ये यौगिक इन खाद्य पदार्थों में स्वाभाविक रूप से पाए जाते हैं और स्वास्थ्य के लिए फायदेमंद होते हैं, जैसे कि रोगों से लड़ना, प्रतिरक्षा प्रणाली को मजबूत करना और कोशिकीय प्रक्रियाओं को संतुलित करना।



चित्र 1: जैव सक्रिय योगिकों का स्रोत

इसके अलावा, कृषि उत्पादन के दो प्रमुख भाग होते हैं मुख्य उत्पाद और अपशिष्ट/उप-उत्पाद। जबकि मुख्य

उत्पाद जैसे फल, सब्जियाँ या अनाज खाद्य उपयोग के लिए होते हैं, वहीं अपशिष्ट या उप-उत्पाद जैसे छिलके, भूसी, बीज, डंठल, और अन्य कृषि अवशेषों में भी बायोएक्टिव यौगिक होते हैं। इन उप-उत्पादों से बायोएक्टिव यौगिकों को निकालकर खाद्य उत्पादों और दवाओं में उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के तौर पर, अनाज की भूसी, फल के छिलके, और दालों के अवशेषों में उच्च मात्रा में एंटीऑक्सीडेंट्स, फ्लेवोनोइड्स और अन्य पोषक तत्व होते हैं, जिनका उपयोग स्वास्थ्य संबंधी उत्पादों में किया जा सकता है।

जैव सक्रिय यौगिकों का निष्कर्षण

निष्कर्षण एक ऐसी पृथक्करण प्रक्रिया है जिसमें विभिन्न प्रकार के विलायकों का उपयोग करके पौधों और पशु-जनित उत्पादों में उपस्थित बायोएक्टिव यौगिकों को अलग किया जाता है। इन यौगिकों की मात्रा और सक्रियता का आकलन करने के लिए न केवल पारंपरिक तकनीकों का प्रयोग किया जाता है, बल्कि आधुनिक गैर-पारंपरिक तरीकों का भी उपयोग किया जा रहा है।

पारंपरिक तकनीकों में मेसरेशन, परकोलेशन और सॉक्सलेट निष्कर्षण प्रमुख हैं। वहीं, निष्कर्षण की दक्षता बढ़ाने और समय व ऊर्जा की बचत करने के लिए अल्ट्रासोनिक एक्सट्रैक्शन, माइक्रोवेव-असिस्टेड एक्सट्रैक्शन, सुपरक्रिटिकल फ्लुइड एक्सट्रैक्शन और एंजाइम-आधारित एक्सट्रैक्शन जैसी आधुनिक विधियाँ अपनाई जाती हैं। इसके अतिरिक्त, पौधों या पशु-जनित अंगों से अधिक प्रभावी निष्कर्षण प्राप्त करने हेतु कुछ प्री-ट्रीटमेंट प्रक्रियाएँ भी दी जाती हैं, जैसे सुखाना, पीसकर पाउडर बनाना, तथा एंजाइमैटिक हाइड्रोलिसिस। ये प्रक्रियाएँ यौगिकों की उपज, शुद्धता और बायोएक्टिविटी को बनाए रखने में सहायक होती हैं।

तालिका 1. विभिन्न खाद्य स्रोतों से प्राप्त उप-उत्पाद

खाद्य स्रोत	उप-उत्पाद
फल और सब्जियां	छिलका, बीज, खली, तना
अनाज	अनाज की भूसी, डंठल
दालें, फलियाँ	छिलके
मेवे, तिलहन	पतवार, तेल रहित खली
समुद्री भोजन	त्वचा, पंख, हड्डियाँ

जैव सक्रिय यौगिकों के निष्कर्षण हेतु पूर्व-उपचार

बायोएक्टिव यौगिकों के प्रभावी निष्कर्षण के लिए पूर्व-उपचार एक अनिवार्य प्रक्रिया है, क्योंकि ये यौगिक प्राय: कोशिकाओं के भीतर, कोशिकाओं तथा सूक्ष्म छिद्रों में विद्यमान रहते हैं। कृषि-अवशेषों और पादप-आधारित कच्चे माल की कठोर संरचना मुख्यत: सेलूलोज, हेमिसेलुलोज और लिग्निन से निर्मित होती है, जो निष्कर्षण की दर और दक्षता को सीधे प्रभावित करती है। इस संरचना को कमजोर करने के लिए विभिन्न पूर्व-उपचार विधियों का प्रयोग किया जाता है, जिनमें भौतिक, रासायनिक, जैविक और उनके संयोजन शामिल हैं। भौतिक विधियों में यांत्रिक व्यवधान, अल्ट्रासोनिकेशन और उच्च दबाव जैसी तकनीकें कोशिका दीवार को तोड़कर यौगिकों की उपलब्धता बढ़ाती हैं, जबकि रासायनिक विधियों में अम्ल, क्षार या विभिन्न विलायकों के उपयोग से संरचना को नष्ट कर बायोएक्टिव की घुलनशीलता बढ़ाई जाती है। जैविक विधियों में विशेष एंजाइमों जैसे सेल्युलेज, हेमिसेलुलेज और पेक्टिनेज का उपयोग कर कोशिकाओं के पॉलीसैकराइड्स को अपघटित किया जाता है, जिससे निष्कर्षण की प्रक्रिया अधिक पर्यावरण-अनुकूल और चयनात्मक हो जाती है। कई बार अधिकतम दक्षता के लिए भौतिक, रासायनिक और जैविक तकनीकों का संयुक्त रूप से प्रयोग किया जाता है। संक्षेप में, एक प्रभावी पूर्व-उपचार वही माना जाता है जो न्यूनतम ऊर्जा और कम समय में निष्कर्षण की क्षमता को बढ़ाए तथा प्रक्रिया को आर्थिक रूप से व्यवहार्य बनाए।

जैव सक्रिय घटक प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त जैविक रूप से सक्रिय यौगिक होते हैं।

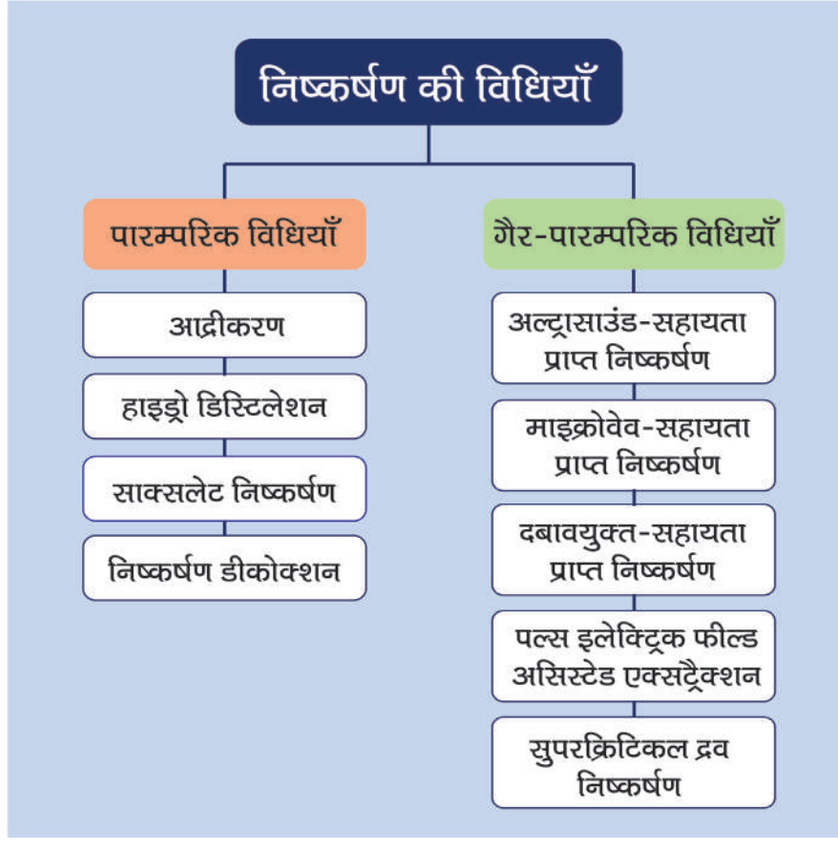
निष्कर्षण

बायोएक्टिव यौगिकों का निष्कर्षण विभिन्न तरीकों से किया जा सकता है, जिनमें विलायक निष्कर्षण, आसवन विधि, दबाव-आधारित तकनीकें तथा उर्ध्वपातन शामिल हैं। इनमें से सबसे व्यापक रूप से अपनाई जाने वाली और प्रभावी विधि विलायक

निष्कर्षण है। इस प्रक्रिया में सामान्यत: चार चरण होते हैं-पहला, ठोस मैट्रिक्स में उपयुक्त विलायक का मिश्रण; दूसरा, ठोस मैट्रिक्स का विलायक में घुलना; तीसरा, घुलनशील यौगिकों का अघुलनशील घटकों से पृथक्करण और चौथा, प्राप्त यौगिकों का संग्रह करना। इस तकनीक की सफलता काफी हद तक उपयोग किए गए विलायक के चयन पर निर्भर करती है, जो मुख्य रूप से घुलनशीलता, लागत और सुरक्षा मानकों से निर्धारित होता है। ''समानता का नियम'' के अनुसार, विलेय की ध्रुवता से मेल खाते ध्रुवता मान वाले सॉल्वैंट्स का उपयोग निष्कर्षण की दक्षता को बढ़ाता है। फाइटोकेमिकल निष्कर्षण के लिए अल्कोहल को सार्वभौमिक विलायक माना जाता है क्योंकि यह कई प्रकार के बायोएक्टिव यौगिकों को प्रभावी रूप से घोलने में सक्षम होता है। हालांकि, पारंपरिक निष्कर्षण विधियों में अक्सर बड़ी मात्रा में कार्बनिक सॉल्वैंट्स की आवश्यकता होती है और निष्कर्षण समय भी अधिक होता है, जिससे यह प्रक्रिया महंगी और पर्यावरण की दृष्टि से कम अनुकूल साबित होती है। इसके विपरीत, आधुनिक या हरित निष्कर्षण तकनीकें कम मात्रा में कार्बनिक सॉल्वैंट्स का उपयोग करती हैं, अपेक्षाकृत कम समय लेती हैं और अधिक चयनात्मक होती हैं, जिससे ये विधियाँ पर्यावरण-अनुकूल एवं आर्थिक रूप से अधिक व्यवहारिक बन जाती हैं।

निष्कर्षण विधियाँ

प्रकृति में पौधों और सूक्ष्मजीवों के प्राथमिक एवं द्वितीयक चयापचयों की अपार विविधता तथा विभिन्न औषधीय, खाद्य, औद्योगिक और कृषि क्षेत्रों में उनके अनुप्रयोगों के कारण, उनकी रासायनिक विशेषताओं के अनुरूप उपयुक्त निष्कर्षण विधियों की आवश्यकता होती है। इन विधियों को सामान्यत: दो वर्गों में विभाजित किया जाता है: पारंपरिक और गैर-पारंपरिक। पारंपरिक विधियों में मुख्यत: आद्रीकरण और सॉक्सलेट निष्कर्षण शामिल हैं। औद्योगिक पैमाने पर ये विधियाँ प्राय: हेक्सेन जैसे कार्बनिक विलायकों पर निर्भर करती हैं, किंतु इनसे उच्च ऊर्जा खपत, विलायकों की अत्यधिक मांग और पर्यावरण पर नकारात्मक प्रभाव जैसी समस्याएँ उत्पन्न होती हैं। इसके विपरीत, गैर-पारंपरिक या आधुनिक विधियाँ अपेक्षाकृत अधिक दक्ष और पर्यावरण-अनुकूल मानी जाती हैं। इन तकनीकों में पारंपरिक विलायकों की खपत को कम करने या उनके स्थान पर विशेष ''हरित सॉल्वैंट्स'' जैसे सुपरक्रिटिकल तरल पदार्थ और गहरे यूटेक्टिक मिश्रण का उपयोग किया जाता है। साथ ही, निष्कर्षण की दक्षता बढ़ाने के लिए अल्ट्रासाउंड, माइक्रोवेव, दबाव, स्पंदित विद्युत क्षेत्र जैसी भौतिक तकनीकों तथा एंजाइमैटिक साधनों का प्रयोग किया जाता है। इस प्रकार, बायोएक्टिव यौगिकों की विविधता और उनके अनुप्रयोगों की आवश्यकता के अनुसार, पारंपरिक और गैर-पारंपरिक दोनों प्रकार की विधियाँ विशिष्ट उदाहरणों के माध्यम से निष्कर्षण विधियों का वर्गीकरण प्रस्तुत करती हैं।



चित्र 2: निष्कर्षण विधियाँ

इन घटकों का निष्कर्षण उनके औषधीय और पोषणीय मूल्य को जानने हेतु किया जाता है।

पारंपरिक विधियाँ

आद्रीकरण विधि

आद्रीकरण बायोएक्टिव यौगिकों और आवश्यक तेलों को प्राप्त करने की एक सरल और किफायती विधि है। इस विधि में सामान्यत: पिसे हुए पौधों को उपयुक्त विलायक के साथ मिलाया जाता है। मिश्रण को लगातार हिलाते हुए निश्चित समय तक रखा जाता है, जिससे पौधों में मौजूद घुलनशील पदार्थ विलायक में घुल जाएँ। इसके बाद मिश्रण को छानकर और निथारकर वांछित घुलनशील यौगिक प्राप्त किए जाते हैं। अंतत: बायोएक्टिव यौगिकों को विलायक से अलग करने के लिए वाष्पीकरण की प्रक्रिया अपनाई जाती है।

इस विधि का उपयोग विशेष रूप से उच्च ताप पर नष्ट होने वाले पौधों से बायोएक्टिव यौगिकों को प्राप्त करने के लिए किया जाता है, क्योंकि इसमें ऊँचे तापमान की आवश्यकता नहीं होती। हालांकि, इस तकनीक की कुछ सीमाएँ भी हैं, जैसे कि अधिक समय लगना और अपेक्षाकृत कम निष्कर्षण दक्षता।

हाइड्रो डिस्टिलेशन

हाइड्रो डिस्टिलेशन एक पारंपरिक तकनीक है जिसका उपयोग मुख्य रूप से पौधों और अन्य जैविक सामग्रियों से बायोएक्टिव यौगिकों एवं आवश्यक तेलों के निष्कर्षण के लिए किया जाता है। इस विधि की विशेषता यह है कि इसमें कार्बनिक विलायकों का उपयोग नहीं किया जाता, बल्कि पानी और भाप के माध्यम से ही निष्कर्षण किया जाता है।

हाइड्रो डिस्टिलेशन की तीन प्रमुख विधियाँ हैं:

1. जल आसवन
2. पानी एवं भाप आसवन
3. सीधा भाप आसवन

प्रक्रिया के चरण:

सबसे पहले आवश्यक पौध सामग्री को एक स्थिर पात्र में पानी के साथ मिलाया जाता है और फिर उबाला जाता है। कुछ मामलों में भाप को सीधे सामग्री में डाला जाता है। पानी और भाप, दोनों ही मिलकर पौधों में उपस्थित वाष्पशील बायोएक्टिव यौगिकों को मुक्त कर देते हैं, जिन्हें बाद में संघनित कर संग्रहित किया जाता है।

सीमाएँ:

हालांकि यह विधि प्रभावी और सुलभ है, लेकिन इसकी एक प्रमुख कमी यह है कि उच्च तापमान पर कुछ अस्थिर यौगिक नष्ट हो जाते हैं, जिससे प्राप्त निष्कर्षण की गुणवत्ता प्रभावित हो सकती है।

सॉक्सलेट निष्कर्षण

एक पारंपरिक तकनीक है जिसमें सूखे नमूने की थोड़ी मात्रा को थिम्बल में रखा जाता है और उसे डिस्टिलेशन ट्यूब में रख कर बीकर में डाले गए सॉल्वेंट (जैसे हेक्सेन या पेट्रोलियम ईथर) के साथ जोड़ा जाता है। इसके बाद इस संपूर्ण सेटअप को सॉक्सलेट मशीन पर स्थापित करके गर्म किया जाता है। गर्म होने पर सॉल्वेंट वाष्पित होकर सैम्पल से बायोएक्टिव यौगिकों का निष्कर्षण करता है, फिर संघनन के बाद बीकर में वापस इकट्ठा हो जाता है। यह प्रक्रिया तब तक दोहराई जाती है जब तक कि अधिकांश घुलनशील यौगिक नमूने से अलग न हो जाएँ। अंतत: सूखी सामग्री से प्राप्त यौगिक बीकर में संग्रहित हो जाता है। इस विधि का उपयोग अक्सर नई निष्कर्षण तकनीकों के विकास के लिए बेंचमार्क के रूप में किया जाता है। हालांकि, इसकी भी अपनी सीमाएँ हैं जैसे कि- लंबे निष्कर्षण समय (12 से 24 घंटे), अधिक ऊर्जा की खपत, सीमित चयनात्मकता और निष्कर्षण दक्षता की कमी।

डीकोक्शन

एक पारंपरिक निष्कर्षण विधि है, जिसका उपयोग मुख्य रूप से गर्मी-स्थिर बायोएक्टिव यौगिकों को निकालने के लिए किया जाता है। इसमें पौध सामग्री को पानी में उबालकर यौगिक प्राप्त किए जाते हैं, जहाँ पानी सामान्यत: विलायक के रूप में प्रयोग होता है। उबालने के बाद मिश्रण को ठंडा किया जाता है और अघुलनशील अवशेषों को फिल्टर कर अलग कर लिया जाता है। इस तकनीक का मुख्य लाभ यह है कि निष्कर्षण प्रक्रिया केवल 5 से 10 मिनट में पूरी हो जाती है। हालाँकि, इसकी एक मुख्य कमी यह है कि यदि लक्षित बायोएक्टिव यौगिक पानी में पर्याप्त रूप से घुलनशील न हों, तो पूर्ण निष्कर्षण संभव नहीं हो पाता। इसके अतिरिक्त, इस विधि में विलायक और ठोस पदार्थ का बड़ा अनुपात शामिल होता है, जो इसकी दक्षता को प्रभावित कर सकता है।

गैर-पारंपरिक तरीके

अल्ट्रासाउंड-सहायता प्राप्त निष्कर्षण (यू.ए.ई.)

एक प्रभावी गैर-पारंपरिक तकनीक है, जिसे सबसे सरल निष्कर्षण प्रक्रियाओं में से एक माना जाता है। इसके लिए केवल एक

अल्ट्रासोनिक मशीन की आवश्यकता होती है, जिससे यह प्रयोगशाला और औद्योगिक दोनों स्तरों पर आसानी से उपयोग में लाई जा सकती है। इस विधि की विशेषता यह है कि इसमें पानी, इथेनॉल, मेथनॉल, इथाइल एसीटेट और एसीटोन जैसे विभिन्न ध्रुवीय विलायकों का प्रयोग किया जा सकता है, जिससे यह बहुउपयोगी बन जाती है। साथ ही, इसमें विलायकों की कम मात्रा लगती है और यह लागत- प्रभावी भी है। हालाँकि, गर्मी- संवेदनशील यौगिकों की संरचना को सुरक्षित रखने के लिए इस प्रक्रिया को कम तापमान पर नियंत्रित करना आवश्यक है। यह तकनीक गुहिकायन के सिद्धांत पर आधारित है, जिसमें टकराव और मैक्रोटर्ब्यूलेंस के कारण कोशिकाओं में छिद्र बनते हैं और उनका आकार बढ़ता है, जिससे सॉल्वैंट्स का बायोमास में प्रवेश आसान हो जाता है और निष्कर्षण की दक्षता बढ़ती है। यही कारण है कि वर्तमान समय में इस प्रक्रिया का उपयोग तेजी से बढ़ रहा है।

माइक्रोवेव-सहायता प्राप्त निष्कर्षण (एम.ए.ई)

एक आधुनिक और हरित निष्कर्षण तकनीक है, जिसे विशेष रूप से इसलिए महत्व दिया जाता है क्योंकि यह विलायक की खपत और निष्कर्षण समय दोनों को कम करती है। यह तकनीक माइक्रोवेव ऊर्जा का उपयोग करके बायोएक्टिव यौगिकों को कुशलतापूर्वक प्राप्त करने में सहायक होती है।

विलायकों का चयन घटक की रासायनिक प्रकृति पर निर्भर करता है।

माइक्रोवेव के प्रति संवेदनशील जैव सक्रिय यौगिकों में फेनोलिक यौगिक, आवश्यक तेल, एल्कलॉइड और सैपोनिन प्रमुख हैं। इस प्रक्रिया में कई चरण शामिल होते हैं सबसे पहले मैट्रिक्स में विलायक का प्रवेश कराया जाता है, उसके बाद घटकों का टूटना या घुलनशील होना होता है। इसके पश्चात अघुलनशील मैट्रिक्स से घुलनशील यौगिकों को अलग किया जाता है और अंत में प्राप्त यौगिकों का उचित भंडारण किया जाता है। तेजी, दक्षता और पर्यावरण-मित्रता के कारण माइक्रोवेव-सहायता प्राप्त निष्कर्षण को वर्तमान समय में एक उन्नत निष्कर्षण तकनीक माना जाता है।

दबावयुक्त तरल निष्कर्षण (पी.एल.ई.)

एक आधुनिक तकनीक है जिसमें बायोएक्टिव यौगिकों को उनके सामान्य उबाल बिंदु से अधिक तापमान और उच्च दबाव पर निकाला जाता है। इसे विभिन्न नामों से जाना जाता है जैसे- त्वरित विलायक निष्कर्षण, उच्च दबाव विलायक निष्कर्षण, उन्नत विलायक निष्कर्षण और दबावयुक्त द्रव निष्कर्षण। यह तकनीक पारंपरिक निष्कर्षण विधियों का एक प्रभावी विकल्प है क्योंकि इसमें कम समय में निष्कर्षण किया जा सकता है और विलायक की खपत भी अपेक्षाकृत कम होती है। यह एक हरित तकनीक है और इसके मापदंडों को यौगिकों के विशेष समूहों के अनुसार समायोजित किया जा सकता है। इस प्रक्रिया में सामान्यत: पानी और इथेनॉल का उपयोग किया जाता है क्योंकि इन्हें सुरक्षित विलायक माना जाता है। दबावयुक्त तरल निष्कर्षण का सबसे बड़ा लाभ यह है कि उच्च दबाव पर विलायक

तापमान और समय निष्कर्षण की दक्षता को प्रभावित करते हैं।

अपने उबाल बिंदु से अधिक तापमान पर भी तरल अवस्था में बने रहते हैं, जिससे मैट्रिक्स से यौगिकों की घुलनशीलता बढ़ जाती है। यह तकनीक विशेष रूप से उन बायोएक्टिव यौगिकों के लिए उपयुक्त है जो तापीय रूप से संवेदनशील होते हैं और जिन्हें पारंपरिक उच्च-तापमान विधियों से क्षति पहुँच सकती है।

सुपरक्रिटिकल द्रव निष्कर्षण (एस.सी. एफ.ई.)

एक आधुनिक, टिकाऊ और हरित तकनीक है जिसका व्यापक उपयोग बायोएक्टिव यौगिकों के निष्कर्षण में किया जाता है। यह विधि सुपरक्रिटिकल द्रवों के विलायक गुणों पर आधारित होती है, जिन्हें किसी पदार्थ के क्रांतिक बिंदु से अधिक तापमान और दबाव लागू करके प्राप्त किया जाता है। निष्कर्षण की दक्षता सुपरक्रिटिकल द्रव के आंतरिक गुणों जैसे तापमान, दबाव और पर्यावरणीय परिस्थितियों पर निर्भर करती है। इस तकनीक में सबसे उपयुक्त और सामान्यत: प्रयुक्त विलायक कार्बन डाइऑक्साइड है, क्योंकि इसका क्रांतिक तापमान मात्र 31.1 डिग्री सेल्सियस (जो कमरे के तापमान के करीब है) और क्रांतिक दबाव 73.8 बअर होता है। इन गुणों के कारण यह अपेक्षाकृत कम से मध्यम दबाव पर काम करने की संभावना प्रदान करता है। कार्बन डाइऑक्साइड एक गैर-विषाक्त, सस्ता और पुन: प्रयोग करने योग्य विलायक है, जो संवेदनशील

फिल्ट्रेशन और वाष्पीकरण से शुद्ध अर्क प्राप्त किया जाता है।

बायोएक्टिव यौगिकों को बिना क्षति पहुँचाए प्रभावी रूप से अलग करने में सक्षम होता है। इस कारण से, सुपरक्रिटिकल द्रव निष्कर्षण को आज की सस्टेनेबल एक्सट्रैक्शन टेक्नोलॉजी माना जाता है।

एंजाइम-सहायता प्राप्त निष्कर्षण (ई. ए.ई.)

आज के शोध युग में बायोएक्टिव यौगिकों के निष्कर्षण में एंजाइमों के उपयोग पर विशेष ध्यान दिया जा रहा है। पादप कोशिकाओं की संरचना प्राकृतिक रूप से एक भौतिक अवरोध प्रदान करती है, जिसके कारण कोशिकाओं से जुड़े हुए घटकों का प्रभावी निष्कर्षण कठिन हो जाता है। इस समस्या को दूर करने के लिए एंजाइमों का उपयोग किया जाता है, जो कोशिका संरचना को प्रभावी ढंग से कमजोर करते हैं और अन्य निष्कर्षण तकनीकों के साथ मिलकर उच्च उपज और बेहतर गुणवत्ता वाले उत्पाद प्रदान करते हैं।

एंजाइम मुख्य रूप से ओलियोरेसिन, आवश्यक तेल, इनकैप्सुलेटेड मसाले और पाउडर प्राप्त करने में उपयोग किए जाते हैं। ये हल्की प्रतिक्रिया स्थितियों में कार्य करते हैं और कोशिका भित्ति के विशेष घटकों की हाइड्रोलिसिस को उत्प्रेरित करते हैं, जिससे बायोएक्टिव यौगिकों का निष्कर्षण सुगम हो जाता है। सामान्यत: निष्कर्षण की आवश्यकता के अनुसार सेल्यूलेज, हेमिसेल्यूलेज, पेक्टिनेज अथवा उनके मिश्रण का उपयोग किया जाता है। इन एंजाइमों के प्रभाव से कोशिकाओं की सरंध्रता बढ़ जाती है और लक्ष्य यौगिक आसानी से बाहर आ जाते हैं।

सबसे उपयुक्त एंजाइम का चयन पादप कोशिकाओं की संरचना पर आधारित होता है। एक बार चयन हो जाने के बाद, एंजाइम के चार्ज, प्रतिक्रिया का तापमान, समय, पीएच जैसे मापदंडों का निर्धारण किया जाता है। सामान्यत: छोटे आकार की सामग्री का प्रयोग सतह संपर्क बढ़ाने में सहायक होता है, जिससे एंजाइम उपचार की दक्षता और भी अधिक हो जाती है। इस प्रकार, एंजाइम-सहायता प्राप्त निष्कर्षण एक आधुनिक और प्रभावी तकनीक है, जो बायोएक्टिव यौगिकों के हरित व उच्च गुणवत्ता वाले निष्कर्षण में महत्त्वपूर्ण भूमिका निभा रही है।

स्पंदित विद्युत क्षेत्र निष्कर्षण (पी.ई.एम.)

स्पंदित विद्युत क्षेत्र तकनीक खाद्य प्रसंस्करण उद्योग में प्रयोग की जाने वाली सबसे आशाजनक भौतिक विधियों में से एक है। इसका उपयोग निष्कर्षण, सुखाना, निर्जलीकरण और समग्र दक्षता में सुधार जैसी प्रक्रियाओं में किया जाता है। इस विधि में जैविक सामग्री को दो इलेक्ट्रोडों के बीच रखा जाता है, जहाँ उस पर कम अवधि और मध्यम-तीव्रता वाले विद्युत क्षेत्र लागू किए जाते हैं।

इस प्रक्रिया से कोशिका झिल्लियों का विद्युतीकरण होता है, जिससे झिल्ली की पारगम्यता बढ़ जाती है। परिणामस्वरूप, कोशिकाओं के भीतर मौजूद आयन और मैक्रोमोलेक्यूल्स का परिवहन आसान हो जाता है। इससे झिल्ली से प्रसार में अवरोध कम हो जाता है और बायोएक्टिव यौगिकों का निष्कर्षण अधिक सुगमता से संभव हो पाता है। इस तकनीक से अंगूर, पपीते के छिलके, बीज और आम के छिलकों जैसे कृषि उप-उत्पादों से फेनोलिक यौगिक, एंथोसायनिन और फ्लेवोनोइड्स की निष्कर्षण उपज उल्लेखनीय रूप से बढ़ाई जा सकती है, विशेष रूप से जब इसे सॉल्वैंट्स-सहायता प्राप्त निष्कर्षण के साथ संयोजित किया जाए। पिछले कुछ वर्षों में, फलों और सब्जियों के उप-उत्पादों से बायोएक्टिव यौगिकों को निकालने के लिए विभिन्न नवीन गैर-पारंपरिक तकनीकों का व्यापक रूप से परीक्षण किया गया है, जिनमें स्पंदित विद्युत क्षेत्र निष्कर्षण एक अत्यधिक प्रभावी और उभरती हुई तकनीक के रूप में सामने आई है।

निष्कर्ष

किसानों, खाद्य उद्योगों, खुदरा विक्रेताओं और घरों में बढ़ते खाद्य उत्पादन एवं प्रसंस्करण के साथ-साथ कृषि-अपशिष्टों की मात्रा भी निरंतर बढ़ रही है। अनाज, दालें, तिलहन, फल एवं सब्जियों जैसे स्रोतों से उत्पन्न कृषि-अपशिष्ट अत्यधिक मूल्यवान बायोएक्टिव यौगिकों और प्राकृतिक एंटीऑक्सिडेंट्स का भंडार हैं।

मानकीकरण से निष्कर्षण परिणामों की विश्वसनीयता बढ़ती है।

ये यौगिक सिंथेटिक एंटीऑक्सिडेंट्स के प्रभावी विकल्प बनकर न्यूट्रास्यूटिकल्स और कार्यात्मक खाद्य पदार्थों के रूप में उपयोग किए जा सकते हैं, जो वैश्विक स्तर पर एंटी-हाइपरटेंसिव, एंटी-माइक्रोबियल, तनाव, मोटापा, कैंसर, मधुमेह और हृदय रोग जैसी बीमारियों से बचाव एवं नियंत्रण के लिए एक व्यवहार्य समाधान प्रस्तुत करते हैं। इन यौगिकों के निष्कर्षण हेतु पहले पूर्व-उपचार आवश्यक होता है, जिससे अवशेषों की संरचना को तोड़ा जाता है। इसके बाद पारंपरिक अथवा उन्नत तकनीकों का उपयोग करके पौधे/पशु मैट्रिक्स से बायोएक्टिव यौगिकों को अलग किया जाता है। पारंपरिक विधियों में मुख्यत: आर्द्रीकरण निष्कर्षण और हाइड्रोडिस्टिलेशन सम्मिलित हैं। जबकि आधुनिक और हरित तकनीकों में सुपरक्रिटिकल द्रव निष्कर्षण, दबावयुक्त तरल निष्कर्षण, अल्ट्रासोनिकेशन, माइक्रोवेव-सहायता प्राप्त निष्कर्षण, एंजाइम-सहायता प्राप्त निष्कर्षण तथा स्पंदित विद्युत क्षेत्र निष्कर्षण जैसी कई विधियाँ शामिल हैं।

यद्यपि पारंपरिक विधियाँ सरल और प्रचलित हैं, लेकिन ये प्राय: समय-साध्य एवं कम दक्ष होती हैं। इसके विपरीत, गैर-पारंपरिक तकनीकें उच्च दक्षता, समय की बचत तथा पर्यावरणीय दृष्टि से अधिक अनुकूल विकल्प प्रदान करती हैं। फिर भी, इन आधुनिक विधियों की भी कुछ सीमाएँ हैं, जैसे लागत, उपकरण की जटिलता तथा विशिष्ट परिस्थितियों की आवश्यकता। अत: भविष्य में कृषि-अपशिष्ट प्रबंधन एवं मूल्य संवर्धन के लिए सबसे उपयुक्त दृष्टिकोण यह होगा कि विभिन्न तकनीकों का एकीकृत उपयोग किया जाए, जिससे न केवल बायोएक्टिव यौगिकों की उपज बढ़ेगी, बल्कि कृषि-अपशिष्टों के सतत प्रबंधन एवं खाद्य प्रसंस्करण उद्योग के हरित विकास में भी महत्वपूर्ण योगदान मिलेगा।

बाजरा आधारित मूल्य संवर्धित उत्पादों में संरचनात्मक अध्ययन का महत्व

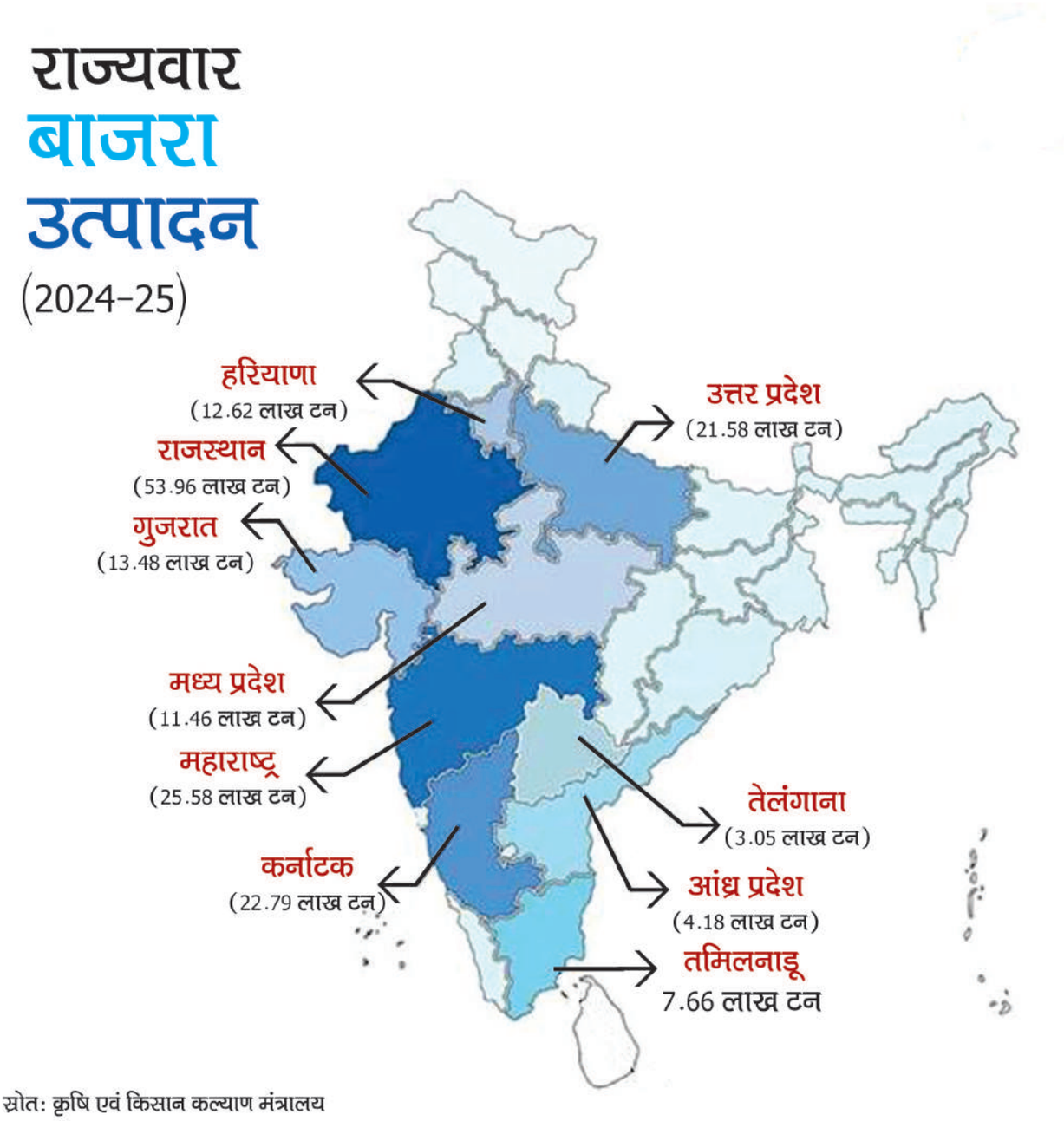
पी. हेमाशंकरी, काजल नवनाथ तांबवे एवं मंजू बाला[1]
भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान, राजेंद्रनगर, हैदराबाद, तेलंगाना
[1]केन्द्रीय कटाई उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

"भारत ने 2024-25 में 180.15 लाख टन मोटे अनाज (मिलेट्स) का उत्पादन किया, जो पिछले वर्ष की तुलना में 4.43 लाख टन की वृद्धि दर्शाता है। राजस्थान उत्पादन में अग्रणी रहा, इसके बाद महाराष्ट्र और कर्नाटक का स्थान रहा।"

बाजरा एक पारंपरिक अनाज है, और वर्तमान समय में पुन: लोकप्रिय हो रहा है। भारत के अनेक हिस्सों में बाजरा सदियों से उगाया जाता रहा है। यह प्रोटीन, फाइबर, आयरन, जिंक, मैग्नीशियम और बी-विटामिन्स जैसे कई आवश्यक पोषक तत्वों से भरपूर होता है। इसका ग्लाइसेमिक सूचकांक कम होता है, जिससे यह मधुमेह और वजन नियंत्रित करने के लिए उपयुक्त है। साथ ही, इसकी ग्लूटेन-रहित प्रकृति इसे सीलिएक रोग और ग्लूटेन असहिष्णुता वाले व्यक्तियों के लिए भी लाभकारी बनाती है। कृषि के संदर्भ में, बाजरा एक जलवायु-सहिष्णु फसल है जो कम पानी, न्यूनतम उर्वरकों और रसायनों के साथ भी आसानी से उगाई जा सकती है। यह न केवल मृदा की उर्वरता को बनाए रखने में मदद करता है, बल्कि सतत कृषि को भी बढ़ावा देता है। वर्तमान में बाजरे से बने उत्पादों की मांग तेजी से बढ़ रही है। बाजरे से मिश्रित आटा, पोषण युक्त स्नैक्स, एक्सट्रूडेड खाद्य पदार्थ, रेडी-टू-ईट व्यंजन और पारंपरिक भोजन जैसे खिचड़ी, उपमा, डोसा और लड्डू बनाए जा रहे हैं। भारत सरकार द्वारा ''श्री अन्न'' के रूप में मान्यता प्राप्त यह अनाज पोषण सुरक्षा, किसानों की आय बढ़ाने और जलवायु परिवर्तन से लड़ने में अहम भूमिका निभा रहा है।

बाजरा-आधारित उत्पादों की उपभोक्ता-स्वीकार्यता एवं बाजार- योग्यता केवल उनके पोषण गुणों पर नहीं, बल्कि उनके भौतिक-गुणों-विशेषत: संरचना पर भी निर्भर करती है। संरचना वह भौतिक विशेषता है, जिसे उपभोक्ता चबाने, दबाने, काटने या निगलने के दौरान अनुभव करता है। इसमें कठोरता,

"भारत ने 2024-25 में 89,164.96 टन मोटे अनाजों (मिलेट्स) (37 मिलियन अमेरिकी डॉलर मूल्य) का निर्यात किया"



राज्यवार बाजरा उत्पादन (2024-25)

स्रोत: कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय

कोमलता, लोच, रसयुक्तता और चबाने की क्षमता जैसे तत्व शामिल होते हैं। यह गुण सीधे तौर पर उत्पाद की ताजगी, स्वाद, संतुष्टि एवं क्रय-निर्णय को प्रभावित करता है। नमी की मात्रा इसमें निर्णायक भूमिका निभाती है-अधिक नमी से उत्पाद गीला और बासी महसूस होता है, जबकि नियंत्रित नमी से कुरकुरापन एवं संरचनात्मक मजबूती बनी रहती है, जो उपभोक्ता अनुभव को बेहतर बनाती है।

बाजरा आधारित उत्पादों में संरचना की भूमिका

बाजरा आधारित बिस्किट, कुकीज, पास्ता, सेवई, मुरुक्कू और चक्की बार जैसे उत्पादों में वांछित संरचना प्राप्त करने हेतु उपयुक्त प्रसंस्करण तकनीकों का चयन

> **ऊष्मा, निष्कासन, शुष्क गरम हवा, माइक्रोवेव, ओमिक, हिमीकरण जैसी प्रक्रियाएँ संरचना पर प्रभाव डालती है।**

अत्यावश्यक है। ऊष्मा-आधारित प्रक्रियाएँ-जैसे सेंकना, भूनना, ठंडा करना, जमाना एवं पिघलाना आदि स्टार्च जिलेटिनीकरण, प्रोटीन विकृतीकरण और नमी पुनर्वितरण को प्रभावित करती हैं, जिससे अंतिम बनावट निर्धारित होती है।

संरचना का वैज्ञानिक आकलन संरचना संस्थागत विश्लेषण जैसी उपकरणीय विधियों से किया जाता है, जो कठोरता, लोच, भंगुरता और चबाने की क्षमता जैसे गुणों को सटीकता से मापते हैं। साथ ही, उचित पैकेजिंग उत्पाद को बाहरी नमी से सुरक्षित रखकर कुरकुरापन और ताजगी बनाए रखने में सहायक होती है।

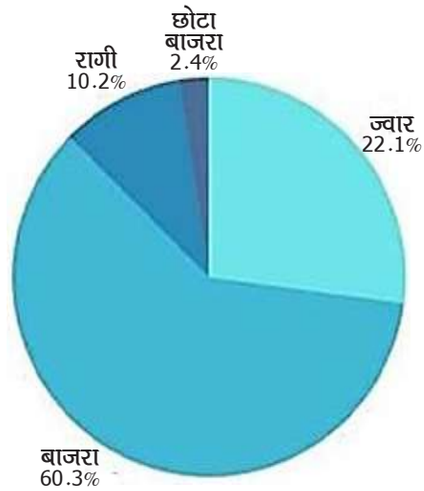
ताजगी, संरचना की प्रमुख सूचक होती है, जो उत्पाद के अचल जीवन (शेल्फ लाइफ) और बाजार-योग्यता को प्रभावित करती है। अत: बाजरा आधारित उत्पादों की गुणवत्ता, उपभोक्ता संतुष्टि और वैश्विक प्रतिस्पर्धा हेतु संरचना का वैज्ञानिक अध्ययन एवं प्रसंस्करण का अनुकूलन अनिवार्य है। बाजरा आधारित मूल्य-संवर्धित उत्पादों में विभिन्न प्रक्रियाओं का संरचनात्मक प्रभाव बहुत महत्वपूर्ण होता है।

ऊष्मा आधारित प्रक्रियाएँ

क. उबाल / भाप विधि

इस विधि में उत्पाद को अधिक मात्रा में पानी के संपर्क में धीमी और निरंतर ऊष्मा प्रदान की जाती है। यह आमतौर पर भिगोकर भाप देने या उबालने के रूप में होती है।

- इस प्रक्रिया से बाजरे में स्टार्च का पूर्ण जिलेटिनीकरण होता है, जिससे उत्पाद की संरचना नरम, चबाने योग्य और मुँह में आसानी से पिघलने वाली बनावट की हो जाती है।
- उदाहरण: बाजरे की खिचड़ी, उबली सेवई।
- शोध बताते हैं कि भिगोकर-भाप देने से स्टार्च की संरचना इस तरह बदल जाती है कि उसका पाचन सरल हो जाता है और उत्पाद में कोमलता आती है।
- अगर बहुत अधिक जेल बन जाता है, तो उत्पाद में चिपचिपापन बढ़ सकता है, जो वांछित बनावट को बिगाड़ सकता है। इसलिए, पानी की मात्रा और तापमान को नियंत्रित करना जरूरी है।



2024-25 में बाजरा उत्पादन

> "बाजरा उत्पादों की संरचना उपभोक्ता की पसंद और गुणवत्ता के लिए महत्वपूर्ण है।"

ख. सेंकना / भूनना

सेंकने या भूनने में उच्च सतही ताप पर गर्मी दी जाती है। सेंकने का समय और तापमान, आटे के रासायनिक गुण (जैसे प्रोटीन और स्टार्च की संरचना) और चीनी तथा वसा की मात्रा महत्वपूर्ण कारक है।

- उत्पाद की बाहरी सतह पर क्रस्ट (पपड़ी) बनती है, जो मैलियार्ड प्रतिक्रिया और कैरामेलाइ-जेशन के कारण सुनहरी और कुरकुरी हो जाती है।
- अंदरूनी भाग नरम और हल्का रहता है, जिससे उत्पाद में एक संतुलित बनावट मिलती है।
- उदाहरण: बाजरा-मिक्स से बने बिस्किट, कुकीज।

- बाजरे के अनुपात में वृद्धि से बिस्किट के क्रम्ब का रंग, आयतन और कठोरता प्रभावित होती है।
- सेंकने के पैरामीटर को सही तरीके से अनुकूलित करने पर वांछित कुरकुरापन और मनभावन संरचना हासिल की जा सकती है।

ग. स्टार्च का जिलेटिनीकरण

- जब बाजरे में मौजूद स्टार्च कणों को गर्म किया जाता है, तो वे पानी को अवशोषित करते हुए फूल जाते हैं। इससे उनकी क्रिस्टलीय संरचना टूट जाती है और एक जेल जैसी संरचना बनती है।
- यह प्रक्रिया उत्पाद को नरम, जेली जैसा बनाती है, जैसे कि उबली हुई खिचड़ी या सेवई की तरह।
- जिलेटिनीकरण की तीव्रता और पानी की मात्रा, उत्पाद की अंतर्निहित संरचना को निर्धारित करती है।

घ. प्रोटीन का विकृतीकरण और नेटवर्क का निर्माण

- प्रोटीन भी गर्मी से विकृतीकरण और नए नेटवर्क बनाते हैं। यह नेटवर्क बिस्किट की कुरकुराहट या पास्ता की लोच पर असर डालता है।
- बाजरे (मिलेट्स) के प्रोटीन की संरचना अन्य अनाजों से अलग होती है, इसलिए इनके विकृतीकरण के बाद बनने वाली संरचना का व्यवहार भी अलग होता है।
- यह नया मैट्रिक्स उत्पाद की स्थिरता और टेक्सचर में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है।

ड. नमी का पुनर्वितरण और रेट्रोग्रैडेशन (प्रतिगमन)

- गर्म करने के बाद ठंडा होने पर स्टार्च का रेट्रोग्रैडेशन होता है, जिसमें स्टार्च अणु पुन: क्रिस्टलीय स्वरूप में आ जाते हैं। इससे उत्पाद कठोर या बासी हो सकता है।
- नमी का स्थानांतरण कुरकुरापन और गीलापन के बीच संतुलन बनाए रखने में मदद करता है।
- सही नमी संतुलन उत्पाद की शेल्फ लाइफ और खाने में सुखद अनुभव के लिए जरूरी है।

च. सूक्ष्म संरचनात्मक बदलाव और सरंध्रता (पोरोसिटी)

- उच्च तापमान या रैपिड हीटिंग से उत्पाद में छिद्र और घनत्व में परिवर्तन होते हैं।
- उदाहरण के लिए, रैपिड विकीरण से बने स्नैक्स क्रिस्पी और हल्के होते हैं क्योंकि उनमें अधिक मात्रा में छोटे-छोटे छिद्र बन जाते हैं।
- यह सूक्ष्मसंरचना उत्पाद की कुल बनावट और मुँह में टूटने के अनुभव को प्रभावित करती है।

निष्कासन आधरित विधि

निष्कासन एक आधुनिक प्रसंस्करण तकनीक है, जिसमें उच्च तापमान, उच्च दबाव और तेज शीयर बल का उपयोग किया जाता है। इस प्रक्रिया के दौरान बाजरे के स्टार्च और प्रोटीन का मैट्रिक्स स्थायी रूप से बदल जाता है, जिससे उत्पाद की संरचना में महत्वपूर्ण परिवर्तन होते हैं। निष्कासन प्रक्रिया में खाद्य की नमी की मात्रा और निष्कासन मशीन के बैरल का तापमान मुख्य भूमिका निभाते हैं, क्योंकि इन पैरामीटरों के सही संतुलन से उत्पाद की पोरोसिटी, कुरकुरापन और कठोरता को नियंत्रित किया जा सकता है। प्लास्टिकाइजेशन और वेंटिंग की तकनीक के माध्यम से हल्के और कुरकुरे एक्सट्रूडेड स्नैक्स बनाए जाते हैं, जो उपभोक्ताओं के लिए आकर्षक बनावट प्रदान करते हैं। पिछले शोधों में पाया गया है कि पर्ल मिलेट और फिंगर मिलेट से बने एक्सट्रूडेड स्नैक्स में उचित तापमान (140-160 डिग्री सेल्सियस) और खाद्य नमी (14-18 प्रतिशत) बनाए रखने पर न केवल उत्पाद की संरचना में सुधार होता है, बल्कि उसकी पाचकता भी बढ़ जाती है। इस प्रकार, निष्कासन विधि से प्राप्त मिलेट आधारित स्नैक्स हल्के, फूले हुए और लंबे समय तक कुरकुरे बने रहते हैं, जो स्वास्थ्य के लिहाज से भी लाभकारी होते हैं।

निष्कासन के दौरान स्टार्च का जिलेटिनीकरण, स्टार्च कणों का टूटना-फूटना, प्रोटीन का विकृतीकरण और आणविक स्तर पर परिवर्तन तीव्र गति से होते हैं। उच्च शीयर बल और तापमान के कारण स्टार्च के कण टूट जाते हैं, जिससे गूंधा हुआ आटा अपनी चिपचिपाहट खो देता है। उत्पाद के निष्कासन के समय वायवीकरण (वाष्पीकरण) के कारण विस्तार और छिद्रयुक्त (पोरस) संरचना बनती है, जो उत्पाद की कठोरता और घनत्व जैसे अंतर्निहित गुणों को निर्धारित करती है।

निष्कासन के मुख्य चरण और उनका संरचना पर प्रभाव

तापमान: उच्च तापमान स्टार्च और प्रोटीन के जिलेटिनीकरण व विकृतीकरण को बढ़ावा देता है, जिससे उत्पाद अधिक फूला हुआ और कुरकुरा बनता है।

> **“निष्कासन प्रक्रिया में तापमान, नमी और स्क्रू स्पीड से विस्तार और बनावट नियंत्रित होती है।”**

बाजरा-आधारित उत्पादों पर ऊष्मा प्रसंस्करण विधियाँ एवं उनके संरचनात्मक प्रभाव

ऊष्मा विधि	संरचनात्मक प्रभाव	उत्पाद उदाहरण	महत्त्वपूर्ण बिंदु
उबाल/भाप	पूर्ण जिलेटिनीकरण, नरम और चबाने योग्य	बाजरे की खिचड़ी, उबली सेवई	पानी की मात्रा और तापमान नियंत्रण
सेंकना/भूनना	बाहरी पपड़ी, मैलियार्ड प्रतिक्रिया, कुरकुरी	बाजरा-मिक्स बिस्किट, कुकीज	सेंकने का समय, तापमान, आटा गुण, चीनी, वसा

दबाव और शीयर बल: उच्च शीयर बल से स्टार्च कण अधिक टूटते हैं, जिससे उत्पाद की बनावट में समरूपता और हल्कापन आता है।

नमी सामग्री: उचित नमी स्तर उत्पाद के विस्तार और कुरकुरापन को प्रभावित करता है। बहुत अधिक नमी से उत्पाद सख्त और चिपचिपा हो सकता है, जबकि कम नमी से उत्पाद अधिक खुरदरा और टूटा-फूटा हो सकता है।

द्रव्यमान का प्रकार: दूधन या आटा मिश्रण की रासायनिक संरचना और फाइबर सामग्री भी अंतिम उत्पाद की बनावट को प्रभावित करती है।

खाद्य नमी: कम खाद्य नमी पर आम तौर पर उत्पाद का अधिक विस्तार होता है, जिससे कम घनत्व और अधिक कुरकुरापन प्राप्त होता है। हालांकि, अत्यंत कम नमी पर स्टार्च अत्यधिक टूट सकती है, जिससे उत्पाद की संरचना भंगुर या अस्थिर बन जाती है। इसके विपरीत, उच्च नमी पर विस्तार कम होता है और उत्पाद अधिक भारी तथा घना बनता है।

बैरल/डाय तापमान का प्रभाव: बढ़ता हुआ तापमान स्टार्च के विकृतीकरण और टूट-फूट को बढ़ाता है। एक उपयुक्त तापमान सीमा (जो मिलेट की किस्म पर निर्भर करती है) पर उत्पाद का अच्छा विस्तार और कुरकुरापन मिलता है। परंतु अत्यधिक तापमान पर स्टार्च अत्यधिक टूट जाता है, जिससे विस्तार कम हो सकता है।

स्क्रू स्पीड और शीयर: ऊँची स्क्रू स्पीड और अधिक शीयर ऊर्जा से मैट्रिक्स का प्लास्टिकीकरण बढ़ता है, जिससे गैस धारिता और सरंध्रता (पोरसिटी) प्रभावित होती है। इसके परिणामस्वरूप उत्पाद की कुरकुरापन और संरचना नियंत्रित होती है।

खाद्य संघटन: मिलेट की किस्म, फाइबर सामग्री, प्रोटीन और भूसी चोकर की मात्रा विस्तार और बनावट पर निर्णायक भूमिका निभाती है। उच्च फाइबर सामग्री वाले आटे से आमतौर पर अधिक घना और कठोर उत्पाद बनता है, जबकि चिकना और कम फाइबर वाला आटा बेहतर विस्तार की संभावना प्रदान करता है।

मापन विधियाँ: सेंका हुआ बाजरा आधारित उत्पादों की संरचना का आकलन करने के लिए कई मानकीकृत यांत्रिक एवं ध्वनि-आधारित परीक्षण विधियाँ प्रयोगशालाओं में उपयोग की जाती हैं।

शुष्क हवा आधरित विधि

सुखी गरम हवा में भूनने की प्रक्रिया में उत्पाद से नमी कम हो जाती है, जिससे उसका कुरकुरापन बढ़ता है। इस पॉपिंग या भूनने की तकनीक से दानों के अंदर एक पोरस (छिद्रपूर्ण) संरचना बनती है, जिसके कारण पॉप्ड फलाकार स्नैक्स हल्के और क्रिस्पी बनते हैं। विभिन्न शोधों से पता चला है कि ओमिक ऊष्मा या भूनने की विधि से उत्पाद की ब्राइटनेस (चमक) और कठोरता में बदलाव आता है। कुछ अध्ययनों में यह भी पाया गया है कि ओमिक ऊष्मा द्वारा तैयार किए गए कुक्ड मिलेट फ्लोर से बने उत्पाद अधिक कठोर होते हैं। इस प्रकार, सूखा गरम में हवा भूनने की तकनीक से मिलेट आधारित उत्पादों की बनावट और शारीरिक गुणों में महत्वपूर्ण परिवर्तन आते हैं, जो उपभोक्ता की पसंद और उत्पाद की गुणवत्ता पर प्रभाव डालते हैं।

माइक्रोवेव, ओमिक और अन्य आधुनिक ऊष्मा विधियाँ

माइक्रोवेव, ओमिक और अन्य आधुनिक ऊष्मा तकनीकों का उपयोग बाजरा आधारित उत्पादों में तीव्र और नियंत्रित ऊष्मा प्रदान करने के लिए किया जाता है। इन विधियों से दानों में जल्दी जिलेटिनी करण होता है और पोषक तत्वों के विरोधी तत्वों का प्रभाव समाप्त हो जाता है, जिससे उत्पाद की पाचनता बेहतर होती है। माइक्रोवेव ऊष्मा में नमी तेजी से अंदर से बाहर की ओर स्थानांतरित होती है, जो उत्पाद के कुरकुरेपन में महत्वपूर्ण बदलाव ला सकती है। वहीं, ओमिक ऊष्मा का प्रभाव कुछ मामलों में उत्पाद को अपेक्षाकृत अधिक कठोर बना सकता है। इस प्रकार, आधुनिक ऊष्मा विधियाँ बाजरा आधारित उत्पादों की संरचना और गुणों को तीव्रता से प्रभावित करती हैं और इन्हें अनुकूलित करके वांछित बनावट और गुणवत्ता हासिल की जा सकती है।

हिमीकरण आधारित विधि

बाजरा आधारित मूल्य संवर्धित उत्पादों में संरचना पर जमाने (हिमीकरण) का प्रभाव बहुत महत्वपूर्ण होता है। हिमीकरण एक ऐसी संरक्षण तकनीक है जिसका उपयोग खाद्य पदार्थों की शेल्फ-लाइफ बढ़ाने, सूक्ष्मजीवों की वृद्धि रोकने और पोषण गुणों को बनाए रखने के लिए किया जाता है। बाजरा आधारित उत्पाद जैसे नूडल्स, पास्ता, कुकीज, तैयार नाश्ता, पराठा, पफ्ड नाश्ता और लड्डू में संरचना उपभोक्ता की स्वीकार्यता का प्रमुख कारक होती है। जमाने की प्रक्रिया के दौरान उत्पाद में मौजूद नमी बर्फ के रूप में जमती है, जो छोटे-बड़े बर्फ के क्रिस्टल (बडिघ्या कॉंच) के रूप में वितरित होती है। यदि जमाने की गति धीमी होती है, तो बड़े क्रिस्टल बनते हैं, जो कोशिका संरचना को नुकसान पहुंचा सकते हैं और पिघलने के बाद उत्पाद में नमी का रिसाव बढ़ाकर बनावट को मुलायम, गीला या भुरभुरी बना देते हैं। इसके विपरीत, तेज गति से जमाने पर छोटे और समान रूप से वितरित क्रिस्टल बनते हैं, जो कोशिकाओं को संरक्षित रखते हैं और उत्पाद की दृढ़ता, कुरकुरापन तथा मूल आकार को बनाए रखते हैं। उदाहरण के लिए, बाजरा मोमोज या पकौड़ी को तेज गति से जमाने पर पिघलने के बाद भी उनकी बाहरी परत मजबूत और भराव मुलायम रहता है, जबकि धीमी गति से जमाने पर बाहरी परत गीली और चिपचिपी हो सकती है। इसी तरह, बाजरा कुकीज को नमी-अवरोधक पैकेजिंग में फ्रीज स्टोर करने से उनकी कुरकुराहट लंबे समय तक बनी रहती है। शोध बताते हैं कि हिमीकरण से पहले ब्लांचिंग, आंशिक सेंक या प्री-कुकिंग जैसी पूर्व-प्रसंस्करण तकनीकें संरचनात्मक क्षति को कम करती हैं। बहुपरत बहुलक पतली परत वाली पैकेजिंग नमी के स्थानांतरण और संरचना के बिगड़ने को रोकने में सहायक होती है। इसलिए, बाजरा आधारित मूल्य संवर्धित उत्पादों में हिमीकरण की गति, भंडारण तापमान और पैकेजिंग का उचित प्रबंधन उनकी संरचना, स्वाद और गुणवत्ता को लंबे समय तक बनाए रखने के लिए अत्यंत आवश्यक है।

"हिमीकरण (फ्रीजिंग) में जमाने की गति और बर्फ के कॉंच की गुणवत्ता संरचना को प्रभावित करती है।"

बेकिंग आधारित विधि

बेकिंग एक तापीय प्रक्रिया है जो बाजरा आधारित आटे के भौतिक, सूक्ष्म-संरचनात्मक और यांत्रिक गुणों को परिवर्तित करती है। सेंकने के दौरान स्टार्च का जिलेटिनीकरण, प्रोटीन का विकृतीकरण, नमी का वाष्पीकरण, तथा मेलार्ड और कारमेलाइजेशन जैसी रासायनिक प्रतिक्रियाएं होती हैं, जो मिलकर उत्पाद की अंतिम संरचना-जैसे कठोरता, कुरकुरापन, लोच, क्रम्ब संरचना और चबाने की क्षमता को निर्धारित करती हैं। इन जैव-रासायनिक एवं भौतिक परिवर्तनों की तीव्रता सेंकने के पैरामीटर जैसे तापमान और समय, आटा की सामग्री (मिलेट की किस्म, कण आकार, नमी, वसा, चीनी और प्रोटीन की मात्रा) और पूर्व-उपचारों पर निर्भर करती है। बेकिंग के पैरामीटर और उनके बाजरा-आधारित उत्पादों की संरचना पर प्रत्यक्ष प्रभाव निम्नलिखित हैं:

तापमान और समय: उच्च तापमान पर कम समय सेंकने से उत्पाद की सतह पर तीव्र क्रस्ट बनती है, जिससे कुरकुरापन बढ़ता है, लेकिन अंदर का जिलेटिनीकरण अपेक्षाकृत कम हो सकता है। इसके विपरीत, निम्न तापमान और लंबा सेंकने का समय अधिक समग्र जिलेटिनीकरण और नरम बनावट प्रदान करता है। उदाहरण के तौर पर, रागी बिस्किटों को 180 से 220°C के बीच विभिन्न तापमानों पर बेक करने से उनकी कठोरता और क्रम्ब संरचना में स्पष्ट परिवर्तन देखा गया है।

मथित आटा की मोटाई और फैलाव/आयतन: पतला डोह उच्च तापमान पर तेजी से नमी खो देता है, जिससे फैलाव (स्प्रेड) अनुपात में बदलाव आता है और कुरकुरापन में वृद्धि या कमी हो सकती है।

> संरचना मापन के लिए यांत्रिक (तीन-बिंदु मोड़, काटना और ध्वनि आधारित) परीक्षण विधियाँ उपयोगी हैं।

आटे का सम्मिश्रण और प्रतिस्थापन स्तर: गेहूं के स्थान पर मिलेट आटा बढ़ाने से फैलाव, आयतन और कठोरता प्रभावित होती है। कई अध्ययनों में पाया गया है कि मिश्रित मिलेट बिस्किटों में कठोरता घटती या बढ़ती है, जो मिलेट की किस्म और व्यंजन विधि पर निर्भर करती है।

संरचना संस्थागत विश्लेषण

संरचना संस्थागत विश्लेषण एक बहुआयामी तकनीक है जिसमें उत्पाद पर नियंत्रित बल लगाया जाता है और उसकी भौतिक प्रतिक्रिया को मापा जाता है। इससे उत्पाद की कठोरता, आंतरिक एकजुटता, लोच, चबाने में लगने वाली ऊर्जा, और चिपचिपापन जैसे महत्वपूर्ण मानदंडों का पता चलता है। यह तकनीक विशेष रूप से मिलेट-आधारित बिस्किट, कुकीज, सेवई, एक्सट्रूडेड्स जैसे उत्पादों की संरचना की तुलना और गुणवत्ता मूल्यांकन के लिए उपयोगी है।

तीन-बिंदु मोड़ परीक्षण: इस विधि में किसी नमूने को तीन बिंदुओं पर सहारा दिया जाता है और उसके मध्य बिंदु पर ध ीरे-धीरे भार डाला जाता है जब तक कि नमूना टूट न जाए। यह परीक्षण नाश्ते के टूटने के लिए आवश्यक बल और विघटन का आकलन करता है। यह पद्धति कुरकुरे या भंगुर मिलेट नाश्ते के लिए उपयुक्त मानी जाती है।

प्रवेश/काटने के परीक्षण: इस परीक्षण में एक सुई, ब्लेड या अन्य मापन उपकरण को नमूने की सतह में एक निश्चित गति से प्रविष्ट कराया जाता है ताकि सतह और भीतरी संरचना की प्रतिरोध क्षमता को मापा जा सके। यह विधि विशेष रूप से परतदार या भरे हुए सेंका हुए उत्पादों की कठोरता और नमी-प्रभावित संरचना के मूल्यांकन में उपयोगी होती है।

ध्वनिक विधि द्वारा कुरकुरापन मापन: कुरकुरापन का मापन ध्वनि तरंगों के अभिलेख और विश्लेषण के माध्यम से किया जाता है। जब कोई उत्पाद टूटता है, तो उससे उत्पन्न ध्वनि की तीव्रता और आवृत्ति का अध्ययन करके उसकी कुरकुरापन का अनुमान लगाया जाता है। यह विधि बाहर निकले हुए मिलेट आधारित पटाखे और अन्य कुरकुरे नाश्ते के मूल्यांकन में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है।

संवेदी विश्लेषण द्वारा उत्पाद गुणवत्ता मूल्यांकन: केवल यांत्रिक माप से उपभोक्ता की पसंद का सही अनुमान नहीं लगाया जा सकता। इसलिए, शोधों में यांत्रिक मापों को प्रशिक्षित संवेदी स्टाफ के मूल्यांकन के साथ जोड़ा जाता है। ये पैनल सदस्य उत्पाद के स्वाद, कुरकुरापन, मुंह में टूटने का अनुभव, और चबाने की आसानी जैसे पहलुओं का आकलन करते हैं। जब यांत्रिक आंकड़ों और संवेदी धारणा में उच्च सहसंबंध पाया जाता है, तो उत्पादक उपभोक्ता-अनुकूल संरचना के लक्ष्य आसानी से निर्धारित कर पाते हैं। इससे उत्पाद विकास प्रक्रिया अधिक सटीक और बाजार-उन्मुख बनती है।

विशिष्ट उत्पादों में अध्ययन-आधारित परिणाम

बिस्किट/कुकीज

कई शोधों में संरचना संस्थागत विश्लेषण और तीन-बिंदु झुकने परीक्षण से यह पाया गया है कि मिलेट के स्तर, सेंकने के तापमान एवं समय, साथ ही तेल और शुगर की मात्रा हार्डनेस (कठोरता), फ्रैक्चरैबिलिटी (टूटने की क्षमता) और क्रम्ब संरचना को प्रभावित करती है। इन कारकों के संतुलन से उत्पाद की गुणवत्ता और उपभोक्ता स्वीकृति बेहतर होती है।

पास्ता/नूडल्स

पूर्व उपचार जैसे पूर्व-पकाना या गर्म करना, और सेंक-संबंधित निर्जलीकरण से सेवई और पास्ता की प्रदर्शन विशेषताएँ तथा चिपचिपाहट में बदलाव आता है। उपयुक्त सेंकने की रणनीति से संरचना और पकाने का समय दोनों को नियंत्रित

> विशिष्ट उत्पादों (जैसे बिस्किट, पास्ता) में मोटे अनाज स्तर और प्रक्रिया पैरामीटर का बड़ा प्रभाव होता है।

किया जा सकता है, जिससे उत्पाद की बनावट और पकाने की गुणवत्ता में सुधार होता है।

निष्कर्ष

मिलेट की किस्म-विशिष्ट अध्ययन अत्यंत आवश्यक हैं क्योंकि स्टार्च और प्रोटीन की संरचना के आधार पर प्रत्येक मिलेट की ताप-प्रतिक्रिया अलग होती है। इसके साथ ही, आधुनिक उष्मा तकनीकों जैसे ओमिक, इन्फ्रारेड और माइक्रोवेव के तुलनात्मक प्रभाव का गहन आकलन तथा मानकीकृत संवेदी वाद्य सहसंबंध पर और अधिक शोध आवश्यक है। इसके अतिरिक्त, पैकेजिंग प्रौद्योगिकी और नमी प्रबंधन के दीर्घकालिक प्रभाव (जैसे उत्पाद का जीवन अवधि) पर केंद्रित अनुसंधान भी महत्वपूर्ण है, जिससे बाजरा आधारित मूल्य-संवर्धित उत्पादों की संरचना, गुणवत्ता और उपभोक्ता संतुष्टि सुनिश्चित की जा सके।

> **"मोटे अनाज का फसलवार उत्पादन सभी प्रकार के मोटे अनाजों में, बाजरा का उत्पादन देश में सबसे अधिक हुआ। इसने कुल मिलेट उत्पादन में सबसे बड़ा योगदान दिया, जिसके बाद ज्वार, रागी और लघु अनाज (स्मॉल मिलेट्स) का स्थान रहा।"**

खाद्य अपशिष्ट मूल्य संवर्धन में 3 डी-प्रिंटिंग प्रौद्योगिकी

रितु कुकड़े, शगफ कौकब, राहुल कुमार राउत[1], सुमित उरहे, पक्कीरांना सिवम्मा[2], रवि प्रकाश, अंकित कुमार[3] एवं सौरव मिश्रा[4]

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

[1]भा.कृ.अनु.प.-राष्ट्रीय मखाना अनुसंधान केंद्र, दरभंगा, बिहार

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

[3]भा.कृ.अनु.प.-राष्ट्रीय लीची अनुसंधान केंद्र, मुजफ्फरपुर, बिहार

[4]भा.कृ.अनु.प.-राष्ट्रीय प्राकृतिक फाइबर अभियांत्रिकी और प्रौद्योगिकी संस्थान, कोलकाता, पश्चिम बंगाल

3डी संरचना की परिशुद्धता मुद्रण मापदंडों के सटीक नियंत्रण पर निर्भर करती है। इन मापदंडों में मुद्रण गति, नोजल की ऊँचाई, नोजल का प्रकार, फीड प्रवाह दर (जो बदले में फीड तापमान पर निर्भर करती है), परतों की संख्या, नोजल व्यास (जो फीड प्रवाह की मोटाई तय करता है), प्लंजर दबाव, आदि शामिल हैं। किसी भी संरचना को तैयार करने से पहले एक्सट्रूडर हेड को X, Y और Z धुरी के लिए कैलिब्रेट किया जाना चाहिए। सुचारू फीड प्रवाह प्राप्त करने के लिए अंतिम संरचना से पहले एक या दो परीक्षण भी किए जाने चाहिए। संरचनात्मक स्थिरता में दो कारक भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं, अर्थात् ब्रिजिंग दूरी और समय अंतराल। ब्रिजिंग दूरी को उस दूरी के रूप में परिभाषित किया जाता है, जो एक असमर्थित स्ट्रैंड बिना टूटे पहुँच सकता है। उच्च ब्रिजिंग दूरी के परिणामस्वरूप बेहतर संरचनात्मक स्थिरता होती है। समय अंतराल एक्सट्रूडर हेड द्वारा उत्पन्न अपर्याप्त दबाव के कारण फीड प्रवाह में अंतराल को संदर्भित करता है। प्रवाह की शुरुआत में, टर्मिनल वॉल्यूमेट्रिक प्रवाह दर को प्राप्त करने के लिए दबाव पर्याप्त नहीं होता है, जिसके लिए ब्रेक होते हैं और परतों में अंतराल बनते हैं। इससे बचने के लिए, संरचना निर्माण से पहले एक्सट्रूडर को एक स्वतंत्र रन दिया जाता है। एक बार प्रवाह सुचारू हो जाने पर, संरचना निर्माण के लिए आदेश दिया जाता है।

क्या है 3 डी-प्रिंटिंग?

- 3 डी-प्रिंटिंग एक नई मशीनरी तकनीक है जिसमें खाद्य पदार्थों को परत-दर-परत तैयार किया जाता है। जैसे कोई कुम्हार मिट्टी से बर्तन बनाता है, वैसे ही 3डी प्रिंटर फल-सब्जी या अनाज के बचे हिस्सों से नया खाना तैयार कर सकता है।
- खाद्य उपोत्पादों जैसे फलों के छिलके, अनाज प्रसंस्करण के अंश आदि से प्राप्त निस्सारित सामग्रियों का उपयोग करके, 3 डी फूड प्रिंटिंग विशिष्ट पोषण संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने वाले व्यक्तिगत भोजन बनाने में सक्षम है।
- यह खाद्य पदार्थों को अनुकूलित बनावट, आकार और पोषक तत्वों के प्रोफाइल के साथ बनाने के लिए एक्सट्रूजन-आधारित प्रिंटिंग और इंकजेट प्रिंटिंग जैसी विधियों का उपयोग करता है।

3 डी-प्रिंटिंग से क्या फायदा?

- बचे हुए फल-सब्जी से नई चीजें जैसे नूडल्स, कुकीज, स्नैक्स बन सकते हैं।
- बच्चों, गर्भवती महिलाओं और बुजुर्गों के लिए पोषक खाना अलग से तैयार किया जा सकता है।
- किसानों की फसल का कोई भी हिस्सा व्यर्थ नहीं जाएगा।
- पर्यावरण को भी कम नुकसान होगा क्योंकि कचरा कम होगा।
- इससे अतिरिक्त आय भी हो सकती है।

3 डी-प्रिंटिंग की मूल बातें

3 डी-प्रिंटिंग एक मशीन है, जो खाने की चीजों को परत-दर-परत जोड़कर नया आकार बनाती है-चाहे वह कुकीज हो, नूडल्स हो या कोई और चीज।

ध्यान रखने वाली बातें

- सामग्री इतनी गाढ़ी होनी चाहिए कि आसानी से बहे भी और गिरने पर अपना आकार भी बनाए रखे।
- कभी-कभी नोजल को गर्म करने की जरूरत होती है ताकि सामग्री आसानी से निकले।
- मशीन चलाने से पहले उसका परीक्षण करना जरूरी है ताकि खाना सही आकार में बने।
- सरल उदाहरण: जैसे हम आटे से सेवई बनाते हैं - आटा मशीन से दबाकर बाहर आता है और एक-एक तार बनता है। वैसे ही 3डी प्रिंटर आटे, फल-सब्जी पाउडर या पेस्ट को अलग-अलग आकार में परत-दर-परत निकालता है।

भोजन की बर्बादी क्यों बड़ी समस्या है?

- दुनिया में जितना खाना पैदा होता है, उसका लगभग एक-तिहाई हिस्सा फेंक दिया जाता है।
- सबसे ज़्यादा बर्बाद होने वाले खाद्य पदार्थ हैं - फल, सब्जियाँ और कंद (जैसे आलू, शकरकंद)।

- इसके बाद मछली, अनाज और पशु उत्पाद आते हैं।
- ये खाद्य अपशिष्ट प्रोटीन, फाइबर और बायोएक्टिव यौगिकों जैसे मूल्यवान पोषक तत्वों से भरपूर होते हैं।
- यह बर्बादी कई स्तरों पर होती है - घरों में, खाद्य उद्योगों में और खेती से।
- समस्या यह है कि ये बचे हुए हिस्से पोषण से भरपूर होते हैं, लेकिन इनका सही उपयोग नहीं हो पाता।
- इसी चुनौती से निपटने के लिए 3डी फूड प्रिंटिंग मदद करती है।

हाल के वर्षों में खाद्य उद्योग में 3डी प्रिंटिंग तकनीक का उपयोग बढ़ा है, विशेष रूप से खाद्य अपशिष्ट को मूल्यवान उत्पादों में परिवर्तित करने पर ध्यान केंद्रित किया गया है। विभिन्न प्रकार के खाद्य-अपशिष्ट आधारित पदार्थों का अध्ययन किया गया है, जिन्हें अलग-अलग 3 डी प्रिंटिंग विधियों जैसे कि फ्यूज्ड डिपोजिशन मॉडलिंग, एक्सट्रूजन प्रिंटिंग, डायरेक्ट इंक राइटिंग, और बायो-प्रिंटिंग में उपयोग किया गया है। गेहूं मिलिंग उप-उत्पाद को तकनीकी रूप से

3 डी प्रिंटिंग तकनीक खाद्य अपशिष्ट को पोषक व उपभोक्ता-अनुकूल खाद्य उत्पादों में बदलने का नवीन उपाय है।

3 डी प्रिंटिंग की मुख्य तकनीकें

खाद्य क्षेत्र में तीन मुख्य तरीके अपनाए जाते हैं:

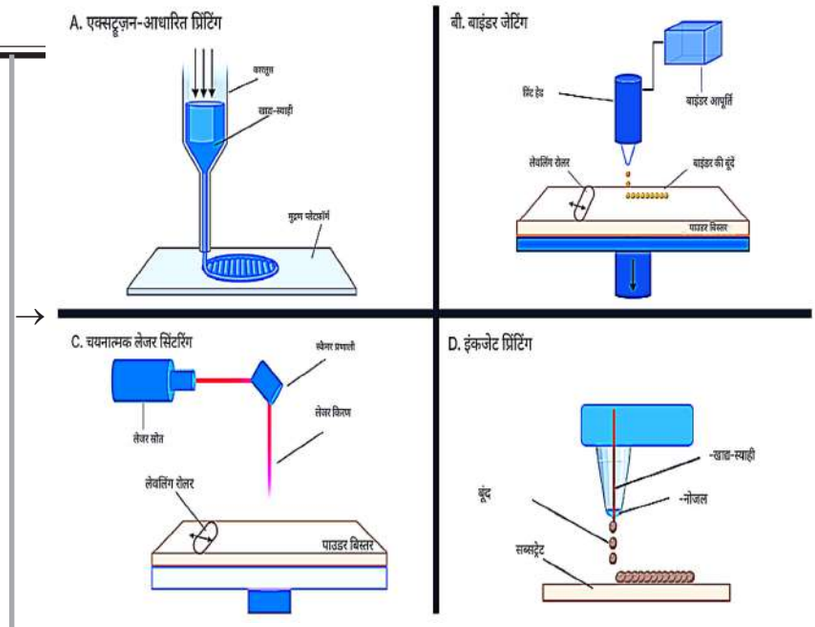
1. एक्सट्रूजन-आधारित प्रिंटिंग - पेस्ट जैसी चीजों के लिए।
2. इंकजेट प्रिंटिंग - बूंद-बूंद डालकर आकार बनाने के लिए।
3. लेजर-सहायता प्राप्त प्रिंटिंग - लेजर की मदद से बारीक डिजाइन बनाने के लिए।

एक्सट्रूजन-आधारित प्रिंटिंग

- इसमें पेस्ट या गाढ़ी सामग्री (जैसे आटा, चॉकलेट, दूध आधारित पेस्ट) नोजल से दबाकर परत-दर-परत निकाली जाती है। बाद में इसे बेकिंग, फ्रीजिंग या फ्राइंग से टिकाऊ बनाया जाता है।
- **क्या बनता है:** चॉकलेट, पनीर, कुकीज, पास्ता, पिज़्ज़ा, केक आदि।
- **फायदे:** पोषण को अनुकूलित करना, अपशिष्ट कम करना, जल्दी प्रक्रिया।
- **सीमाएँ:** ज़्यादा समय लग सकता है, लागत ज़्यादा और आकार कभी-कभी बिगड़ जाता है।

इंकजेट प्रिंटिंग

- इसमें पेस्ट बूंद-बूंद डालकर आकार बनाया जाता है। सामग्री के रूप में फल-सब्जियों का पेस्ट, प्रोटीन अर्क, आटा, चॉकलेट आदि इस्तेमाल होते हैं।
- बाद में बेकिंग, फ्राइंग या माइक्रोवेव से तैयार किया जाता है।
- **क्या बनता है:** फ्रॉस्टिंग, आइसिंग, पिज़्ज़ा, पास्ता, कल्चर्ड मीट, मसले हुए आलू।
- **फायदे:** सस्ता, डिजाइन में आसानी, व्यक्तिगत पोषण।



- **सीमाएँ:** आकार बहुत सटीक नहीं होता और उत्पाद नाजुक हो जाते हैं।

लेजर-सहायता प्राप्त प्रिंटिंग

- इसमें लेजर की किरण से बहुत बारीक डिजाइन बनाए जाते हैं। चीनी, प्रोटीन जैल, फलों का पेस्ट जैसी चीजें इस्तेमाल होती हैं।
- बाद में सुखाकर, तलकर या पकाकर तैयार किया जाता है।
- **क्या बनता है:** कुकीज, चीनी की मूर्तियाँ, फल-आधारित पेस्ट और प्यूरी।
- **फायदे:** सुंदर डिजाइन, अच्छा टेक्सचर और बहु-घटक खाना।
- **सीमाएँ:** ज्यादा तकनीकी ज्ञान चाहिए, मशीन महंगी और नियंत्रण मुश्किल।

पॉलीलैक्टिक अम्ल के साथ बायोफिलर के रूप में मिलाकर एक प्रिंट करने योग्य बायोकॉम्पोजिट तैयार किया गया, लेकिन फिलर-मैट्रिक्स संगतता तथा अनुकूलन की आवश्यकता पाई गई। इसी प्रकार, चावल की भूसी से बने रेशों ने बेहतर यांत्रिक गुण तथा कम तापीय विस्तार प्रदर्शित किया। एक्सट्रूजन आधारित 3डी प्रिंटिंग से अंगूर खली और टूटे हुए गेहूँ से बने कार्यात्मक कुकीज में पोषक तत्वों और एंटीऑक्सीडेंट्स में उल्लेखनीय वृद्धि पाई गई, साथ ही उपभोक्ता स्वीकृति भी सकारात्मक रही।

3 डी फूड प्रिंटिंग भोजन के आकार, पोषण और बनावट को सटीक रूप से नियंत्रित करने की सुविधा देती है, जिससे व्यक्तिगत और चिकित्सीय आहार तैयार करना संभव होता है। यह तकनीक खाद्य अपशिष्ट और उप-उत्पादों को मूल्यवान और खाने योग्य उत्पादों में बदलकर स्थायी खाद्य प्रणाली को बढ़ावा देती है। भविष्य में यह तकनीक स्वचालित, रचनात्मक और मांग-आधारित खाद्य निर्माण की दिशा में एक महत्वपूर्ण नवाचार मानी जा रही है।

खाद्य उत्पादन और अपशिष्ट उपयोग में 3 डी-प्रिंटिंग

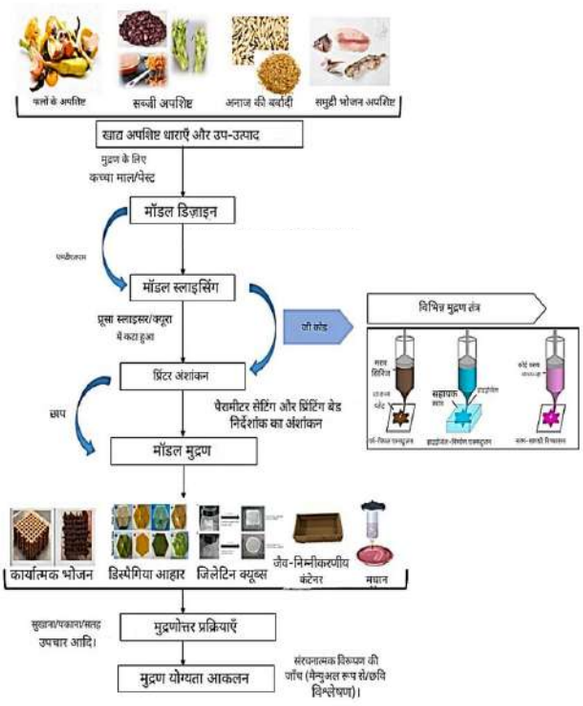
3 डी-प्रिंटिंग द्वारा हम बचे हुए फल-सब्जियों और अनाज के हिस्सों को दोबारा उपयोग करके नया और पौष्टिक खाना तैयार कर सकते हैं।

इससे क्या होता है?

- बर्बाद हुए हिस्सों से नया भोजन तैयार करना।
- खाद्य अपशिष्ट कम करना और उप-उत्पादों को मूल्यवान बनाना।

अपशिष्ट से 3 डी-प्रिंटिंग करने के चरण

- **पूर्व प्रसंस्करण:** बचे हुए हिस्सों को धोकर, सुखाकर और पीसकर पाउडर बनाना। इससे नमी और गंदगी हट जाती है और प्रोटीन, फाइबर, एंटीऑक्सीडेंट जैसे पोषक तत्व सुरक्षित रहते हैं।
- **जैव-स्याही बनाना:** इस पाउडर को जिलेटिन, स्टार्च या अन्य बाइंडर के साथ मिलाकर गाढ़ा पेस्ट बनाया जाता है ताकि परत-दर-परत अच्छी तरह प्रिंट हो सके।
- **प्रिंटिंग और पोस्ट-प्रोसेसिंग:** प्रिंट होने के बाद बेकिंग, फ्रीज-ड्राईंग आदि प्रक्रिया करके उसे टिकाऊ और लंबे समय तक सुरक्षित बनाया जाता है।



खाद्य अपशिष्ट और उनका उपयोग

- **स्टार्च:** (आलू के छिलके, कसावा अपशिष्ट) → खाने वाली स्याही या पैकेजिंग फिल्म बनाने में।
- **प्रोटीन:** (अनाज, सोया अवशेष, अंडे के छिलके) → स्नैक्स और मांस जैसे उत्पाद बनाने में।
- **फाइबर:** (फलों के छिलके, सब्जियों का गूदा) → खाने को बनावट और मजबूती देने में।
- **लिपिड और वसा:** (दूध, मेवे, बीज) → खाने में स्वाद और चिकनाई बढ़ाने में।
- **जैवसक्रिय यौगिक:** (खट्टे फल, अंगूर का छिलका) → स्वास्थ्य लाभ वाले विशेष खाद्य पदार्थ बनाने में।

मुख्य विशेषताएँ

- ✓ व्यक्तिगत आवश्यकता अनुसार पोषणयुक्त भोजन का सटीक निर्माण संभव
- ✓ खाद्य अपशिष्ट का प्रभावी पुन:उपयोग करना
- ✓ आकर्षक डिजाइन, आकार एवं बनावट वाले खाद्य उत्पाद तैयार करना
- ✓ खाद्य उप-उत्पादों का मूल्य संवर्धन एवं व्यावसायिक संभावनाएँ बढ़ना

मुख्य बिन्दु

- व्यक्तिगत पोषण
- अपशिष्ट कमी
- आकर्षक डिजाइन
- पोषण नियंत्रण
- मूल्य संवर्धन

3 डी -प्रिंटेड खाद्य उत्पादों के संवेदी गुणों का महत्व

3 डी फूड प्रिंटिंग में संवेदी गुण (जैसे स्वाद, बनावट, महक और दिखावट) उपभोक्ता स्वीकृति के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण हैं। शोध से पता चलता है कि प्रिंटेड खाद्य पदार्थों की परतदार संरचना उनके मुँह में महसूस होने वाले अनुभव और दृश्य आकर्षण को बदल सकती है। प्रिंटिंग प्रक्रिया के दौरान ज्यामितीय डिजाइन, इनफिल पैटर्न और परत की मोटाई

स्वाद की तीव्रता, मिठास, टेक्सचर और चबाने के अनुभव को प्रभावित कर सकती है। कई अध्ययनों में पाया गया है, कि हाइड्रोकोलॉइड जोड़ने से प्रिंटिंग स्थिरता बढ़ती है। उपभोक्ता परीक्षणों में 3 डी -प्रिंटेड चॉकलेट, पिज़्ज़ा, पास्ता और बर्गर को अधिक पसंद किया गया, जबकि कीट-आधारित या अत्यधिक प्रोसेस्ड दिखने वाले खाद्य पदार्थों के प्रति झिझक देखी गई। कुल मिलाकर, परिचित स्वाद और आकर्षक डिजाइन से उपभोक्ता स्वीकृति बढ़ती है, जिससे 3डी फूड प्रिंटिंग भविष्य की उभरती खाद्य तकनीक बन रही है।

संवेदी कारकों पर 3डी फूड प्रिंटिंग का प्रभाव

- आकार और डिजाइन स्वाद अनुभव को बदलते हैं।
- परतों की मोटाई और पैटर्न से टेक्सचर और चबाने की क्षमता प्रभावित होती है।
- प्रिंटिंग सामग्री (इंक) में बदलाव से स्वाद और मुखानुभूति बदल सकता है।
- दृश्य आकर्षण और प्रस्तुति उपभोक्ता की पहली प्रतिक्रिया को प्रभावित करती है।

फ्लूल्ड डिपोजेशन मॉडलिंग आधारित प्रिंटिंग का उपयोग करके संतरे के प्रसंस्करण से बचे उप-उत्पादों से फाइबर-युक्त स्नैक्स तैयार किए गए, जिनमें बायोएक्टिव यौगिक और बनावट स्थिरता अधिक रही। इसी प्रकार, आलू के छिलके के कचरे से प्राप्त स्याही का उपयोग करके पोषक-समृद्ध 3 डी-प्रिंटेड नूडल विकसित किए गए, जिनमें प्रिंटिंग गुणधर्म और बाजार स्वीकृति दोनों सफल रहे। सब्जियों के अपशिष्ट जैसे पालक के तने, केले, कद्दू और मशरूम का उपयोग कर कई आकारों में 3 डी-प्रिंटेड व्यंजन तैयार किए गए, जिनमें केले की स्याही सर्वोत्तम एक्सट्रूजन गुण प्रदर्शित करती पाई गई, जबकि पालक स्याही को हाइड्रोकोलॉइड जोड़ने की आवश्यकता थी।

डायरेक्ट एंक रायटिंग आधारित 3 डी प्रिंटिंग से संतरे के छिलके के कचरे को खाद्य स्नैक्स में परिवर्तित किया गया, जिससे बायोफ्लेवोनॉइड्स संरक्षित रहे। इसी तरह, कटहल के बीजों से विकसित प्रिंट करने योग्य भोजन स्याही ने खाद्य अपशिष्ट के पुन: उपयोग की क्षमता प्रदर्शित की। आगे, केले

अपशिष्ट पदार्थों से 3 डी-प्रिंटिंग के उपयोग

3 डी-फूड प्रिंटिंग से हम बचा हुआ खाना (फल-सब्जी के छिलके, अनाज की भूसी, बीज आदि) दोबारा उपयोग करके पौष्टिक और टिकाऊ खाद्य पदार्थ बना सकते हैं। इसके कई उपयोग हैं:

मुख्य अनुप्रयोग

व्यक्तिगत पोषण

- बच्चों, खिलाड़ियों और बुजुर्गों के लिए अलग-अलग पोषण वाला खाना बनाया जा सकता है।
- इसमें विटामिन, खनिज और प्रोबायोटिक्स मिलाकर स्वाद और स्वास्थ्य दोनों सुधारे जा सकते हैं।

कार्यात्मक खाद्य पदार्थ

- फलों के छिलके और बीजों से ऐसे खाद्य बनते हैं जिनमें एंटीऑक्सीडेंट और बायोएक्टिव तत्व होते हैं।
- ये प्रतिरक्षा, पाचन और हृदय स्वास्थ्य के लिए अच्छे होते हैं।

संधारणीय स्नैक्स

- यह कार्बन उत्सर्जन और संसाधन की बर्बादी को कम करता है।
- सुंदर आकार और बनावट से इन्हें बाजार में बेचना आसान होता है।

के छिलके के पाउडर से जैव-अपघटनीय खाद्य पैकेजिंग बनाई गई, जिससे खाद्य प्रिंटिंग के साथ-साथ टिकाऊ पैकेजिंग भी संभव हुई।

फ्यूज्ड फिलामेंट फैब्रिकेशन तकनीक से टमाटर प्रसंस्करण के कचरे को च्स के साथ मिलाकर बायोकंपोजिट विकसित किया गया, जिसमें एंटीऑक्सीडेंट सक्रियता पाई गई। बायो-प्रिंटिंग क्षेत्र में, मछली त्वचा और स्केल से प्राप्त

बायोफोर्टिफाइड खाद्य पदार्थ

- पोषक तत्वों से भरपूर उप-उत्पाद (जैसे चोकर, मट्ठा) मिलाकर बच्चों और गर्भवती महिलाओं के लिए खास पोषण वाला खाना बनाया जाता है।

अंतरिक्ष कार्यक्रम

- नासा जैसी एजेंसियाँ 3 डी प्रिंटिंग का उपयोग अंतरिक्ष यात्रियों को पोषक और सुरक्षित खाना देने के लिए कर रही हैं।
- इससे कठिन परिस्थितियों में भी भोजन तैयार किया जा सकता है।

3 डी फूड प्रिंटिंग के लाभ और सीमाएँ

लाभ:

- जरूरत के हिसाब से अलग-अलग डिजाइन और पोषण वाला खाना बनाया जा सकता है।
- दिखने में सुंदर और आकर्षक उत्पाद तैयार होते हैं।
- छोटे पैमाने पर भी ऊर्जा-कुशल और स्थानीय उत्पादन संभव है।
- फसल और प्रसंस्करण से निकले अपशिष्ट का सही उपयोग होता है।
- उत्पादन लागत कम होती है और अच्छी कीमत वाले उत्पाद बनाए जा सकते हैं।
- पर्यावरण पर कम असर होता है क्योंकि अपशिष्ट कम बनता है।
- सरकार से ग्रीन सर्टिफिकेशन और सब्सिडी जैसी मदद मिल सकती है।

सीमाएँ:

- कच्चे माल को प्रिंटर में चलाने लायक बनाने के लिए बदलाव करना पड़ता है।
- अधिक नमी वाली चीजों से आकार बिगड़ सकता है।
- प्रिंट के बाद सुखाने और टिकाऊ बनाने में मुश्किलें आती हैं।
- उपभोक्ता अभी कचरे से बने खाने को अपनाने में हिचकिचाते हैं।

भविष्य की संभावनाएँ

- नई तकनीक से खाने की बनावट, स्थिरता और गति की समस्या दूर होगी।
- प्रयोगशाला से उद्योग तक लाने के लिए छोटे-स्तर पर ट्रायल जरूरी हैं।
- उपभोक्ता की पसंद और स्वीकार्यता बढ़ाने के लिए स्वाद और पोषण पर ध्यान देना होगा।
- आने वाले समय में यह तकनीक टिकाऊ खाद्य उत्पादन, अपशिष्ट कम करने और चक्रीय अर्थव्यवस्था को मजबूत करेगी।

3 डी फूड प्रिंटिंग भविष्य में व्यक्तिगत पोषण, अस्पताल भोजन, स्पेस फूड और सतत खाद्य उत्पादन का प्रमुख समाधान बन सकती है। यह तकनीक भोजन को जरूरत के अनुसार, कम अपशिष्ट और अधिक पोषण के साथ बनाने की क्षमता रखती है।

तालिका 1: खाद्य अपशिष्ट से 3 डी प्रौद्योगिकियों के माध्यम से खाद्य उत्पादों का विकास

अपशिष्ट पदार्थ	बना हुआ उत्पाद	फायदा
अंगूर का छिलका	कुकीज	फाइबर, प्रोटीन और एंटीऑक्सीडेंट से भरपूर
आलू के छिलके	नूडल्स	पौष्टिक और अपशिष्ट में कमी
संतरे का छिलका	हेल्दी स्नैक्स	एंटीऑक्सीडेंट गुण और पर्यावरण अनुकूल
कटहल के बीज	खाद्य स्याही	प्रोटीन से भरपूर
केले के छिलके	बायोडिग्रेडेबल पैकेजिंग	पर्यावरण के लिए सुरक्षित वैकल्पिक पैकेजिंग
टमाटर का कचरा	पैकेजिंग कम्पोजिट	एंटीऑक्सीडेंट गुण, वैकल्पिक पैकेजिंग
सैल्मन मछली की त्वचा	जिलेटिन जेल	अच्छी बनावट और स्थिरता
फलों-सब्जियों का गूदा	स्नैक्स और कुकीज	स्वाद और बनावट में सुधार, पोषण वृद्धि

जिलेटिन-आधारित हाइड्रोजेल विकसित किए गए, जिन्होंने उच्च प्रिंटिंग सटीकता, कोशिका प्रसार और उत्कृष्ट जैव-अनुकूलता प्रदर्शित की।

आर्थिक व्यवहार्यता को प्रभावित करने वाले मुख्य कारक

➢ संसाधन संरक्षण और अपशिष्ट में कमी

खाद्य अपशिष्ट जैसे फलों के छिलके, अनाज मिलिंग अवशेष आदि को उपयोग में लाकर उत्पादन लागत घटती है और मूल्य वर्धन होता है।

➢ व्यक्तिगत और उत्कृष्ट उत्पाद निर्माण

3 डी प्रिंटिंग द्वारा मेडिकली उपयुक्त आहार, खिलाड़ीयों उप्युक्त उत्कृष्ट डिजाइन वाले खाद्य उत्पाद विकसित किए जा सकते हैं जो उच्च कीमत पर बेचे जा सकते हैं।

➢ सप्लाई चेन लागत में कमी

स्थानीय उत्पादन से ट्रांसपोर्ट, कोल्ड स्टोरेज और लॉजिस्टिक लागत घटती है, जिससे छोटे खाद्य स्टार्टअप भी इस तकनीक को अपना सकते हैं।

➢ उच्च तकनीकी लागत और प्रशिक्षण आवश्यकता

शुरुआती उपकरण लागत, सामग्री और ऊर्जा उपयोग अधिक होने के कारण बड़े पैमाने पर उत्पादन से पहले निवेश की चुनौती रहती है।

➢ बाजार स्वीकृति और उपभोक्ता विश्वास

उपभोक्ताओं को ''अपशिष्ट से बने खाद्य'' स्वीकार कराने हेतु जागरूकता और मार्केटिंग की आवश्यकता है।

निष्कर्ष

3 डी प्रिंटिंग को खाद्य अपशिष्ट मूल्यांकन के साथ एकीकृत करना टिकाऊ और अभिनव खाद्य उत्पादन की दिशा में एक आशाजनक मार्ग प्रदान करता है। यह उच्च स्तर के अनुकूलन को सक्षम बनाता है, खाद्य अपशिष्ट को कम करता है, और कृषि उपोत्पादों को मूल्यवर्धित उत्पादों में बदल देता है। यह दृष्टिकोण संसाधन की कमी, पर्यावरणीय गिरावट और पोषण संबंधी कमियों जैसी वैश्विक चुनौतियों का समाधान करता है। हालाँकि वर्तमान सीमाओं में मापनीयता, लागत और सामग्री अनुकूलन शामिल हैं, लेकिन सामग्री विज्ञान और मुद्रण प्रौद्योगिकियों में प्रगति लगातार प्रयोगशाला अनुसंधान और औद्योगिक अनुप्रयोग के बीच की खाई को पाट रही है। रणनीतिक हस्तक्षेपों के साथ, यह संलयन दक्षता, स्थिरता और न्यायसंगत संसाधन उपयोग को बढ़ावा देकर भविष्य की खाद्य प्रणालियों को नया रूप दे सकता है।

यदि तकनीकी लागत कम होती है और उपभोक्ता स्वीकार्यता बढ़ती है, तो 3 डी फूड प्रिंटिंग भविष्य में आर्थिक रूप से लाभदायक और टिकाऊ खाद्य उद्योग बन सकता है।

कटाई उपरांत प्रबंधन में प्लास्टिक का उपयोग

राकेश शारदा, आयुषी झा एवं निखिल कटिंग क्लैडविन

भाकृअनुप- केन्द्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

द्वितीय विश्व युद्ध की समाप्ति के बाद से वैश्विक स्तर पर प्लास्टिक उत्पादन में तीव्र और निरंतर वृद्धि देखी गई है। वर्ष 1950 में जहाँ वैश्विक प्लास्टिक उत्पादन केवल 1.5 मिलियन टन था, वहीं 2023 तक यह बढ़कर लगभग 413 मिलियन टन तक पहुँच गया। कृषि एवं बागवानी उद्योग नर्सरी चरण से लेकर कटाई-उपरांत प्रबंधन तक प्लास्टिक के प्रमुख उपभोक्ता बन चुके हैं, जिनकी वार्षिक खपत लगभग 22,50,000 टन आँकी गई है। भारत में प्रतिवर्ष लगभग 50 लाख टन प्लास्टिक का उत्पादन किया जाता है, जिसमें से लगभग 3.5 लाख टन का उपयोग कृषि-व्यवसाय में होता है।

कृषि अनुप्रयोगों में प्लास्टिक सामग्री के व्यावहारिक उपयोग को ''प्लास्टिकल्चर'' कहा जाता है, जिसका अर्थ कृषि में प्लास्टिक का उपयोग है। कृषि में प्रयुक्त सभी प्रकार की प्लास्टिक सामग्रियाँ ''कृषि प्लास्टिक'' कहलाती हैं। सिंचाई एवं जल प्रबंधन, संरक्षित खेती, बागवानी, कटाई-पश्चात प्रबंधन, मत्स्य पालन तथा पशु संरक्षण में प्लास्टिक का व्यापक उपयोग किया जाता है। विभिन्न प्रकार की पॉलीइथिलीन फिल्मों के विकास ने फसलों की सुरक्षा प्रणालियों में क्रांतिकारी परिवर्तन किए हैं। प्लास्टिकल्चर का इतिहास 1948 से जुड़ा है, जब केंटकी विश्वविद्यालय के प्रोफेसर एमर्ट ने ग्रीनहाउस में काँच के स्थान पर पॉलीइथिलीन फिल्म का प्रयोग किया। उनके योगदान के कारण उन्हें कृषि प्लास्टिक विकास का जनक माना जाता है।

खाद्य-ग्रेड प्लास्टिक का उपयोग ही गुणवत्ता एवं सुरक्षा सुनिश्चित करता है।

छिद्रित प्लास्टिक पैकेजिंग गैस विनिमय द्वारा ताजगी बनाए रखती है।

प्लास्टिक क्रेट उपज को यांत्रिक क्षति से प्रभावी रूप से बचाते हैं।

उचित मोटाई की प्लास्टिक फिल्म नमी हानि को नियंत्रित करती है।

प्लास्टिकल्चर की प्राथमिकता

नई पारंपरिक सामग्रियों की तुलना में प्लास्टिक के विशिष्ट लाभ निम्नलिखित हैं:

- उच्च मजबूती-भार अनुपात
- उत्कृष्ट तापीय ऊष्मा रोधन गुण
- अत्युत्तम संक्षारण प्रतिरोध
- अधिक लचीलापन
- अधिकांश रासायनिक पदार्थों के प्रति प्रतिरोध
- उत्कृष्ट नमी अवरोधक गुण
- अधिक चिकनी सतह - जिससे घर्षण हानि में कमी आती है
- उत्कृष्ट प्रकाश संचरण क्षमता

  प्लास्टिक का प्रसंस्करण कम ऊर्जा व तापमान पर होता है; काँच 1000 डिग्री सेल्सियस जबकि प्लास्टिक बोतल 250 डिग्री सेल्सियस तापमान पर बनती है।
- प्लास्टिक सामग्री को अपेक्षाकृत आसानी से पुन: प्राप्त एवं पुनर्चक्रित किया जा सकता है

प्लास्टिक सामग्री को प्राथमिकता दिए जाने के कारण

निम्नलिखित कारणों से प्लास्टिक सामग्री को वरीयता दी जाती है:

- ऊर्जा संरक्षण
- उच्च मजबूती-भार अनुपात
- उत्कृष्ट विद्युत गुण
- बेहतर तापीय ऊष्मा रोधन विशेषताएँ
- उत्कृष्ट संक्षारण प्रतिरोध
- उच्च बहुउपयोगिता
- जल, गैस आदि के प्रति अपारगम्यता
- रासायनिक पदार्थों के प्रति प्रतिरोध
- चिकनी सतह के कारण कम घर्षण

प्लास्टिक का महत्त्व

प्लास्टिक कई कारणों से अत्यंत महत्वपूर्ण है, जिनमें प्रमुख निम्नलिखित हैं:

- उत्पादन में वृद्धि (50-60 प्रतिशत)
- जल की बचत (60-70 प्रतिशत)
- उर्वरक की बचत (30-40 प्रतिशत)
- श्रम लागत में कमी (7-18 प्रतिशत)
- शीघ्र फलन (10-25 दिन पहले)
- पौधों की उत्कृष्ट गुणवत्ता
- उत्पाद की गुणवत्ता में वृद्धि
- उत्पादकता एवं लाभ में वृद्धि
- कृषि आय में संभावित वृद्धि (रु. 74,000 करोड़)
- पॉलिमर उपयोग की कम वर्तमान हिस्सेदारी (भारत 2 प्रतिशत, वैश्विक 8 प्रतिशत)

पॉलीइथिलीन

पॉलीइथिलीन एक ऊष्मा-प्लास्टिक बहुलक (थर्मोप्लास्टिक पॉलिमर) है और इसे विश्व स्तर पर सबसे अधिक पहचाना तथा उपयोग किया जाने वाला पॉलीओलेफिन माना जाता है। इसका आकस्मिक रूप से वर्ष 1933 में यूनाइटेड किंगडम की आईसीआई प्रयोगशालाओं के वैज्ञानिकों द्वारा आविष्कार किया गया था, जिसे आज निम्न-घनत्व पॉलीइथिलीन (एलडीपीई) के रूप में जाना जाता है । वर्तमान समय में पॉलीइथिलीन के कई प्रकार उपलब्ध हैं, जो उनके घनत्व के आधार पर वर्गीकृत किए जाते हैं, जैसे उच्च-घनत्व

पॉलीइथिलीन (एचडीपीई), मध्यम-घनत्व पॉलीइथिलीन (एमडीपीई), अति-निम्न-घनत्व पॉलीइथिलीन (वीएलडीपीई), रैखिक निम्न-घनत्व पॉलीइथिलीन (एलएलडीपीई), अत्यधिक-निम्न-घनत्व पॉलीइथिलीन (यूएलडीपीई), अत्यधिक-उच्च-आणविक-भार पॉलीइथिलीन (यूएचएमडब्ल्यूपीई) तथा (क्रॉस-लिंक्ड) अंतर-संयोजित पॉलीइथिलीन (एक्सपीई)।

पॉलीविनाइल क्लोराइड

पॉलीविनाइल क्लोराइड (पीवीसी) अपनी किफायती लागत और बहुउपयोगिता के कारण कटाई-उपरांत खाद्य पैकेजिंग में व्यापक रूप से प्रयुक्त होता है। अनप्लास्टिकृत पीवीसी (पीवीसी-यू) का उपयोग ट्रे, कंटेनर और बोतलों में किया जाता है, जबकि प्लास्टिकृत पीवीसी (पीवीसी-पी) क्लिंग फिल्म, ढक्कन और होज में लचीलापन प्रदान करता है। यद्यपि कुछ अनुप्रयोगों में बेहतर कार्बन- डाइऑक्साइड अवरोध के कारण पीईटी ने इसे प्रतिस्थापित किया है, फिर भी पीवीसी ट्रे, बोतलें और फिल्मों के रूप में खाद्य पैकेजिंग में महत्वपूर्ण बना हुआ है।

पॉलीप्रोपाइलीन

पॉलीप्रोपाइलीन (पीपी) अपनी बहुउपयोगिता और अनुप्रयोग-अनुकूलता के कारण कटाई-पश्चात खाद्य पैकेजिंग में अत्यंत महत्वपूर्ण है। इसका व्यापक उपयोग दही के कप, ठंडे सलाद, मिठाइयों और सॉस की पैकेजिंग में किया जाता है। पॉलीप्रोपाइलीन का उपयोग ब्रेड के लिए कास्ट-फिल्म बैग, पके हुए मांस और सब्जियों के लिए ओवररैप, तथा पैक किए गए मांस और मछली के लिए बहु-परत ढक्कन फिल्मों में भी किया जाता है। इसके अतिरिक्त, इसका उपयोग सॉस और तरल पदार्थों के लिए फिल्म पाउच, स्नैक रैप, पेय बोतलों और ढक्कनों के निर्माण में किया जाता है। पॉलीप्रोपाइलीन का उपयोग डेयरी उत्पादों और तत्काल उपभोग योग्य (रेडी-टू-ईट) भोजन के लिए पेपरबोर्ड लैमिनेट्स में भी किया जाता है, विशेष रूप से माइक्रोवेव हीटिंग हेतु, जिससे खाद्य गुणवत्ता बनी रहती है और संरक्षण अवधि (शेल्फ-लाइफ) में वृद्धि होती है।

पॉलीस्टाइरीन

पॉलीस्टाइरीन (पीएस) और स्टाइरीन-ब्यूटाडाइन कोपॉलिमर का कटाई-पश्चात खाद्य पैकेजिंग में व्यापक उपयोग होता है, विशेषकर मांस, मछली और फलों की फोम ट्रे में। पीएस की अमोर्फस प्रकृति और आसान मोल्डिंग क्षमता इसे ट्रे, कप और कंटेनर निर्माण के लिए उपयुक्त बनाती है। फोम्ड पीएस हल्का और उत्तम इन्सुलेशन देता है, जबकि द्विअक्षीय उन्मुख पीएस फिल्में पारदर्शी या रंध्रयुक्त पैकेजिंग में प्रयुक्त होती हैं। एचआईपीएस का उपयोग दही कंटेनर और कप निर्माण में किया जाता है।

प्लास्टिक पैकेजिंग शेल्फ-लाइफ बढ़ाने में सहायक होती है।

अत्यधिक बंद पैकेजिंग से फसल में सड़न का जोखिम बढ़ सकता है।

प्लास्टिक की स्थिति

खेती में प्लास्टिक के उपयोग से कृन्तक, रोग और खरपतवार नियंत्रण द्वारा उत्पादन व उत्पादकता में सुधार हुआ है। इसे किसानों के लिए प्रभावी और किफायती बनाने हेतु उपयुक्त विधियों का विकास आवश्यक

है। बढ़ते महत्व और लचीलेपन के कारण प्लास्टिक विभिन्न रूपों में कृषि को समर्थन देकर भारत में कृषि का स्वरूप बदल रहा है।

- प्लास्टिक की मांग प्रति वर्ष लगभग 10 प्रतिशत की दर से तीव्र गति से बढ़ रही है
- भारत पॉलीइथिलीन (पीई) का शुद्ध आयातक है
- उपभोग में उल्लेखनीय क्षेत्रीय विविधता देखी जाती है: पश्चिमी भारत (47 प्रतिशत), उत्तरी भारत (23 प्रतिशत), दक्षिणी भारत (21 प्रतिशत) तथा पूर्वी भारत (9 प्रतिशत)
- प्रति व्यक्ति प्लास्टिक उपभोग: 9.7 किलोग्राम (अमेरिका: 109 किलोग्राम)

पुन: उपयोग योग्य प्लास्टिक लागत एवं अपशिष्ट दोनों कम करता है।

प्लास्टिकल्चर को प्रोत्साहित करने वाली प्रमुख सरकारी योजनाओं में नैशनल मिशन ऑन माइक्रो इरिगेशन (एनएमएमआई), नैशनल हॉर्टीकल्चर मिशन (एनएचएम), हॉर्टीकल्चर मिशन फॉर नॉर्थ ईस्टर्न एंड हिमालयन स्टेट्स (एचएमएनईएच), प्रधानमंत्री कृषि सिंचाई योजना (पीएमकेएसवाई), नैशनल कमेटी ऑन प्लास्टिकल्चर एप्लीकेशन्स इन हॉर्टीकल्चर (एनसीपीएएच) तथा इंडियन काउंसिल ऑफ एग्रीकल्चरल रिसर्च के अंतर्गत ऑल इंडिया कोऑर्डिनेटेड रिसर्च प्रोजेक्ट ऑन प्लास्टिक इंजीनियरिंग इन एग्रीकल्चर स्ट्रक्चर्स एंड एनवायरनमेंट मैनेजमेंट (एआईसीआरपी) शामिल हैं।

चित्र 1: फलों के कटाई उपरांत प्रबंधन के चरण

कटाई उपरांत प्रबंधन एवं मूल्य संवर्धन का महत्त्व

कटाई से उपभोग तक फसलें पूर्व-शीतलन, सफाई, छंटाई, वर्गीकरण, भंडारण और पैकेजिंग जैसी कटाई-उपरांत प्रक्रियाओं से गुजरती हैं, जिनका उद्देश्य गुणवत्ता बनाए रखना और भंडारण अवधि बढ़ाना है। कटाई के बाद फसलें श्वसन दर, नमी, सूक्ष्मजीव भार, तापमान, आर्द्रता और यांत्रिक क्षति जैसे आंतरिक व बाह्य कारकों के कारण खराब होने लगती हैं, जिससे मात्रात्मक और गुणात्मक हानियाँ होती हैं। गुणवत्ता में गिरावट वजन घटने, चोट, टूट-फूट और सूक्ष्मजीवी संक्रमण के रूप में दिखाई देती है। इस संदर्भ में प्लास्टिक पैकेजिंग, परिवहन कंटेनर, शीत भंडारण और ग्रेडिंग प्रणालियों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। हल्के, नमी-रोधी, जंग-रोधी और बहुउपयोगी गुणों के कारण खाद्य-ग्रेड प्लास्टिक खाद्य सुरक्षा, स्वच्छता और परिवहन दक्षता बढ़ाता है।

हालाँकि, एकल-उपयोग प्लास्टिक के कारण अपशिष्ट, माइक्रो-प्लास्टिक प्रदूषण और ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन जैसी पर्यावरणीय समस्याएँ उत्पन्न हुई हैं। इसलिए, लाभों को बनाए रखते हुए सतत विकल्पों और प्रभावी अपशिष्ट प्रबंधन को अपनाना आवश्यक है।

फसलों का खेत स्तर पर प्रबंधन

खेत स्तर पर प्रबंधन कटाई उपरांत की पहली और अत्यंत महत्वपूर्ण प्रक्रिया है, जिसमें कटाई के तुरंत बाद फसलों का संग्रहण, पैकेजिंग तथा परिवहन शामिल होता है। कटाई की गई उपज को थैले, प्लास्टिक बाल्टियाँ, बुनी हुई टोकरियाँ, जूट के बोरे या प्लास्टिक क्रेट्स जैसे विभिन्न खेत-स्तरीय बरतनों में एकत्र किया जाता है। मोटे छिलके वाले फलों, जैसे साइट्रस, के लिए हार्वेस्टिंग बैग उपयुक्त होते हैं, जबकि नाजुक उपज जैसे टमाटर के लिए प्लास्टिक बाल्टियाँ अधिक उपयुक्त मानी जाती हैं। भारत में हाल के वर्षों में प्लास्टिक क्रेट्स को उनकी मजबूती, टिकाऊपन, जंग-रोधी प्रकृति और चिकनी सतह के कारण प्राथमिकता दी जा रही है। उच्च घनत्व पॉलीएथिलीन या पॉलीप्रोपाइलीन से बने ये क्रेट हल्के, साफ करने में आसान और बार-बार उपयोग योग्य होते हैं। खेत स्तर पर सीधे कंटेनरों में पैकेजिंग करने से हैंडलिंग क्षति कम होती है। स्टैकेबल और नेस्टेबल डिजाइन परिवहन व भंडारण में सहायक हैं। उष्ण एवं शुष्क क्षेत्रों में सौर आधारित खेत-स्तरीय कोल्ड स्टोर भी कटाई उपरांत प्रबंधन को सुदृढ़ करते हैं।

कटाई उपरांत प्रबंधन में पैकेजिंग

पैकेजिंग ताजा एवं प्रसंस्कृत फसलों के प्रसंस्करण की एक महत्वपूर्ण कड़ी है, जो संरक्षण, सुरक्षित रख-रखाव तथा उपभोक्ताओं तक सुरक्षित वितरण सुनिश्चित करती है। उपज के हैंडलिंग, परिवहन और विपणन के लिए लचीले बैग, क्रेट्स, टोकरियाँ, कार्टन, बल्क बिन और पैलेटाइज्ड कंटेनर जैसी

चित्र 2: उष्ण एवं शुष्क क्षेत्रों हेतु सौर अवशोषण शीतलन संचालित खेत-स्तरीय कोल्ड स्टोर

विभिन्न पैकेजिंग प्रणालियाँ उपयोग में लाई जाती हैं। खाद्य पैकेजिंग के प्रमुख कार्यों में बाहरी क्षति से सुरक्षा, गुणवत्ता बनाए रखना तथा सामग्री एवं पोषण संबंधी जानकारी प्रदान करना शामिल है। प्रभावी पैकेजिंग में लागत दक्षता, औद्योगिक मानक, उपभोक्ता की पसंद, खाद्य सुरक्षा और पर्यावरणीय पहलुओं के बीच संतुलन आवश्यक है। पैकेजिंग सामग्री में प्लास्टिक, नालीदार फाइबर बोर्ड, लकड़ी तथा जैव-अपघटनीय बायोप्लास्टिक शामिल हैं। पीईटी क्लैमशेल कंटेनर मजबूती और पारदर्शिता के कारण लोकप्रिय हैं, जबकि नालीदार फाइबर बोर्ड हल्के वजन और कम लागत के कारण ताजी उपज के लिए व्यापक रूप से उपयोग होता है। टिकाऊ पैकेजिंग और पीसीएम आधारित मोबाइल विक्रय

खराब गुणवत्ता वाला प्लास्टिक खाद्य प्रदूषण का कारण बन सकता है।

चित्र 3: अधिक वर्षा वाले क्षेत्रों के लिए उपयुक्त स्वचालित सौर सुरंग आधारित सुखाने की प्रणाली

चित्र 4: पीसीएम आधारित फल-सब्जी विक्रय साइकिल रिक्शा

चित्र 5: सौर ऊर्जा चालित पीसीएम आधारित फल-सब्जी विक्रय ठेला प्रणाली

प्लास्टिक का अनुचित निपटान पर्यावरणीय समस्या उत्पन्न करता है।

प्रणालियाँ कटाई उपरांत गुणवत्ता बनाए रखने में सहायक हैं।

प्लास्टिक बैग

ताजे फलों और सब्जियों की पैकेजिंग में प्लास्टिक बैग का व्यापक उपयोग होता है, क्योंकि ये सस्ते, कम सीलिंग लागत वाले और पारदर्शी होते हैं, जिससे उत्पाद का निरीक्षण सरल होता है। इनमें ब्रांडिंग और सूचना के लिए उच्च गुणवत्ता वाले ग्राफिक्स भी उपलब्ध रहते हैं। प्लास्टिक फिल्म विभिन्न मोटाई और गुणवत्ता में उपलब्ध होती हैं, जिनमें ऐसी विशेष फिल्में शामिल हैं जो ऑक्सीजन, कार्बन डाइऑक्साइड और जलवाष्प को नियंत्रित कर आंतरिक गैस वातावरण को संतुलित करती हैं। पैच और वाल्व जैसी नवीन तकनीकों ने कम लागत वाले प्लास्टिक बैग्स की कार्यक्षमता बढ़ाई है, जिससे वे तापमान परिवर्तन के अनुसार अनुकूल गैस मिश्रण बनाए रख सकते हैं। हालांकि प्लास्टिक बैग कृन्तकों से क्षतिग्रस्त हो सकते हैं, परंतु हर्मेटिक पैकेजिंग गंध को बाहर निकलने से रोककर इस जोखिम को कम करती है। इस प्रकार, पॉलीथीन बैग ताजी उपज की गुणवत्ता और शेल्फ लाइफ बढ़ाने के लिए किफायती एवं प्रभावी समाधान हैं। इसके अतिरिक्त, प्लास्टिक आधारित कम लागत वाले बीज भंडारण तंत्र नमी और कीटों से सुरक्षा प्रदान कर बीजों की गुणवत्ता एवं अंकुरण क्षमता बनाए रखते हैं।

चित्र 6: प्लास्टिक का उपयोग कर विकसित कम लागत वाला बीज भंडारण तंत्र

संकुचन आवरण पैकेजिंग (श्रिंक-रैप पैकेजिंग)

संकुचन आवरण (श्रिंक-रैपिंग) ताजे फलों और सब्जियों के लिए एक आधुनिक पैकेजिंग तकनीक है, जिसमें प्रत्येक उत्पाद को पॉलीथीन फिल्म से लपेटा जाता है। इसका सफल उपयोग किन्नू, शिमला मिर्च, पत्तागोभी, फूलगोभी, आलू, सेब, खीरा, करेला तथा अन्य नाशवान उपज में किया गया है। श्रिंक-रैप पॉलीइथिलीन, पॉलीप्रोपाइलीन, पॉलीविनाइल क्लोराइड तथा पॉलीओलेफिन से

निर्मित होती है। यह वजन हानि और सिकुड़न को कम करती है, रोगों एवं यांत्रिक क्षति से सुरक्षा देती है तथा लेबलिंग के लिए उपयुक्त सतह प्रदान करती है। अध्ययनों से इसकी प्रभावशीलता सिद्ध हुई है। उदाहरणस्वरूप, क्रायोवैक डी-955 (60 गेज) फिल्म से लपेटे गए हरे खीरे को 12 ± 1 डिग्री सेल्सियस तापमान और 90-95 प्रतिशत सापेक्ष आर्द्रता पर 15 दिन संग्रहीत करने पर केवल 0.66 प्रतिशत वजन हानि दर्ज की गई, जबकि बिना लपेटे खीरे में यह 11.11 प्रतिशत थी। अत: श्रिंक-रैपिंग नमी हानि कम कर गुणवत्ता बनाए रखने और शेल्फ-लाइफ बढ़ाने में अत्यंत प्रभावी है।

कठोर प्लास्टिक पैकेज

कठोर प्लास्टिक पैकेज, विशेष रूप से क्लैमशेल, कटाई उपरांत प्रबंधन में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं। क्लैमशेल ऊष्मा द्वारा ढाले गए कंटेनर होते हैं, जो पी-ई-टी या पी-एस जैसे प्लास्टिक पॉलिमर से निर्मित होते हैं और एक या दो टुकड़ों में बने ऊपर-नीचे के भाग रखते हैं। ये किफायती, बहुउपयोगी और उपज को उत्कृष्ट सुरक्षा प्रदान करते हैं, जिससे बेरी, मशरूम, छोटे फल तथा न्यूनतम प्रसंस्कृत या कटे हुए उत्पादों के लिए उपयुक्त होते हैं। इनकी पारदर्शिता आकर्षक प्रस्तुति सुनिश्चित करती है। ढाले गए पॉलीस्टाइरीन कंटेनर नालीदार फाइबर बोर्ड के विकल्प के रूप में उभर रहे हैं, यद्यपि वर्तमान में ये अपेक्षाकृत महंगे हैं। इसी प्रकार, भारी ढाले गए पॉलीस्टाइरीन पैलेट बिन लकड़ी के बिन के विकल्प के रूप में प्रयुक्त हो रहे हैं। प्रारंभिक लागत अधिक होने के बावजूद, इनकी लंबी आयु, आसान सफाई, पुनर्चक्रण योग्यता, सड़न प्रतिरोध और कम रोग जोखिम इन्हें लाभकारी बनाते हैं। साथ ही, फोल्डेबल या नेस्टेबल डिजाइन से भंडारण और परिवहन दक्षता बढ़ती है।

चित्र 7: फलों एवं सब्जियों की श्रिंक-रैप पैकेजिंग

पुन: उपयोग योग्य प्लास्टिक कंटेनर

पुन: उपयोग योग्य प्लास्टिक कंटेनर (आरपीसी) ताजी उपज के वितरण में तेजी से लोकप्रिय हो रहे हैं, क्योंकि ये लागत कम करने और कार्बन फुटप्रिंट घटाने में सहायक हैं। पॉलीप्रोपाइलीन या उच्च घनत्व पॉलीएथिलीन जैसे पुनर्चक्रण योग्य पॉलिमर से बने आरपीसी मजबूत, कठोर और मौसम-प्रतिरोधी होते हैं। ये एकल-उपयोग नालीदार फाइबर बोर्ड कार्टन का प्रभावी विकल्प हैं, विशेषकर जल-प्रबंधित उपज के लिए, क्योंकि नमी से प्रभावित नहीं होते। जहाँ सीएफबी कार्टन एक बार उपयोग के बाद त्याग दिए जाते हैं, वहीं आरपीसी का कई बार उपयोग किया जा सकता है। इन्हें सपाट मोड़ा जा सकता है, जिससे भंडारण और परिवहन में स्थान की बचत होती है। यद्यपि इनकी प्रारंभिक लागत अधिक होती है, परंतु दीर्घकालिक उपयोग और बड़े पैमाने के संचालन से होने वाली बचत निवेश को उचित ठहराती है। इनका अपनाया जाना संचालन के आकार तथा कंटेनरों की

मानक एवं दिशानिर्देशों के अनुसार उपयोग ही लाभकारी सिद्ध होता है।

प्रशिक्षण के अभाव में प्लास्टिक का गलत उपयोग नुकसानदायक हो सकता है।

चित्र 8: परिवहन हेतु कोशिकायुक्त मोड़ने योग्य प्लास्टिक बॉक्स

पैकेजिंग से पहले फसल की सफाई गुणवत्ता बनाए रखने के लिए आवश्यक है।

पुनर्प्राप्ति और रखरखाव क्षमता पर निर्भर करता है। परिवहन के दौरान फलों को यांत्रिक क्षति से बचाने हेतु कोशिकायुक्त मोड़ने योग्य प्लास्टिक बॉक्स भी उपयोग किए जाते हैं, जो पुन: उपयोग योग्य होने के साथ भंडारण और परिवहन दक्षता बढ़ाते हैं।

ताजी उपज पैकेजिंग में इंसर्ट ट्रे

इंसर्ट ट्रे का उपयोग ताजी उपज की पैकेजिंग में व्यक्तिगत फलों की सुरक्षा और हैंडलिंग व परिवहन के दौरान क्षति कम करने के लिए किया जाता है। प्लास्टिक इंसर्ट ट्रे सामान्यत: पॉलीप्रोपाइलीन की पतली शीट से थर्मोफॉर्म की जाती हैं, जबकि फोम ट्रे विस्तारित पॉलीएथिलीन से बनाई जाती हैं। ढाले गए पेपर पल्प ट्रे पानी और पुनर्चक्रित समाचार पत्र या नालीदार कागज के घोल से बनाए जाते हैं, जो एक पर्यावरण-अनुकूल विकल्प प्रदान करते हैं। इंसर्ट ट्रे भौतिक सुरक्षा, घर्षण में कमी, स्थानीय सड़न नियंत्रण और नमी हानि को कम करने जैसे लाभ प्रदान करते हैं। प्लास्टिक ट्रे फल-से-फल संपर्क और सड़न के प्रसार को रोकने में प्रभावी हैं, लेकिन यदि सही ढंग से सुखाई न जाएँ तो नमी फँसने से सड़न बढ़ सकती है। पेपर पल्प ट्रे गीली होने पर कम प्रभावी होती हैं, लेकिन बेहतर कुशनिंग और झटके अवशोषण प्रदान करती हैं। ये आमतौर पर एकल-उपयोग होती हैं, जबकि प्लास्टिक ट्रे बंद वितरण प्रणाली में पुन: प्राप्त कर साफ और पुन: उपयोग की जा सकती हैं।

क्लैमशेल कंटेनर

क्लैमशेल कंटेनर टमाटर, चेरी, ब्लूबेरी, कुमक्वाट और स्ट्रॉबेरी सहित विभिन्न उत्पादों के लिए उपभोक्ता पैकेज के रूप में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं। ये एक-टुकड़ा कंटेनर होते हैं, जिनमें ऊपर और नीचे के दो हिंग लगे भाग होते हैं, जो इंटरलॉकिंग फास्टनर या स्नैप द्वारा बंद किए जाते हैं। ये सामान्यत: पीवीसी, पॉलीस्टाइरीन (पीएस) या पॉलीएथिलीन टेरेफ्थेलेट से बने होते हैं, जिनमें पीईटी अपनी पुनर्चक्रण योग्यता और उच्च पारदर्शिता के कारण सबसे अधिक उपयोग किया जाता है। उचित रूप से डिजाइन किए गए क्लैमशेल में वेंट छिद्र होते हैं, जो शीतलन, श्वसन और नमी निकास में सहायक होते हैं।

स्लीव पैक

स्लीव पैक बैग की किफायत और ट्रे की सुरक्षा एवं बिक्री आकर्षण को संयोजित करते हैं। ये पॉलीएथिलीन या पीवीसी जैसी प्लास्टिक फिल्मों से बनाए जाते हैं और श्रिंक-रैप, स्ट्रेच फिल्म, क्लिंग फिल्म या विस्तारित प्लास्टिक नेटिंग के रूप में उपलब्ध होते हैं। ये एक से दस फलों तक को सुरक्षित रूप से पकड़ सकते हैं, जिससे उपज स्थिर रहती है और क्षति नहीं होती, साथ ही सभी ओर से दृश्यता बनी रहती है। स्लीव पैक ट्रे पैक की तुलना में कम

लागत पर बेहतर सुरक्षा और प्रस्तुति प्रदान करते हैं और खुदरा विक्रेताओं एवं उपभोक्ताओं दोनों के लिए आकर्षक विकल्प हैं।

प्लास्टिक नालीदार बॉक्स

प्लास्टिक नालीदार बॉक्स सामान्यत: पॉलीप्रोपाइलीन या उच्च घनत्व पॉलीएथिलीन से बनाए जाते हैं। ये पारंपरिक नालीदार फाइबर बोर्ड बॉक्स की तुलना में हल्के, पुन: उपयोग योग्य और बेहतर मुद्रण क्षमता वाले होते हैं। हालाँकि, कुशनिंग (आघात-शोषण) गुणों में नालीदार फाइबर बोर्ड बॉक्स अधिक प्रभावी होते हैं, जो नाजुक उपज की सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण हैं। प्लास्टिक नालीदार बॉक्स में पराबैंगनी किरणों द्वारा क्षरण और सीमित तापमान सहनशीलता जैसी सीमाएँ होती हैं, जिन्हें योजकों (एडिटिव्स) के उपयोग से कम किया जा सकता है। इसके बावजूद, इनकी मजबूती, हल्कापन और पुन: उपयोगिता इन्हें कटाई उपरांत पैकेजिंग के लिए उपयोगी बनाती है।

प्लास्टिक बोरे

प्लास्टिक बोरे लचीले शिपिंग कंटेनर होते हैं, जिनका उपयोग फलों और सब्जियों जैसी कच्ची सामग्री के परिवहन में किया जाता है। सामान्यत: 10 किलोग्राम से अधिक भार वाले कंटेनर बोरे कहलाते हैं, जबकि छोटे कंटेनर बैग कहलाते हैं। ये कपास, जूट या बुने हुए प्लास्टिक जैसे उच्च घनत्व पॉलीएथिलीन और पॉलीप्रोपाइलीन से बनाए जाते हैं। बुने हुए प्लास्टिक बोरे कम लागत, उच्च मजबूती, पुन: उपयोग और खाली होने पर कम स्थान घेरने जैसे लाभ प्रदान करते हैं। इनकी कम घर्षण क्षमता के कारण स्टैकिंग की समस्या को फिसलन-रोधी डिजाइन से सुधारा जा सकता है। उच्च घनत्व पॉलीएथिलीन / पॉलीप्रोपाइलीन बोरे अनाज पैकेजिंग के लिए विशेष रूप से लाभकारी हैं, क्योंकि ये जूट बैग की तुलना में 5-6 गुना हल्के होते हैं।

मुख्य लाभ:

- **टिकाऊपन:** एच-डी-पी-ई टेप्स में 15-20 प्रतिशत ब्रेक पर बढ़ाव होता है, जबकि जूट में 30 प्रतिशत
- **गंधरहित:** खाद्य पदार्थों में कोई गंध नहीं आती
- **कीट प्रतिरोध:** कीट आक्रमण के प्रति कम संवेदनशील
- **लागत प्रभावी:** जूट से 60-65 प्रतिशत सस्ते
- **स्वच्छता:** अनाज और दालों के लिए उपयुक्त
- **वेंटिलेशन:** हवा और फ्यूमिगेंट के लिए पारगम्य
- **पराबैंगनी किरणें (यू-वी) प्रतिरोध:** यू-वी स्थिरकारक से सुरक्षा संभव
- **लेमिनेशन:** नमी और रिसाव से सुरक्षा के लिए एल-डी-पी-ई/पी-पी लेमिनेशन संभव

प्लास्टिक पाउच

प्लास्टिक पाउच लचीले, हीट-सीलेबल पैकेज होते हैं, जो सामान्यत: तीन या चार ओर से सील किए जाते हैं और वेंटिलेशन छिद्र युक्त होते हैं। एलडीपीई और पीपी उत्कृष्ट प्रिंटिंग, मजबूती, पारगम्यता और दृश्यता प्रदान करते हैं। इनका उपयोग आटा, मैदा, सूजी और बेसन जैसे पिसे उत्पादों की पैकेजिंग में किया जाता है, जो नमी

प्लास्टिक पैकेजिंग में नमी का संतुलन बनाए रखना अत्यंत महत्वपूर्ण है।

वेंटिलेशन युक्त पैकेजिंग श्वसन दर को नियंत्रित करने में सहायक होती है।

13 प्रतिशत से अधिक होने पर जल्दी खराब हो सकते हैं। लंबी शेल्फ लाइफ के लिए इन्हें लगभग 10 प्रतिशत नमी स्तर पर पैक करना अनुशंसित है। इस संदर्भ में लेमिनेटेड प्लास्टिक पाउच अत्यंत प्रभावी हैं।

संशोधित वातावरण पैकेजिंग

संशोधित वातावरण पैकेजिंग (एमएपी) में उपयुक्त प्लास्टिक सामग्री के माध्यम से पैकेज के भीतर ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा नियंत्रित की जाती है, जिससे ताजे फलों और सब्जियों की शेल्फ-

चित्र 9: संशोधित वातावरण पैकेजिंग

लाइफ बढ़ती है। यह तकनीक उपज की प्राकृतिक श्वसन प्रक्रिया पर आधारित होती है, जिसमें कम ऑक्सीजन और/या अधिक कार्बन डाइऑक्साइड वाला वातावरण बनता है, जो सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को रोकता और खराब होने की गति को धीमा करता है। एमएपी की प्रभावशीलता पैकेजिंग सामग्री की गैस तथा जलवाष्प अवरोध क्षमता पर निर्भर करती है, क्योंकि आंतरिक और बाहरी वातावरण पैकेज दीवारों के माध्यम से संतुलन स्थापित करते हैं। एमएपी में प्रयुक्त प्लास्टिक फिल्में लचीली, अर्ध-कठोर या कठोर संरचनाओं के लाइनर के रूप में उपयोग होती हैं। सामान्य सामग्रियों में एलडीपीई, एलएलडीपीई, एचडीपीई, पीपी, पीवीसी, पीईटी, पीवीडीसी तथा पॉलीएमाइड शामिल हैं। इन फिल्मों का चयन उनकी गैस पारगम्यता के आधार पर किया जाता है, जिसमें कार्बन डाइऑक्साइड की पारगम्यता आदर्श रूप से ऑक्सीजन से 3-5 गुना अधिक होनी चाहिए।

पारदर्शी प्लास्टिक पैकेजिंग से उत्पाद की दृश्य गुणवत्ता बढ़ती है।

जैव-अपघटनीय पॉलिमर - कृषि प्लास्टिक अपशिष्ट की समस्या का समाधान

जैव-अपघटनीय पॉलिमर पारंपरिक प्लास्टिक से उत्पन्न पर्यावरणीय समस्याओं का एक सतत समाधान प्रदान करते हैं। ये नवीकरणीय संसाधनों, जैसे कृषि अपशिष्ट (फल छिलके, गन्ने की खोई, धान की भूसी एवं गेहूँ का भूसा) से प्राप्त किए जाते हैं और प्राकृतिक रूप से अपघटित होकर प्रदूषण व लैंडफिल दबाव को कम करते हैं। इनका उत्पादन सूक्ष्मजीवी संश्लेषण, रासायनिक विधियों तथा जैव-आधारित पॉलिमरों के मिश्रण से किया जाता है। पॉलीलैक्टिक एसिड और पॉलीहाइड्रॉक्सीएल्केनोएट्स प्रमुख जैव-अपघटनीय पॉलिमर हैं, जिनका उपयोग खाद्य पैकेजिंग, कृषि और निर्माण क्षेत्रों में होता है। पॉलीलैक्टिक एसिड कम पर्यावरणीय प्रभाव और कम्पोस्टेबल गुणों के कारण पैकेजिंग में लोकप्रिय है, जबकि पॉलीहाइड्रॉक्सीएल्केनोएट्स में बेहतर लचीलापन और यांत्रिक मजबूती पाई जाती है। कृषि अपशिष्ट से प्राप्त रेशे इनके गुणों को और सुदृढ़ करते हैं। हालांकि उच्च लागत, सीमित उत्पादन क्षमता और यांत्रिक मजबूती व अपघटनशीलता के बीच संतुलन जैसी

तालिका: जैव-अपघटनीय पॉलिमर

चित्र 10: जैव-अपघटनीय पॉलिमर

चुनौतियाँ मौजूद हैं। लागत-प्रभावी तकनीकों और कृषि अपशिष्ट के कुशल उपयोग से जैव-अपघटनीय पॉलिमर पारंपरिक प्लास्टिक का विकल्प बन सकते हैं और परिपत्र अर्थव्यवस्था को बढ़ावा दे सकते हैं।

सतत पैकेजिंग में वर्तमान प्रवृत्तियाँ

पुनर्चक्रण

पैकेजिंग का पुनर्चक्रण सततता सुनिश्चित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है और इसे बढ़ाने के निरंतर प्रयास किए जा रहे हैं, फिर भी कई चुनौतियाँ बनी हुई हैं। इसी कारण पुनर्चक्रण सतत पैकेजिंग की एक प्रमुख प्रवृत्ति के रूप में उभर रहा है। इसके मुख्य उद्देश्य अपशिष्ट धाराओं की गुणवत्ता में सुधार करना तथा संग्रहण और पुन: उपयोग की आर्थिक दक्षता बढ़ाना हैं। प्लास्टिक पैकेजिंग की पुनर्चक्रण दर अपेक्षाकृत कम है, क्योंकि अनेक पैकेजों में विभिन्न प्रकार की सामग्रियाँ सम्मिलित होती हैं, जिससे उनका पृथक्करण कठिन हो जाता है। इसलिए पुनर्चक्रण योग्य प्लास्टिक का उचित डिजाइन अत्यंत आवश्यक है। इसमें पैकेजिंग सामग्री की स्पष्ट पहचान, घटकों और सामग्रियों की संख्या कम करना, रंगीन पिगमेंट का न्यूनतम उपयोग तथा कागज के लेबल या गोंद से बचना शामिल है। एकल-सामग्री से बनी पूर्णत: पुनर्चक्रण योग्य पैकेजिंग, जिसमें ढक्कन और लेबल भी उसी

बार-बार उपयोग से पहले प्लास्टिक क्रेट की स्वच्छता अनिवार्य है।

तालिका 1: 2020 में बायोप्लास्टिक की वैश्विक उत्पादन क्षमता एवं 2025 के लिए पूर्वानुमान

जैव-आधारित सामग्री का प्रकार	इकाई (103 टन)	
	2020	2025
गैर-जैव-अपघटनीय		
पॉलीएमाइड	251.2	304.3
पॉलीएथिलीन	221.7	318.7
पॉली ट्राइमेथिलीन टेरेफ्थेलेट	194.2	195.2
पॉलीएथिलीन टेरेफ्थेलेट	164.7	94.7
पॉलीप्रोपाइलीन	29.6	129.2
पॉलीएथिलीन फ्यूरानोएट	0.0	5.7
अन्य	23.2	23.0
कुल	**884.5**	**1070.9**
जैव-अपघटनीय		
पॉलीलैक्टिक एसिड	394.8	559.8
स्टार्च मिश्रण	394.8	396.2
पॉलीब्यूटिलीन एडिपेट टेरेफ्थेलेट	285.0	396.2
पॉलीब्यूटिलीन सक्सिनेट	86.6	86.1
पॉलीहाइड्रॉक्सीएल्केनोएट	35.9	330.2
अन्य	29.6	31.6
कुल	**1226.5**	**1800.1**

उच्च तापमान पर प्लास्टिक का प्रयोग गुणवत्ता को प्रभावित कर सकता है।

पतली एवं निम्न गुणवत्ता वाली फिल्म जल्दी फटने का जोखिम बढ़ाती है।

सामग्री के हों, अधिक उपयुक्त मानी जाती है। इसके अतिरिक्त, रासायनिक पुनर्चक्रण और प्लास्टिक-पाचक बैक्टीरिया जैसी उन्नत तकनीकें सतत पैकेजिंग को और सुदृढ़ बना सकती हैं।

नवीन सामग्रियों का उपयोग

बायोप्लास्टिक सतत पैकेजिंग के लिए एक परिवर्तनकारी तकनीक के रूप में उभर रहे हैं। वर्तमान अनुसंधान का केंद्र बैक्टीरिया-आधारित बायोप्लास्टिक तथा कृषि अपशिष्ट या पौध स्रोतों से प्राप्त सेल्यूलोज जैसी नवीन सामग्रियाँ हैं। उदाहरणस्वरूप, संतरे के छिलकों से प्राप्त लिमोनीन और कार्बन डाइऑक्साइड से संश्लेषित पॉलीकार्बोनेट नवीकरणीय कच्चे माल की क्षमता को दर्शाता है। सेल्यूलोज नैनोमैटेरियल (सीएनसी) अपने बहुउपयोगी गुणों के कारण अत्यंत संभावनाशील हैं और इन्हें बैरियर फिल्म, कोटिंग या प्लास्टिक एडिटिव के रूप में प्रयोग किया जा सकता है। पीएलए/सीएनसी नैनोकॉम्पोजिट नमी-संवेदनशील खाद्य पदार्थों की शेल्फ-लाइफ बढ़ाने में प्रभावी सिद्ध हुए हैं। इसके अतिरिक्त, कागजी बोर्ड की तेल प्रतिरोध क्षमता और पुनर्चक्रण योग्यता बढ़ाने हेतु प्राकृतिक कोटिंग विकसित की जा रही हैं। खाद्य योग्य पैकेजिंग भी एक उभरता क्षेत्र है, जहाँ केसिन जैसे पदार्थ ऑक्सीजन अवरोधक के रूप में कार्य करते हैं और सेल्यूलोज व्हिस्कर-प्रबलित एल्जिनेट फिल्मों पर भी अध्ययन हो रहा है। ये सभी प्रगति सतत पैकेजिंग में बायोप्लास्टिक और खाद्य योग्य सामग्रियों की क्रांतिकारी क्षमता को दर्शाती हैं।

पैकेजिंग डिजाइन

खाद्य स्थिति की निगरानी के लिए सेंसर या संकेतकों से युक्त सक्रिय पैकेजिंग तेजी से लोकप्रिय हो रही है, क्योंकि यह खाद्य सुरक्षा बढ़ाने, अपव्यय कम करने और उपभोक्ता सुविधा प्रदान करने में सक्षम है। इन प्रणालियों में पैकेजिंग में अंतर्निहित टैग, लेबल या प्रत्यक्ष संकेतक शामिल होते हैं, जो खाद्य पदार्थ या उसके परिवेशी वातावरण के साथ संपर्क कर ताजगी, गुणवत्ता और सुरक्षा की वास्तविक समय जानकारी प्रदान करते हैं। उदाहरणस्वरूप, ब्रोमोफिनॉल ब्लू संकेतक अमरूद के पकने के साथ रंग परिवर्तन दर्शाता है, जबकि झींगा मछली की ताजगी की निगरानी हेतु बायोसेंसर फिल्म विकसित की गई है। ऐसी तकनीकों की विश्वसनीयता सुनिश्चित करने के लिए विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में परीक्षण आवश्यक है।

नवीन पैकेजिंग का एक अन्य वर्ग नमी अवशोषण, कार्बन डाइऑक्साइड अवशोषक और रोगाणुरोधी गुणों के माध्यम से खाद्य पदार्थों की शेल्फ लाइफ बढ़ाने पर केंद्रित है। एक नई प्रवृत्ति में ऐसे पदार्थों को पैकेजिंग में शामिल किया जाता है, जिन्हें बाद में खाद्य पदार्थ में मिलाकर उसकी शेल्फ लाइफ बढ़ाई जा सकती है। सतत पैकेजिंग की एक अन्य रणनीति हल्की पैकेजिंग है, जिससे कच्चे माल और परिवहन लागत में कमी आती है, जबकि पैकेजिंग की कार्यक्षमता बनाए रखना आवश्यक रहता है। सभी पैकेजिंग डिजाइनों का उद्देश्य उत्पाद को उपभोक्ता तक सर्वोत्तम अवस्था में पहुँचाना है।

परिपत्र जैव-अर्थव्यवस्था

परिपत्र जैव-अर्थव्यवस्था सततता हेतु एक आधुनिक रणनीति है, जिसका सतत पैकेजिंग पर गहरा प्रभाव पड़ता है। यह 'क्रैडल-टू-क्रैडल' दृष्टिकोण पर आधारित है, जिसमें सामग्री के साथ-साथ सभी प्रक्रिया चरणों के अनुकूलन पर ध्यान दिया जाता है। प्रमुख प्रवृत्तियों में नवीन सामग्री, उन्नत डिजाइन और बेहतर पुनर्चक्रण शामिल हैं। सेल्यूलोज-आधारित पैकेजिंग में सतत बायोमास स्रोतों, अपशिष्ट उपयोग, जैव-आधारित उत्पाद, उत्पाद आयु विस्तार, ऊर्जा पुनर्प्राप्ति, कम्पोस्टिंग और पुनर्चक्रण को सम्मिलित किया जाता है। इसका मुख्य उद्देश्य पेट्रोलियम-आधारित प्लास्टिक पैकेजिंग को कम करना है। इसके लिए एक पुनर्स्थापनात्मक और पुनर्जननशील बंद-चक्र प्रणाली आवश्यक है, जो एकल-उपयोग निपटान के बजाय निरंतर पुन: उपयोग को बढ़ावा देती है।

प्रमाणन

पैकेजिंग में प्रमाणन उपभोक्ताओं को प्रयुक्त सामग्रियों की सततता के प्रति जागरूक करता है और उद्योगों को अपने उत्पादों को अलग पहचान देने में सहायता करता है। ये प्रमाणन संसाधन-आधारित या अंतिम उत्पाद-आधारित हो सकते हैं। उदाहरणस्वरूप, फॉरेस्ट स्टुअर्डशिप काउंसिल (एफएससी) प्रमाणन यह सुनिश्चित करता है कि सेल्यूलोज घटक सतत रूप से प्रबंधित वनों से प्राप्त हों, जिससे वनों की कटाई पर रोक और जैव-विविधता का संरक्षण होता है। इसी प्रकार, सस्टेनेबल फॉरेस्ट्री इनिशिएटिव (एसएफआई) लकड़ी-आधारित पैकेजिंग को प्रमाणित करता है। यूएसडीए सर्टिफाइड बायोबेस्ड प्रोडक्ट्स प्रोग्राम नवीकरणीय जैव-आधारित सामग्रियों के उपयोग को प्रोत्साहित करता है और स्वैच्छिक लेबलिंग द्वारा उपभोक्ताओं को पर्यावरण-अनुकूल उत्पाद पहचानने में सक्षम बनाता है।

निष्कर्ष

कटाई उपरांत प्रबंधन में प्लास्टिक के उपयोग ने कृषि और उद्यानिकी क्षेत्रों में महत्त्वपूर्ण परिवर्तन लाए हैं, जिससे उत्पादकता बढ़ी, शेल्फ-लाइफ विस्तारित हुई और खाद्य सुरक्षा में सुधार हुआ है। खेत स्तर से लेकर पैकेजिंग, भंडारण और परिवहन तक, प्लास्टिक ने गुणवत्ता बनाए रखने और कटाई उपरांत हानियाँ कम करने में अहम भूमिका निभाई है। हल्का वजन, टिकाऊपन और नमी प्रतिरोध जैसे गुणों के कारण यह आधुनिक कृषि में अपरिहार्य बन गया है। संशोधित वातावरण पैकेजिंग, श्रिंक-रैपिंग और पुन: उपयोग योग्य प्लास्टिक कंटेनरों ने ताजे उत्पादों के संरक्षण को और प्रभावी किया है। हालांकि, प्लास्टिक अपशिष्ट, प्रदूषण और माइक्रोप्लास्टिक जैसी पर्यावरणीय चिंताएँ सतत विकल्पों की आवश्यकता दर्शाती हैं। कृषि अपशिष्ट से प्राप्त जैव-अपघटनीय पॉलिमर, जैसे पीएलए और पीएचए, पर्यावरणीय प्रभाव कम करने और परिपत्र अर्थव्यवस्था को बढ़ावा देने के कारण लोकप्रिय हो रहे हैं। पुनर्चक्रण, बायोप्लास्टिक और सक्रिय पैकेजिंग जैसी प्रवृत्तियाँ उद्योग के सतत भविष्य की ओर संकेत करती हैं। संतुलित दृष्टिकोण अपनाकर कृषि क्षेत्र प्लास्टिक के लाभ बनाए रखते हुए उसके पारिस्थितिक प्रभाव को न्यूनतम किया जा सकता है।

मानकीकृत पैकेज आकार परिवहन दक्षता में सुधार करता है।

बायोडिग्रेडेबल प्लास्टिक पर्यावरणीय प्रभाव को कम करता है।

खाद्य प्रसंस्करण उद्योगों में खाद्य योजक (एडिटीव) और परिरक्षक (प्रीजरव्हेटीव) का महत्व, वर्गीकरण, ई-संख्या प्रणाली : कुछ रोचक तथ्य

संदीप पोपटराव दवंगे, मुसकान[1] एवं के. बेमबेम
भा.कृ.अनु.प.- केन्द्रीय कटाई-उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना
[1]डॉ. बालासाहेब सावंत कोंकण कृषि विद्यापीठ, दापोली

वैश्विक खाद्य उद्योग के विकास ने खाद्य गुणवत्ता, सुरक्षा और शेल्फ लाइफ को बनाए रखने के लिए रासायनिक पदार्थों के उपयोग को अनिवार्य बना दिया है। खाद्य योजक वे यौगिक होते हैं जिन्हें प्रसंस्करण, पैकेजिंग या भंडारण के दौरान भोजन में मिलाया जाता है ताकि उसका स्वाद, रंग, बनावट, स्थिरता या शेल्फ लाइफ बेहतर या संरक्षित हो सके। खाद्य योजको का सीधा सेवन नहीं किया जाता और इनका कोई पोषण मूल्य नहीं होता। ये योजक आधुनिक खाद्य प्रणालियों में संवेदी गुणों को बढ़ाकर, खाद्य उत्पाद के खराब होने की प्रक्रिया को कम करके और बड़े पैमाने पर वितरण में सहायक होकर महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। खाद्य प्रसंस्करण में प्रगति और सुविधाजनक, शेल्फ-स्थिर (लंबे समय तक खराब न होने वाले) और दिखने में आकर्षक उत्पादों की उपभोक्ता मांग के साथ, हाल के दशकों में प्राकृतिक और सिंथेटिक दोनों प्रकार के योजकों का उपयोग काफी बढ़ गया है। योजकों को आम तौर पर उनकी कार्यात्मक भूमिकाओं के आधार पर परिरक्षक (सोडियम बेंजोएट, नाइट्राइट), रंग, स्वाद वर्धक, स्टेबलाइजर और एंटीऑक्सीडेंट इत्यादि वर्गो में वर्गीकृत किया जाता है, हर एक वर्ग का योजक प्रत्येक खाद्य उत्पादन में एक विशिष्ट तकनीकी उद्देश्य की पूर्ति करता है।

यद्यपि खाद्य योजक आमतौर पर पोषण मूल्य नहीं बढ़ाते हैं, फिर भी वे खाद्य प्रसंस्करण, भंडारण और वितरण के दौरान गुणवत्ता बनाए रखने और शेल्फ लाइफ बढ़ाने के लिए आवश्यक हैं। हालाँकि, रासायनिक योजकों के बढ़ते उपयोग ने एलर्जी, अतिसंवेदनशीलता और शरीर में कृत्रिम यौगिकों के संचय जैसे संभावित दीर्घकालिक स्वास्थ्य प्रभावों के संबंध में चिंताएँ बढ़ा दी हैं।

योजकों के उपयोग का एक प्रमुख कारण खाद्य उत्पादों की शेल्फ लाइफ बढ़ाना है। खाद्य पदार्थ की शेल्फ लाइफ सूक्ष्मजीवों की वृद्धि, पीएच, नमी, एंजाइम गतिविधि, ऑक्सीकरण और गर्मी, प्रकाश और हवा के संपर्क जैसे कई कारकों पर निर्भर करती हैं। खाने के लिए तैयार प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थो

में परिरक्षकों का उपयोग खराबी पैदा करने वाले और रोगजनक सूक्ष्मजीवों के विकास को रोकने के लिए किया जाता है जहाँ संदूषण का जोखिम अधिक होता है।

नियंत्रित सीमाओं के भीतर उपयोग किए जाने पर, खाद्य योजक और परिरक्षक के इस्तेमाल से खाद्य अपशिष्ट को कम करना, संदूषण को रोकना, दृश्य और बनावट में सुधार, और लंबी दूरी तक खाद्य उपलब्धता सुनिश्चित करना इत्यादि स्पष्ट लाभ प्रदान करते हैं। जैसे-जैसे खाद्य उत्पादन का वैश्वीकरण बढ़ रहा है, योजक अब पेय पदार्थों, बेक्ड उत्पादों, स्नैक्स, डेयरी, प्रसंस्कृत मांस और यहाँ तक कि शिशु फार्मुलों सहित कई प्रकार के उत्पादों में पाए जाते हैं। साथ ही, इन पदार्थों के व्यापक और कभी-कभी अपर्याप्त उपयोग ने उनकी सुरक्षा, नैतिक विचारों और पारदर्शिता को लेकर जनता की चिंता को जन्म दिया है। यह सूचित और सुरक्षित उपभोग सुनिश्चित करने के लिए मजबूत खाद्य विनियमन प्रणालियों और जन शिक्षा के महत्व को उजागर करता है।

खाद्य योजक की परिभाषाएँ

कोडेक्स एलिमेंटेरियस आयोग (2023) के अनुसार, खाद्य योजक को ''ऐसा कोई भी पदार्थ जो सामान्यत: भोजन के रूप में नहीं खाया जाता है और भोजन के विशिष्ट घटक के रूप में उपयोग नहीं किया जाता है, चाहे उसका पोषण मूल्य हो या न हो'' के रूप में परिभाषित किया गया है, जिसे खाद्य निर्माण, प्रसंस्करण, उपचार, पैकेजिंग, परिवहन या भंडारण के दौरान किसी

तकनीकी उद्देश्य से जानबूझकर मिलाया जाता है। प्राकृतिक खाद्य योजक पौधों या पशु स्रोतों (जैसे, सोयाबीन से लेसिथिन, रंग के लिए चुकंदर का रस) से प्राप्त होते हैं, और सिंथेटिक खाद्य योजक (जैसे, एस्पार्टेम, बेंजोएट्स) रासायनिक प्रक्रियाओं के माध्यम से उत्पादित होते हैं। इनका उद्देश्य पोषण मूल्य में सुधार करना नहीं, बल्कि स्वाद बढ़ाना, ताजगी बनाए रखना, या बनावट और रूप में सुधार जैसी विशिष्ट तकनीकी भूमिकाएँ निभाना है।

परिरक्षक, खाद्य योजकों का एक उपसमूह है जिसका उपयोग विशेष रूप से सूक्ष्मजीवों द्वारा खराब होने, ऑक्सीकरण, या एंजाइमी क्षरण को रोककर भोजन के शेल्फ लाइफ को बढ़ाने के लिए किया जाता है। ये पदार्थ भोजन को खराब या असुरक्षित बनाने में रत बैक्टीरिया, यीस्ट और फफूंद की वृद्धि को रोकते हैं।

भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई), यूरोपीय खाद्य सुरक्षा प्राधिकरण (ईएफएसए), और अमेरिकी खाद्य एवं औषधि प्रशासन (एफडीए) जैसी नियामक संस्थाओं ने विष विज्ञान संबंधी अध्ययनों और सुरक्षा मूल्यांकनों के आधार पर अनुमोदित योजकों और उनके उपयोग की अधिकतम अनुमेय सीमाओं की विस्तृत सूचियाँ स्थापित की हैं।

खाद्य योजकों का वर्गीकरण

परिरक्षक

परिरक्षक आधुनिक खाद्य प्रसंस्करण में प्रयुक्त खाद्य योजकों की

सबसे आवश्यक श्रेणियों में से एक हैं। ये ऐसे पदार्थ हैं जिन्हें विशेष रूप से खाद्य पदार्थों को बैक्टीरिया, यीस्ट और फफूंद जैसे सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को रोककर, या ऑक्सीकरण जैसे रासायनिक परिवर्तनों को धीमा कर खराब होने से बचाने के लिए मिलाया जाता है। परिरक्षकों के उपयोग का मुख्य उद्देश्य खाद्य पदार्थों की शेल्फ लाइफ बढ़ाना है, यह सुनिश्चित करते हुए कि वे लंबे समय तक सुरक्षित, स्वादिष्ट और देखने में आकर्षक बने रहें। यह पैकेज्ड और प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों के लिए विशेष रूप से महत्वपूर्ण है, जिन्हें उपभोक्ता तक पहुँचने से पहले परिवहन और स्टोर की अलमारियों पर कई दिन या हफ्ते भी लग सकते हैं।

सोडियम बेंजोएट (ई211) और पोटेशियम सोर्बेट (ई202) जैसे रोगाणुरोधी परिरक्षक, उन सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को रोककर काम करते हैं जो भोजन को खराब कर सकते हैं या उसे खाने के लिए असुरक्षित बना सकते हैं। इनका उपयोग आमतौर पर फलों के रस, अचार, सॉस, पनीर और जैम जैसे उत्पादों में किया जाता है। दूसरी ओर, ब्यूटाइलेटेड हाइड्रॉक्सीएनिसोल (बीएचए, ई320) और ब्यूटाइलेटेड हाइड्रॉक्सीटोल्यूइन (बीएचटी, ई321) जैसे एंटीऑक्सीडेंट परिरक्षक, खाद्य पदार्थों में वसा और तेल के ऑक्सीकरण को रोकते हैं, जिससे बासीपन और अप्रिय स्वाद आ सकते हैं। इनका उपयोग आमतौर पर स्नैक्स फूड, अनाज और बेक्ड उत्पादों में किया जाता है।

नमक, चीनी, सिरका और नींबू के रस जैसे पारंपरिक पदार्थों का उपयोग भी सूक्ष्मजीवों के विकास के लिए प्रतिकूल वातावरण बनाकर प्राकृतिक परिरक्षकों के रूप में कार्य करते हैं। हालाँकि, औद्योगिक परिस्थितियों में अधिक प्रभावी और नियंत्रित करने में आसानी के कारण आधुनिक खाद्य उत्पादन तेजी से

खाद्य योजक और परिरक्षक आधुनिक खाद्य उत्पादों की शेल्फ लाइफ बढ़ाने, सुरक्षा सुनिश्चित करने और उनके स्वाद व बनावट को बनाए रखने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

सिंथेटिक परिरक्षकों पर निर्भर हो रहा हैं। नाइट्रेट और नाइट्राइट (ई249-ई251) जैसे परिरक्षक विशेष रूप से प्रसंस्कृत मांस में क्लोस्ट्रीडियम बोटुलिनम नामक खतरनाक जीवाणु के विकास को रोकने के लिए उपयोग किए जाते हैं, जो बोटुलिज्म का कारण बन सकता है।

अपने लाभों के बावजूद, परिरक्षकों को कभी-कभी उपभोक्ता संदेह की दृष्टि से देखते हैं। कुछ सिंथेटिक परिरक्षकों के दीर्घकालिक संपर्क से जुड़े संभावित स्वास्थ्य जोखिमों के बारे में चिंताएँ व्यक्त की गई हैं। उदाहरण के लिए, नाइट्राइट, प्रभावी होते हुए भी, भोजन में अमीनों के साथ अभिक्रिया करके नाइट्रोसामाइन बना सकते हैं, जिन्हें कुछ अध्ययनों में कैंसर से जोड़ा गया है। इसी प्रकार, सूखे मेवों और वाइन में प्रयुक्त सल्फाइट (जैसे सल्फर डाइऑक्साइड, ई220) संवेदनशील व्यक्तियों में एलर्जी या अस्थमा जैसे लक्षण पैदा कर सकते है।

यही कारण है कि भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण जैसी वैश्विक नियामक संस्थाओं ने उपभोक्ताओं को सूचित करने और उनकी सुरक्षा के लिए सख्त उपयोग सीमाएँ और अनिवार्य लेबलिंग आवश्यकताएँ स्थापित की हैं।

ई-नंबर प्रणाली खाद्य योजकों की पहचान और विनियमन के लिए एक मानकीकृत वैश्विक पद्धति है।

एंटीऑक्सीडेंट

एंटीऑक्सीडेंट का उपयोग मुख्य रूप से वसा और तेल से भरपूर खाद्य पदार्थों में ऑक्सीकरण प्रक्रिया को रोकने या धीमा करने के लिए किया जाता है। ऑक्सीकरण से न केवल अप्रिय गंध और स्वाद (बासीपन) उत्पन्न होते हैं, बल्कि संवेदनशील विटामिन जैसे विटामिन ए और विटामिन ई का क्षरण होने से भोजन की पोषण गुणवत्ता भी कम हो जाती है। इस रासायनिक प्रतिक्रिया को रोककर, एंटीऑक्सीडेंट समय के साथ खाद्य उत्पादों की ताजगी, स्वाद और पोषण मूल्य को बनाए रखने में मदद करते हैं।

खाद्य उद्योग में कई प्रकार के एंटीऑक्सीडेंट का उपयोग किया जाता है। एस्कॉर्बिक एसिड (विटामिन सी, ई300) और टोकोफेरोल (विटामिन ई, ई306-ई309) जैसे प्राकृतिक एंटीऑक्सीडेंट पादप-आधारित स्रोतों से प्राप्त होते हैं और अक्सर क्लीन-लेबल उत्पादों की उपभोक्ता मांग के कारण इन्हें पसंद किया जाता है। दूसरी ओर, ब्यूटाइलेटेड हाइड्रॉक्सीएनिसोल (बीएचए, ई320) और ब्यूटाइलेटेड हाइड्रॉक्सीटोल्यूइन (बीएचटी, ई321) जैसे सिंथेटिक एंटीऑक्सीडेंट आमतौर पर स्नैक्स फूड, कुकिंग ऑयल, मार्जरीन और बेक्ड उत्पादों में शेल्फ लाइफ बढ़ाने और स्वाद में गिरावट को रोकने के लिए उपयोग किए जाते हैं।

एफएसएसएआई, ईएफएसए और एफडीए जैसे नियामक निकाय उपभोक्ता सुरक्षा के लिए अनुमेय सीमाएँ और स्वीकार्य दैनिक सेवन (एडीआई) निर्धारित करते हैं।

यद्यपि एंटीऑक्सीडेंट को नियंत्रित सीमाओं के भीतर उपयोग किए जाने पर आम तौर पर सुरक्षित माना जाता है, फिर भी कुछ सिंथेटिक एंटीऑक्सीडेंट ने उनके दीर्घकालिक स्वास्थ्य प्रभावों को लेकर चिंताएँ जताई हैं। वैज्ञानिको ने जानवरों में ब्यूटाइलेटेड हाइड्रॉक्सीएनिसोल की उच्च खुराक और कैंसरकारी प्रभावों के बीच संभावित संबंधों का सुझाव दिया है, हालाँकि मानव साक्ष्य अभी भी अनिर्णायक हैं।

रंग (खाद्य रंग)

रंग या खाद्य रंग, खाद्य पदार्थों के दृश्य आकर्षण को बढ़ाने या पुर्नस्थापित करने के लिए उपयोग किए जाने वाले योजक होते हैं। चूँकि रंग अक्सर उपभोक्ता द्वारा ताजगी और गुणवत्ता का आकलन करने के लिए उपयोग किया जाने वाला पहला संवेदी संकेत होता है, इसलिए रंग खाद्य विपणन और प्रस्तुति में एक मनोवैज्ञानिक और व्यावहारिक भूमिका निभाते हैं। समय के साथ, प्रसंस्करण, गर्मी, प्रकाश या भंडारण के कारण खाद्य पदार्थ अपना प्राकृतिक रंग खो सकते हैं - और खाद्य रंग मूल स्वरूप को पुर्नस्थापित या बढ़ाने में मदद करते हैं। प्राकृतिक रंगों में फलों, सब्जियों और मसालों से निकाले गए यौगिक शामिल होते हैं - जैसे अंगूर से एंथोसायनिन, हरे पौधों से क्लोरोफिल, या एनोच्युट वृक्ष के बीजों से एनाट्टो (ई160b)। इनके कथित स्वास्थ्य लाभों के कारण इन्हें क्लीन-लेबल उत्पादों में प्राथमिकता दी जाती है। सिंथेटिक रंग, जैसे टार्ट्राजीन (ई102), सनसेट येलो (ई110), और ब्रिलियंट ब्लू एफसीएफ (ई133), अपने चटख रंगों और तेज रंग क्षमता के कारण कैंडी, सॉफ्ट ड्रिंक और बेक्ड उत्पादों में व्यापक रूप से उपयोग किए जाते हैं। हालाँकि, कृत्रिम खाद्य रंग अक्सर विवादास्पद होते हैं। कुछ सिंथेटिक रंगों को बच्चों में अतिसक्रियता और संवेदनशील व्यक्तियों में एलर्जी प्रतिक्रियाओं से जोड़ा गया है। उदाहरण के लिए, इन संभावित प्रभावों के कारण कुछ देशों में टार्ट्राजीन (ई102) पर प्रतिबंध लगा दिया गया है या उसे प्रतिबंधित कर दिया गया है। उपभोक्ता सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए, यूरोपीय संघ और भारत में नियामक निकाय ऐसे योजकों पर उनके ई-नंबर और कभी-कभी

चेतावनी कथन के साथ लेबल लगाना अनिवार्य करते हैं। इस प्रकार, जबकि खाद्य रंग उत्पाद के आकर्षण को महत्वपूर्ण रूप से बढ़ाते हैं, उनके उपयोग पर कड़ी निगरानी रखी जानी चाहिए, और सूचित उपभोक्ता विकल्पों की अनुमति देने के लिए स्पष्ट लेबलिंग आवश्यक है।

स्वाद वर्धक

स्वाद वर्धक ऐसे योजक होते हैं जो खाद्य पदार्थों के प्राकृतिक स्वाद को बिना कोई विशेष स्वाद जोड़े बढ़ा देते हैं या तीव्र कर देते हैं। प्रसंस्कृत या पैकेज्ड खाद्य पदार्थों में प्राकृतिक स्वाद समय के साथ कम हो सकता है। ऐसे मामलों में स्वाद वर्धक योजक अधिक संतुलित और आकर्षक स्वाद बनाने में मदद करते हैं। सबसे अधिक इस्तेमाल किया जाने वाला स्वाद वर्धक मोनोसोडियम ग्लूटामेट (एमएसजी, ई621) है, जो उमामी (स्वादिष्ट) स्वाद को बढ़ाता है, जिससे यह सूप, स्नैक्स, सॉस और इंस्टेंट नूडल्स में विशेष रूप से लोकप्रिय हो जाता है। अन्य उदाहरणों में डायसोडियम इनोसिनेट (ई631) और डायसोडियम ग्वानिलेट (ई627) शामिल हैं, जिनका उपयोग अक्सर सहक्रियात्मक प्रभावों के लिए मानोसोडियम ग्लुमेट के साथ संयोजन में किया जाता है। कई देशों में स्वाद वर्धक पदार्थों के उपयोग को मंजूरी दी गई है, लेकिन मानोसोडियम ग्लुमेट विशेष रूप से स्वास्थ्य विवादों का केंद्र रहा है। कुछ लोग मानोसोडियम ग्लुमेट युक्त खाद्य पदार्थ खाने के बाद सिरदर्द, चेहरे पर लालिमा या उलटी जैसे लक्षणों की शिकायत करते हैं, जिसे कभी-कभी ''चीनी रेस्टोरेंट सिंड्रोम'' भी

कहा जाता है। उचित रूप से उपयोग किए जाने पर, स्वाद वर्धक योजक अतिरिक्त नमक या वसा की आवश्यकता को कम करने में मदद करते हैं, जिससे वे संतोषजनक और स्वास्थ्यवर्धक भोजन बनाने के लिए मूल्यवान उपकरण बन जाते हैं।

पायसीकारक (इमल्सिफायर)

पायसीकारक ऐसे योजक होते हैं जिनका उपयोग आमतौर पर अच्छी तरह से मिश्रित न होने वाले दो पदार्थों, जैसे तेल और पानी, को मिलाने में किया जाता है। खाद्य उत्पादों में, पायसीकारक एक समान बनावट सुनिश्चित करते हैं और भंडारण या उपभोग के दौरान मिश्रण को अलग होने से रोकते हैं। यह गुण मेयोनेज, आइसक्रीम, मार्जरीन, सलाद ड्रेसिंग और बेक्ड उत्पादों में विशेष रूप से महत्वपूर्ण है। आणविक स्तर पर, पायसीकारों का एक सिरा पानी को आकर्षित करता है और दूसरा तेल को आकर्षित करता है। यह दोहरी प्रकृति उन्हें पानी और वसा को एक साथ

बाँधने की क्षमता देती है, जिससे एक स्थिर मिश्रण बनता है जिसे पायस कहा जाता है। पायसीकारों के बिना, कई रोजमर्रा के खाद्य उत्पाद अलग हो जाएँगे, देखने में अनाकर्षक और कम स्वादिष्ट हो जाएँगे।

सामान्य पायसीकारों में लेसिथिन (ई322) - जो प्राकृतिक रूप से अंडे की जर्दी और सोयाबीन में पाया जाता है - और फैटी एसिड के मोनो- और डाइग्लिसराइड्स (ई471) शामिल हैं, जो पौधे या पशु वसा से प्राप्त होते हैं। अन्य उदाहरण पॉलीग्लिसरॉल एस्टर (ई475) और सॉर्बिटन मोनोस्टीयरेट (ई491) हैं, जिनका उपयोग कन्फेक्शनरी और बेकरी उत्पादों में किया जाता है। अधिकांश इमल्सीफायर अनुमत स्तरों के भीतर उपयोग किए जाने पर सुरक्षित माने जाते हैं, हालाँकि सोया या पशु स्रोतों से प्राप्त इमल्सीफायर एलर्जी या आहार संबंधी प्रतिबंधों (जैसे, शाकाहारी, वीगन या कुछ धार्मिक समूहों) वाले व्यक्तियों के लिए चिंता का विषय हो सकते हैं।

स्टेबलाइजर और गाढ़ा करने वाले योजक

खाद्य उत्पाद की बनावट में सुधार करने अथवा एकरूपता बनाए रखने और विभिन्न घटकों के भौतिक पृथक्करण को रोकने के लिए स्टेबलाइजर का उपयोग किया जाता है। जहाँ स्टेबलाइजर दो पदार्थों का मिश्रण या सस्पेंशन को समय के साथ बरकरार रखते हैं, वहीं गाढ़ा करने वाले पदार्थ तरल पदार्थों के अन्य गुणों में कोई खास बदलाव किए बिना उनका गाढ़ापन बढ़ा देते हैं। दही, जेली, सॉस, आइसक्रीम और पुडिंग जैसे उत्पादों में स्टेबलाइजर बेहद जरूरी होते हैं, जहाँ ये क्रिस्टल बनने से रोकते हैं, मुँह का स्वाद बनाए रखते हैं और यह सुनिश्चित करते हैं कि फलों के टुकड़े इत्यादि समान रूप से वितरित रहें। गाढ़ा करने वाले पदार्थों का इस्तेमाल सूप, ग्रेवी और शिशु आहार में खाने के अनुभव को बेहतर बनाने के लिए किया जाता है।

आम तौर पर स्टेबलाइजर में जैंथन गम (ई415), ग्वार गम (ई412), कैरेजेनन (ई407) और पेक्टिन (ई440) शामिल हैं। ये अक्सर मक्का, ग्वार बीन्स, लाल समुद्री शैवाल या खट्टे फलों के छिलकों से प्राप्त पादप-आधारित पॉलीसेके- राइड होते हैं। गाढ़ा करने वाले पदार्थों में संशोधित स्टार्च (ई1400- ई1451) भी शामिल हो सकते हैं, जिन्हें बेहतर ऊष्मा प्रतिरोध और घुलनशीलता के लिए रासायनिक रूप से परिवर्तित किया जाता है। ये योजक उपभोक्ताओं द्वारा आमतौर पर अच्छी तरह से सहन किए जा सकते हैं, लेकिन कुछ व्यक्ति विशिष्ट गोंद या फाइबर युक्त गाढ़ा करने वाले पदार्थों के प्रति संवेदनशील हो सकते हैं, जिससे कभी-कभी पेट फूलना या पाचन संबंधी परेशानी हो सकती है। महत्वपूर्ण बात यह है कि उपभोक्ता संरक्षण सुनिश्चित करने के लिए नियामक निकायों द्वारा सभी स्वीकृत स्टेबलाइजर्स और गाढ़ा करने वाले पदार्थों की सुरक्षा की समय-समय पर समीक्षा की जाती है।

स्वीटनर

इनका उपयोग भोजन और पेय पदार्थों को मीठा स्वाद देने के लिए किया जाता है। इन्हें पोषक (कैलोरी युक्त) और गैर-पोषक (कम या शून्य कैलोरी युक्त) श्रेणियों में वर्गीकृत किया जा सकता है। पोषक स्वीटनर, जैसे सुक्रोज (टेबल शुगर), ग्लूकोज और फ्रुक्टोज, कैलोरी प्रदान करते हैं और कई फलों और सब्जियों में प्राकृतिक रूप से मौजूद होते हैं। हालाँकि इन शर्कराओं का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है, लेकिन इनका अत्यधिक सेवन मोटापे, मधुमेह और दंत समस्याओं से जुड़ा है। इन चिंताओं को दूर करने के लिए, कैलोरी के बिना मिठास प्रदान करने के लिए कृत्रिम और प्राकृतिक गैर-पोषक स्वीटनर का उपयोग किया जाता है। आम कृत्रिम स्वीटनर में एस्पार्टेम (ई951), एससल्फेम पोटैशियम (ई950), सैकरीन (ई954), और सुक्रालोज (ई955) इत्यादि शामिल हैं। स्टीविया के पौधे से प्राप्त स्टीविओल ग्लाइकोसाइड्स (ई960) जैसे प्राकृतिक विकल्प भी अपने पादप मूल और न्यूनतम स्वास्थ्य जोखिमों के कारण लोकप्रियता प्राप्त कर रहे हैं। मिठास बढ़ाने वाले पदार्थ, शर्करा की मात्रा को कम करने और मधुमेह रोगियों और कैलोरी के प्रति जागरूक उपभोक्ताओं के वजन प्रबंधन के प्रयासों में एक मूल्यवान उपकरण हैं।

कृत्रिम योजकों का अत्यधिक या दीर्घकालिक उपयोग एलर्जी, बच्चों में अतिसक्रियता और दीर्घकालिक बीमारियों जैसी स्वास्थ्य समस्याओं से जुड़ा हो सकता है।

खाद्य योजकों की उत्पत्ति-आधारित वर्गीकरण

खाद्य योजकों को उनके स्रोत के आधार पर भी वर्गीकृत किया जा सकता है। चाहे वे प्राकृतिक सामग्रियों से प्राप्त हों, कृत्रिम रूप से बनाए गए हों, या प्रयोगशाला में उत्पादित हों, लेकिन रासायनिक रूप से खाद्य योजक प्राकृतिक यौगिकों के समान हों।

प्राकृतिक योजक

प्राकृतिक योजक निष्कर्षण, किण्वन या सुखाने जैसी प्रक्रियाओं का उपयोग करके सीधे पौधों, जानवरों या खनिजों जैसे प्राकृतिक स्रोतों से प्राप्त किए जाते हैं। उदाहरण के तौर पर चुकंदर के रस से रंग, पायसीकरण के लिए सोया या अंडे की जर्दी से लेसिथिन, गाढ़ा करने के लिए खट्टे फलों से पेक्टिन, एंटीऑक्सीडेंट के रूप में वनस्पति तेलों से टोकोफेरोल (विटामिन ई) इत्यादि प्राप्त किये जाते है। उपभोक्ता अक्सर प्राकृतिक योजकों को सिंथेटिक विकल्पों की तुलना में अधिक सुरक्षित या स्वास्थ्यवर्धक मानते हैं। हालाँकि, ''प्राकृतिक'' हमेशा गैर-विषाक्तता या एलर्जी-मुक्त स्थिति की गारंटी नहीं देता है - प्राकृतिक रंग या परिरक्षक अभी भी संवेदनशील व्यक्तियों में प्रतिक्रियाएँ पैदा कर सकते हैं।

सिंथेटिक (कृत्रिम) योजक

सिंथेटिक योजक रासायनिक प्रक्रियाओं के माध्यम से निर्मित होते हैं और प्राकृतिक रूप से नहीं पाए जाते हैं। इनमें सोडियम नाइट्राइट (संसाधित मांस में प्रयुक्त परिरक्षक), टार्ट्राजीन-सिंथेटिक पीला रंग (ई102), ब्यूटाइलेटेड हाइड्रॉक्सी-एनिसोल (बीएचए, ई320) और ब्यूटाइलेटेड हाइड्रॉक्सीटोल्यूइन (स्नैक्स और वसा में प्रयुक्त एंटीऑक्सीडेंट) इत्यादि शामिल हैं। ये योजक अक्सर अपने प्राकृतिक समकक्षों की तुलना में सस्ते, अधिक स्थिर और अधिक प्रभावी होते हैं। हालाँकि, पशु अध्ययनों में एलर्जी, अतिसक्रियता और कैंसरजन्यता के साथ संभावित संबंधों के कारण ये अधिक विवादास्पद रहे हैं। इनके उपयोग को विनियमित करने के लिए सख्त सुरक्षा मूल्यांकन और लेबलिंग आवश्यकताएँ मौजूद हैं।

प्रकृति-समान योजक

ये योजक रासायनिक रूप से संश्लेषित होते हैं, लेकिन इनकी आणविक संरचना प्रकृति में पाए जाने वाले यौगिकों के समान ही होती है। वैनिलिन (वेनिला बीन्स का मुख्य स्वाद घटक) और एस्कॉर्बिक एसिड (विटामिन सी) प्रकृति-समान योजकों के प्रमुख उदाहरण हैं: प्राकृतिक पदार्थों के लाभों को बनाए रखते हुए खाद्य निर्माण में सामर्थ्य और स्थिरता प्रदान करते हुए प्रकृति-समान योजक एक मध्यम मार्ग प्रदान करते हैं।

खाद्य योजक कैसे बनते हैं

कई खाद्य योजक प्राकृतिक रूप से उत्पन्न होते हैं या प्रकृति में पाए जाने वाले यौगिकों से प्रेरित होते हैं। चाहे वे फलों से, पौधों से या सावधानीपूर्वक डिजाइन की गई औद्योगिक प्रक्रियाओं से आते हों, प्रत्येक योजक की हमारे द्वारा खाए जाने वाले खाद्य पदार्थों में शामिल होने से पहले अपनी अनूठी यात्रा होती है।

सुरक्षित और जिम्मेदार उपयोग के लिए प्राकृतिक योजकों का उपयोग, नियमों का कड़ाई से पालन और उपभोक्ता जागरूकता आवश्यक है।

सिइट्रिक एसिड: साइट्रिक एसिड प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों में सबसे आम घटकों में से एक है, जो अपने तीखे स्वाद और उत्पादों को ताजा रखने की क्षमता के लिए जाना जाता है। हालाँकि यह नींबू, संतरे और अन्य खट्टे फलों में प्राकृतिक रूप से पाया जाता है, लेकिन आजकल ज्यादातर साइट्रिक एसिड किण्वन प्रक्रिया के माध्यम से बनाया जाता है। इस प्रक्रिया में एस्परगिलस नाइजर नामक कवक को गुड़ जैसे चीनी युक्त घोल में उगाया जाता है। यह कवक शर्करा को साइट्रिक एसिड में परिवर्तित करता है, जिसे फिर शुद्ध करके सफेद, दानेदार पाउडर बनाया जाता है, जैसा कि हम सामग्री सूची में देखते हैं। यह विधि कुशल, लागत-प्रभावी और टिकाऊ है, जिससे साइट्रिक एसिड सोडा से लेकर कैंडी और डिब्बाबंद सब्जियों तक, हर चीज में एक उपयोगी योजक बन जाता है।

मोनोसोडियम ग्लूटामेट (एमएसजी): यह टमाटर, पनीर और मांस में प्राकृतिक रूप से पाए जाने वाले स्वादिष्ट 'उमामी' स्वाद को बढ़ाने का काम करता है। व्यावसायिक एमएसजी गन्ने, चुकंदर या गुड़ को विशेष जीवाणुओं के साथ किण्वित करके बनाया जाता है जो ग्लूटामिक एसिड उत्पन्न करते हैं। फिर इसे सोडियम के साथ मिलाकर एमएसजी क्रिस्टल बनाए जाते हैं। यह प्रक्रिया कुशल और सस्ती है और स्वाद पर गहरा प्रभाव डालने के लिए केवल थोड़ी मात्रा की आवश्यकता होती है-खासकर सूप, स्नैक्स और मसालों में।

लेसिथिन: लेसिथिन प्रकृति का पायसीकारक है, जो चॉकलेट, मार्जरीन और सलाद ड्रेसिंग जैसे खाद्य पदार्थों में तेल और पानी को मिलाने में मदद करता है। हालाँकि यह अंडे से प्राप्त हो सकता है, लेकिन अधिकांश व्यावसायिक लेसिथिन सोयाबीन या सूरजमुखी के बीजों से प्राप्त होता है। इसे वनस्पति तेल उत्पादन के शुरुआती चरणों के दौरान एकत्र किया जाता है, जब तेल को फॉस्फोलिपिड को अलग करने के लिए पानी से उपचारित किया जाता है। इस प्रक्रिया के परिणामस्वरूप एक बहुमुखी, प्राकृतिक रूप से पाया जाने वाला यौगिक बनता है जो खाद्य बनावट में सुधार करता है एवं पृथक्करण को रोकता है और शेल्फ लाइफ को भी बढ़ाता है।

सोडियम बेंजोएट: खाद्य पदार्थों को सुरक्षित और ताजा रखना एक निरंतर चुनौती है और सोडियम बेंजोएट खाद्य उद्योग के सबसे विश्वसनीय योजको में से एक है। यह फलों के रस, अचार और कार्बोनेटेड पेय जैसे अम्लीय खाद्य पदार्थों में बैक्टीरिया, खमीर और फफूंदी को उनके रास्ते में ही रोकने का काम करता है। बेंजोइक एसिड (टोल्यून के ऑक्सीकरण से प्राप्त) को सोडियम हाइड्रॉक्साइड के साथ मिलाकर बनाया गया, सोडियम बेंजोएट स्थिर, उपयोग करने में आसान और सस्ता होता है। इन्हीं गुणों के कारण लंबे समय तक चलने वाले पेंट्री स्टेपल के लिए पसंदीदा बन जाता है।

खाद्य योजक जानबूझकर उपयोग किए जाने वाले पदार्थ हैं जो खाद्य उत्पादन में गैर-पोषण संबंधी लेकिन आवश्यक तकनीकी भूमिका निभाते हैं।

एस्कॉर्बिक एसिड: विटामिन सी के रूप में भी जाना जाने वाला, एस्कॉर्बिक एसिड आपकी प्रतिरक्षा प्रणाली को बढ़ावा देने के अलावा खाद्य जगत में, यह एक शक्तिशाली एंटीऑक्सीडेंट के रूप में कार्य करता है, फलों को भूरा होने से रोकता है और खराब होने की प्रक्रिया को धीमा करता है। हालांकि यह खट्टे फलों में प्राकृतिक रूप से पाया जाता है, लेकिन अधिकांश व्यावसायिक एस्कॉर्बिक एसिड या तो रासायनिक संश्लेषण (रीचस्टीन प्रक्रिया) या विशेष जीवाणुओं का उपयोग करके आधुनिक किण्वन विधियों के माध्यम से उत्पादित किया जाता है। पोषण और शेल्फ लाइफ दोनों को बेहतर बनाने की इसकी क्षमता इसे उद्योग में सबसे मूल्यवान योजकों में से एक बनाती है।

कृत्रिम मिठास: चीनी से परहेज करने वालों के लिए, एस्पार्टेम और सुक्रालोज जैसे कृत्रिम मिठास बहुत कम या बिना किसी कैलोरी के तीव्र मिठास प्रदान करते हैं। इन्हें सावधानीपूर्वक नियंत्रित रासायनिक या एंजाइमेटिक प्रतिक्रियाओं के माध्यम से बनाया जाता है, जिसके परिणामस्वरूप नियमित चीनी की तुलना में सैकड़ों गुना अधिक मीठे यौगिक बनते हैं। हालाँकि इनकी कीमत प्रति किलोग्राम चीनी से अधिक होती है, लेकिन एक पूरे पेय या मिठाई को मीठा करने के लिए बस एक छोटी सी चुटकी की आवश्यकता होती है, जो इन्हें कम कैलोरी और चीनी-मुक्त उत्पादों के लिए एक स्मार्ट विकल्प बनाता है।

खाद्य योजको की 'ई-नंबर' प्रणाली

जब आप किसी पैकेज्ड खाद्य उत्पाद के लेबल को देखते हैं, तो आपको ई100, ई150डी, या ई621 जैसे कोड दिखाई दे सकते हैं। इन्हें ई-नंबर कहा जाता है और ये नियामक प्राधिकरणों द्वारा स्वीकृत खाद्य योजकों की मानकीकृत तरीके से पहचान करने के लिए उपयोग की जाने वाली एक प्रणाली है। ''ई'' का अर्थ यूरोप है, क्योंकि इस प्रणाली को सबसे पहले यूरोपीय संघ द्वारा विकसित किया गया था, लेकिन अब इसका उपयोग दुनिया भर में व्यापक रूप से किया जाता है। प्रत्येक ई-नंबर एक विशिष्ट योजक से संबंधित होता है जिसका मूल्यांकन किया गया है और निर्धारित सीमाओं के भीतर उपभोग के लिए सुरक्षित माना गया है। यह कोडिंग प्रणाली निर्माताओं और उपभोक्ताओं दोनों को पहचानने में मदद करती है कि उत्पाद में किस प्रकार के योजक मौजूद हैं - चाहे वे परिरक्षक हों, रंग, मिठास, पायसीकारी या अन्य कार्यात्मक पदार्थ। उदाहरण के लिए ई100 करक्यूमिन को संदर्भित करता है, जो हल्दी में पाया जाने वाला एक प्राकृतिक पीला वर्णक है, ई150डी का मतलब है कारमेल रंग, जिसका इस्तेमाल अक्सर शीतल पेय पदार्थों में किया जाता है और ई621 मोनोसोडियम ग्लूटामेट है।

ई-नंबर सिर्फ यादृच्छिक संख्याएँ नहीं है जो मनमर्जी तरीके से योजको को दी हैं। ई-संख्याओं को योजको के प्रकार के अनुसार समूहीकृत किया

गया है। ई100-ई199- रंग, ई200-ई299 परिरक्षक, ई300-ई399 एंटीऑक्सीडेंट और अम्लता नियामक, ई400-ई499 गाढ़ा करने वाले, पायसीकारी और स्थिरक, ई500-ई599 अम्लता नियामक और एंटी-केकिंग एजेंट, ई600-ई699 स्वाद बढ़ाने वाले योजक, ई900 और उससे ऊपर के नंबरों में स्वीटनर, ग्लेजिंग एजेंट और अन्य शामिल हैं। इनमें से सभी संख्याए निरंतर या व्याप्त नहीं है, अर्थात 100 से 1000 तक की सभी संख्याएँ निर्दिष्ट नहीं हैं। नए शोध या विनियमन परिवर्तनों के आधार पर कुछ संख्याओं को छोड़ दिया गया है या बंद कर दिया गया है।

योजको से जुड़ी मुख्य चिंताएँ

ज्यादातर योजक (एडिटिव्स) को विनियमित सीमाओं के भीतर सुरक्षित माना जाता है, लेकिन रोजाना कई तरह के प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों का सेवन

जब खाद्य योजक जिम्मेदारी से और स्वीकृत सुरक्षा सीमाओं के भीतर उपयोग किया जाता है, तो उनके लाभ जोखिमों से कहीं अधिक होते हैं

करने का संचयी प्रभाव समय के साथ स्वास्थ्य के लिए खतरा पैदा कर सकता है। अस्थमा या खाद्य एलर्जी जैसे संवेदनशील लोग कुछ एडिटिव्स के प्रति ज्यादा संवेदनशील हो सकते हैं। इसके अलावा, जन जागरूकता सीमित है, और कई उपभोक्ता लंबी योजक सामग्री सूची वाले उत्पादों से सिर्फ इसलिए बचते हैं क्योंकि वे इन कोड का मतलब नहीं समझते। इसलिए खाद्य लेबल पढ़ना और जानकारी रखना जरूरी है। यूके, भारत और ऑस्ट्रेलिया जैसे देशों में अक्सर कुछ ई-नंबरों की घोषणा की आवश्यकता होती है जो संवेदनशील व्यक्तियों पर प्रतिकूल प्रभाव डालने के लिए जाने जाते हैं। संक्षेप में, ई-नंबर खाद्य एडिटिव्स का एक वैज्ञानिक और नियामक संक्षिप्त रूप है - जरूरी नहीं कि खतरनाक हो, लेकिन समझने लायक है। प्राकृतिक विकल्प अक्सर उपलब्ध होते हैं और कई खाद्य कंपनियाँ अब उपभोक्ताओं की मांग के अनुसार, ''कृत्रिम रंग या संरक्षक नहीं'' का विज्ञापन देती हैं।

खाद्य योजकों के विनियमन की आवश्यकता

खाद्य योजक, कई उत्पादों की सुरक्षा, गुणवत्ता और शेल्फ लाइफ में सुधार के लिए आवश्यक होते हुए भी, यदि उचित रूप से विनियमित न किए जाएँ तो स्वास्थ्य के लिए खतरा भी पैदा कर सकते हैं। योजकों के अत्यधिक उपयोग, संदूषण या असुरक्षित संयोजन से एलर्जी, विषाक्त प्रभाव या दीर्घकालिक स्वास्थ्य जटिलताएँ हो सकती हैं। यही कारण है कि जन

तालिका 1: अनुमेय सीमा वाले सामान्य खाद्य योजक

नाम	ई-नंबर	श्रेणी	अनुमेय सीमा (मिलीग्राम प्रति किलो मानव शरीर वजन)
सोडियम बेंजोएट	ई-211	परिरक्षक	1000
पोटेशियम सॉर्बेट	ई-202	परिरक्षक	1000
सॉर्बिक एसिड	ई-200	परिरक्षक	1000
सल्फर डाइऑक्साइड	ई-220	परिरक्षक	300-500 (सूखे मेवों में)
नाइट्राइट (सोडियम नाइट्राइट के रूप में)	ई-250	परिरक्षक	100-125 (मांस उत्पादों में)
एस्कॉर्बिक एसिड (विटामिन C)	ई-300	एंटीऑक्सीडेंट	जीएमपी*
साइट्रिक एसिड	ई-330	अम्लता नियामक	जीएमपी*
टार्ट्राजिन	ई-102	कृत्रिम रंग	100
सनसेट येलो	ई-110	कृत्रिम रंग	200
ब्रिलियंट ब्लू	ई-133	कृत्रिम रंग	200
मोनोसोडियम ग्लूटामेट	ई-621	स्वाद वर्धक	1-10
एस्पार्टेम	ई-951	कृत्रिम मिठास	40 (एडीआई)**
एसेसल्फेम ज्ञ	ई-950	कृत्रिम मिठास	15 (एडीआई)**
लेसिथिन	ई-322	पायसीकारक/ स्टेबलाइजर	जीएमपी*
जैंथन गम	ई-415	गाढ़ा करने वाला	जीएमपी*
कैल्शियम प्रोपियोनेट	ई-282	परिरक्षक	1000
बेंजोइक एसिड	ई-210	परिरक्षक	600
पोटेशियम मेटाबाइसल्फाइट	ई-224	परिरक्षक	300
सोडियम नाइट्राइट	ई-249	परिरक्षक	10 (मांस उत्पादों में)
कैरेजेनन	ई-407	गाढ़ा/स्टेबलाइजर	जीएमपी*
ब्यूटिलेटेड हाइड्रॉक्सीएनिसोल	ई-320	एंटीऑक्सीडेंट	200
ब्यूटिलेटेड हाइड्रॉक्सीटोल्यूइन	ई-321	एंटीऑक्सीडेंट	200
टाइटेनियम डाइऑक्साइड	ई-171	रंग	100
स्टीवियोल ग्लाइकोसाइड	ई-960	प्राकृतिक मिठास	4 (एडीआई)**
कैल्शियम कार्बोनेट	ई-170	अम्लता नियामक	जीएमपी*
ग्वार गम	ई-412	गाढ़ा/स्थिरक	जीएमपी*
माल्टोडेक्सट्रिन	ई-1400	गाढ़ा	जीएमपी*

*जीएमपी - गुड मैन्युफैक्चरिंग प्रैक्टिस (जितना आवश्यक हो उतना कम)
**एडीआई - स्वीकार्य दैनिक सेवन (मिलीग्राम प्रति 1 किलोग्राम शरीर भार प्रतिदिन में)

स्वास्थ्य की सुरक्षा के लिए कड़े नियामक उपाय महत्वपूर्ण हैं। विनियम प्रत्येक योजक के लिए अधिकतम अनुमत स्तर निर्धारित करते हैं और सुरक्षित उपभोग सुनिश्चित करने के लिए स्वीकार्य दैनिक सेवन (एडीआई) सीमाएँ निर्धारित करते हैं (तालिका 1)। इनमें स्पष्ट लेबलिंग की भी आवश्यकता होती है ताकि उपभोक्ताओं को उनके भोजन में योजकों की उपस्थिति के बारे में जानकारी मिल सके। जब वैज्ञानिक अध्ययन सुरक्षा संबंधी चिंताएँ उत्पन्न करते हैं, तो हानिकारक पदार्थों पर प्रतिबंध लगाया जा सकता है या उन्हें सीमित किया जा सकता है, और निरंतर निगरानी यह सुनिश्चित करती है कि नए साक्ष्यों की नियमित समीक्षा की जाए। इस तरह की निगरानी खाद्य उत्पादन में तकनीकी नवाचार और उपभोक्ता स्वास्थ्य की सुरक्षा के बीच संतुलन बनाती है।

खाद्य योजकों के लिए अनुमोदन प्रक्रिया

किसी खाद्य योजक को सार्वजनिक उपयोग के लिए अनुमोदित किए जाने से पहले, उसकी सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए एक कठोर और बहु-चरणीय मूल्यांकन किया जाता है। यह प्रक्रिया विष विज्ञान परीक्षण से शुरू होती है, जिसमें मानव स्वास्थ्य पर पदार्थ के अल्पकालिक और दीर्घकालिक, दोनों प्रभावों की जाँच की जाती है। इसके बाद, विभिन्न खाद्य पदार्थों के माध्यम से लोगों द्वारा ग्रहण किए जाने वाले योजक की सामान्य मात्रा का अनुमान लगाने के लिए आहार जोखिम विश्लेषण किया जाता है। इन निष्कर्षों के आधार पर, अधिकारी सुरक्षा सीमाएँ निर्धारित करते हैं, अक्सर 'नो ऑब्जर्व्ड एडवर्स इफेक्ट लेवल' को एक मानक के रूप में उपयोग करते हैं। मूल्यांकन प्रक्रिया में सार्वजनिक परामर्श और विशेषज्ञ समीक्षा भी शामिल हो सकती है, जिससे वैज्ञानिक पैनल और हितधारक अपनी अंतर्दृष्टि प्रदान कर सकें। एक बार जब योजक इन मूल्यांकनों में उत्तीर्ण हो जाता है, तो उसे औपचारिक रूप से अनुमोदित पदार्थों की कानूनी सूची में शामिल कर लिया जाता है, जिससे उसे खाद्य उत्पादन में विनियमित उपयोग के लिए अनुमति मिल जाती है।

भारत में एफएसएसएआई और खाद्य योजक

भारत में, भारतीय खाद्य सुरक्षा एवं मानक प्राधिकरण (एफएसएसएआई) खाद्य योजकों के उपयोग को विनियमित करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। इसका कार्यक्षेत्र 'खाद्य सुरक्षा एवं मानक (खाद्य उत्पाद मानक और खाद्य योजक) विनियम, 2011' के अंतर्गत आता है। इस ढाँचे के अंतर्गत, एफएसएसएआई विशिष्ट खाद्य श्रेणियों में उपयोग के लिए अनुमत योजकों की आधिकारिक सूची प्रकाशित करता है, ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि केवल सुरक्षित और अनुमोदित पदार्थ ही बाजार में आएँ। यह खाद्य प्रसंस्करण में सुरक्षा संबंधी चिंताओं और तकनीकी आवश्यकताओं, दोनों को ध्यान में रखते हुए, प्रत्येक योजक के लिए अधिकतम उपयोग स्तर भी निर्धारित करता है। मानक निर्धारित करने के अलावा, प्राधिकरण उपभोक्ताओं के लिए पारदर्शिता सुनिश्चित करने हेतु सख्त लेबलिंग आवश्यकताओं को लागू करता है, जिससे उनके लिए पैकेज्ड खाद्य पदार्थों में मौजूद योजकों की पहचान करना आसान हो जाता है। अनुपालन बनाए रखने के लिए, एफएसएसएआई पूरे खाद्य उद्योग में नियमित निरीक्षण और नमूना परीक्षण करता है। हालाँकि ये नियम काफी हद तक कोडेक्स एलिमेंटेरियस जैसे अंतर्राष्ट्रीय मानकों के अनुरूप हैं, लेकिन इन्हें भारत की अनूठी खाद्य संस्कृति, आहार पैटर्न और प्रचलित जन स्वास्थ्य प्राथमिकताओं के अनुरूप भी बनाया गया है।

प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों के मामले में सुरक्षित और सूचित विकल्प बनाने के लिए, उपभोक्ता कई व्यावहारिक कदम उठा सकते हैं जो सुविधा और स्वास्थ्य के बीच संतुलन बनाने में मदद करते हैं।

- **खाद्य लेबल को ध्यान से पढ़ें और समझें।** कई खाद्य उत्पादों में योजकों की एक लंबी सूची होती है, जिनमें से कुछ पोषण संबंधी दृष्टिकोण से अनावश्यक हो सकते हैं। सामान्य सिंथेटिक योजकों (कृत्रिम रंग, परिरक्षक और स्वाद बढ़ाने वाले) को पहचानना सीखना उपभोक्ताओं को उन योजकों से बचने में सक्षम बना सकता है जो उनकी स्वास्थ्य प्राथमिकताओं के अनुरूप नहीं हैं। स्वस्थ निर्णय लेने के लिए सामग्री सूची को समझना एक आवश्यक पहला कदम है।

- **जहाँ तक हो सके, प्राकृतिक योजकों वाले उत्पाद चुनें।** ऐसे खाद्य पदार्थों का चयन करना जिनमें प्राकृतिक रंग और परिरक्षक, जैसे चुकंदर का अर्क, हल्दी, रोजमेरी का अर्क या एस्कॉर्बिक एसिड, कृत्रिम विकल्पों की तुलना में अधिक सुरक्षित विकल्प हो सकते हैं। प्राकृतिक योजकों को आमतौर पर अधिक सुरक्षित माना जाता है और कई मामलों में, इनसे एलर्जी होने की संभावना कम होती है।

- **प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों का सेवन सीमित करें।** हालाँकि प्रसंस्कृत उत्पाद संतुलित आहार का हिस्सा हो सकते हैं, लेकिन इन्हें दैनिक पोषण का आधार नहीं होना चाहिए। अधिक संपूर्ण, असंसाधित खाद्य पदार्थों-जैसे ताजे फल, सब्जियाँ, साबुत अनाज, फलियाँ और लीन प्रोटीन-को शामिल करने से समग्र पोषण गुणवत्ता में सुधार करते हुए योजकों पर निर्भरता कम करने में मदद मिलती है।

- **व्यक्तिगत संवेदनशीलता और एलर्जी के प्रति सचेत रहें।** कुछ योजक, जैसे मोनोसोडियम ग्लूटामेट (एमएसजी), सल्फाइट और कुछ सिंथेटिक रंग, संवेदनशील व्यक्तियों में प्रतिकूल प्रतिक्रियाएँ पैदा कर सकते हैं। व्यक्तिगत ट्रिगर्स के बारे में जागरूक रहना और इन योतकों के लिए उत्पाद लेबल की जाँच करना स्वास्थ्य समस्याओं और असुविधाओं को रोक सकता है।

निष्कर्ष

आधुनिक खाद्य परिदृश्य में, योजक और परिरक्षक, खाद्य पदार्थों की शेल्फ लाइफ बढ़ाने, स्थिरता बनाए रखने, संवेदी आकर्षण में सुधार लाने और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक घटक हैं। लेसिथिन और करक्यूमिन जैसे प्राकृतिक रूप से प्राप्त पदार्थों से लेकर सोडियम बेंजोएट और एस्पार्टेम जैसे सिंथेटिक यौगिकों तक, ये योजक पैकेज्ड खाद्य उत्पादों की सुविधा और गुणवत्ता में योगदान करते हैं। हालाँकि, इनके व्यापक उपयोग ने कुछ वैध स्वास्थ्य संबंधी चिंताओं को भी जन्म दिया है। योजक और परिरक्षको के दीर्घकालिक सेवन से एलर्जी और संचयी विषाक्तता जैसे संभावित प्रतिकूल प्रभावों के मद्देनजर किया गया वैज्ञानिक अनुसंधान, नियामक सीमाओं के भीतर खाद्य योजकों के उपयोग के महत्व को रेखांकित करता है। इसके अलावा, सिंथेटिक रंगों, स्वाद बढ़ाने वाले पदार्थों और पायसीकारी पदार्थों की मौजूदगी को संवेदनशील आबादी में व्यवहार संबंधी समस्याओं और संभावित दीर्घकालिक स्वास्थ्य परिणामों से जोड़ा गया है। इस जटिल क्षेत्र में आगे बढ़ने के लिए, उपभोक्ताओं के लिए सूचित रहना और खाद्य उद्योगों के लिए पारदर्शिता बनाए रखना जरूरी है। एफएसएसएआई, एफडीए, ईएफएसए और डब्ल्यूएसओ जैसी नियामक संस्थाएँ कठोर वैज्ञानिक मूल्यांकन और अद्यतन कानूनों के माध्यम से खाद्य योजकों की सुरक्षा और प्रभावकारिता सुनिश्चित करती हैं। फिर भी, जिम्मेदार उपभोग को प्रोत्साहित करने में उपभोक्ता शिक्षा एक महत्वपूर्ण कारक बनी हुई है। अंततः, एक संतुलित दृष्टिकोण-प्राकृतिक विकल्पों, नियामक अनुपालन और जन जागरूकता पर जोर-यह सुनिश्चित करने में मदद कर सकता है कि खाद्य योजक जन स्वास्थ्य से समझौता किए बिना अपना उद्देश्य पूरा करते रहें।

बागवानी फसल की परिपक्वता का निर्धारण

कल्याणी शर्मा, राजेश कुमार विश्वकर्मा[1] एवं दिनेश कुमार[1]

उद्यान एवं वानिकी महाविद्यालय, केन्द्रीय कृषि विश्वविद्यालय (इम्फाल), पासीघाट, अरुणाचल प्रदेश

[1]भाकृअनुप-केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

फलों और सब्जियों का पकना एक स्वाभाविक प्रक्रिया है। इसी अवस्था के बाद ही ये सामान्य रूप से खाने योग्य और स्वादिष्ट बनते हैं। जब फल पकने लगते हैं तो पौधे से उनके पोषण तत्त्व नियमित रूप से मिलते रहते हैं। परंतु जैसे ही फल पूरी तरह पक जाते हैं पौधे से इनका संबंध कमजोर होने लगता है। इसके बाद फल अपने अंदर ही विभिन्न परिवर्तन करते हैं। इस दौरान कार्बोहाइड्रेट शर्करा में बदल जाते हैं, जिससे उनका स्वाद मीठा हो जाता है, साथ ही विशेष प्रकार की खुशबू और रंग भी विकसित होते हैं।

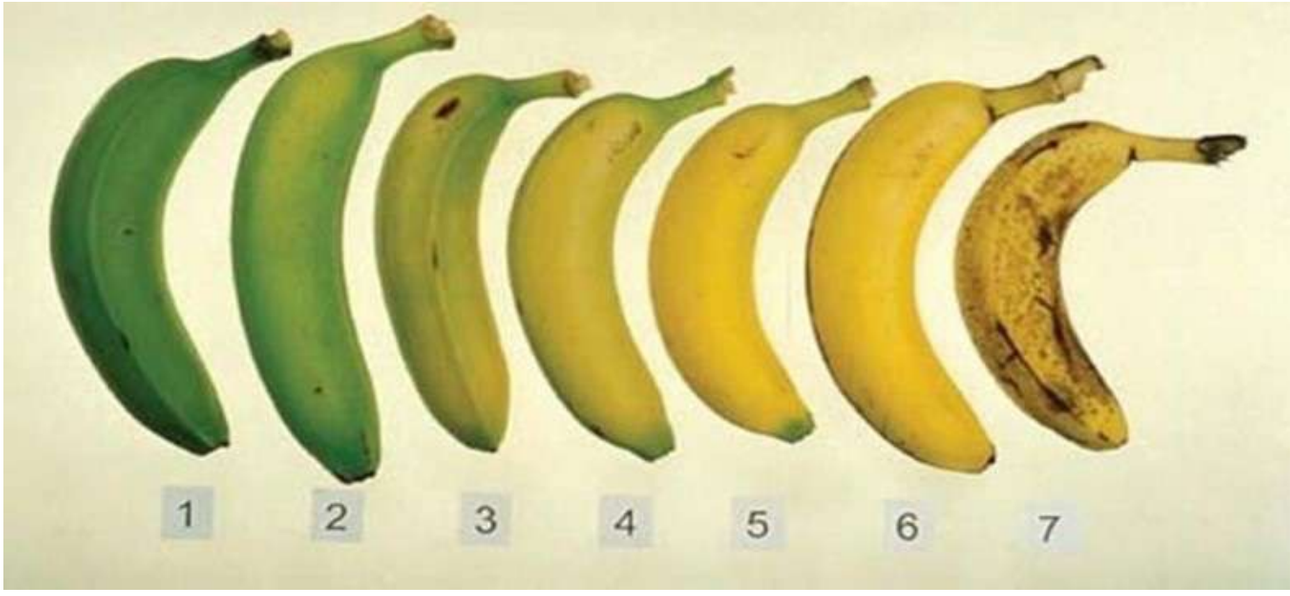
अनुसंधानों से यह स्पष्ट हुआ है कि पकने की अवस्था में फल की संरचना, स्वाद और गुणवत्ता सीधे प्रभावित होती है। उदाहरण के लिए, जब फल पकने लगते हैं तो उनमें नई सुगंध विकसित होती है और उनका गूदा नरम होने लगता है। वहीं, सामान्यत: उनमें मौजूद स्टार्च धीरे-धीरे शर्करा में बदल जाता है, जिससे मिठास बढ़ती है और स्वाद में निखार आता है। यदि फल पूरी तरह पक जाने के बाद तोड़े जाएँ तो वे जल्दी खराब हो जाते हैं और उनका भंडारण व परिवहन कठिन हो जाता है। ऐसे फलों की ताजगी और शेल्फ-लाइफ कम हो जाती है। इसलिए फलों और सब्जियों को सुरक्षित रखने, सही ढंग से परिवहन करने और बाजार तक अधिक समय तक ताजा पहुँचाने के लिए सही अवस्था में तोड़ना बेहद आवश्यक है।

परिपक्वता एक गतिशील प्रक्रिया है जो विभिन्न अवस्थाओं से गुजरती है। फल या सब्जी को किस अवस्था में तोड़ा जाए, यह इस बात पर निर्भर करता है कि हम उसे कितनी दूर ले जाना चाहते है, कहाँ बेचना चाहते हैं और उसका शेल्फ लाइफ कितना चाहते हैं। स्थिति या अवस्था के आधार पर परिपक्वता की मुख्य अवस्थाएँ निम्नलिखित हैं:-

- **शारीरिक परिपक्वता :** यह वह अवस्था है जब फल का विकास पूर्ण हो जाता है और वह पौधे से अलग होने के बाद भी पकने की क्षमता रखता है। इसे परिपक्वता भी कहते हैं। इस अवस्था में तोड़े गए फल भंडारण, परिवहन और बिक्री के लिए उपयुक्त होते हैं।
- **वाणिज्यिक परिपक्वता :** यह वह अवस्था है जब फल उपभोक्ता द्वारा उपयोग के लिए तैयार होता है। यह परिपक्वता का वह बिंदु है जब फल को तोड़ा जाता है। यह शारीरिक परिपक्वता से भिन्न हो सकती है। उदाहरण के लिए केले को हरा (वाणिज्यिक रूप से परिपक्व) तोड़ा जाता है, लेकिन वह पीला होकर खाने के लिए (शारीरिक रूप से परिपक्व) बाद में तैयार होता है।

फल एवं सब्जियों की परिपक्वता : एक झलक

- परिपक्वता फल एवं सब्जियों की विकासात्मक अवस्था है, जिसमें उत्पाद उपभोग, भंडारण एवं प्रसंस्करण के लिए उपयुक्त बनता है।
- इस प्रक्रिया के दौरान रंग, आकार, बनावट, स्वाद एवं सुगंध में क्रमिक परिवर्तन होते हैं।
- परिपक्वता अवस्था का सही निर्धारण उत्पाद की गुणवत्ता, शेल्फ-लाइफ एवं बाजार मूल्य को सीधे प्रभावित करता है।
- अत्यधिक या अपर्याप्त परिपक्व अवस्था में तुड़ाई करने से गुणवत्ता ह्रास, अधिक क्षति एवं आर्थिक नुकसान होता है।
- अत: फल-सब्जियों की वैज्ञानिक परिपक्वता पहचान आधुनिक बागवानी एवं प्रसंस्करण का महत्वपूर्ण आधार है।



चित्र 1. कायिक परिवर्तन (कोणीय से वक्रकार) परिपक्वता मार्गदर्शिका

- **कृषि परिपक्वता :** यह वह अवस्था है जब फल या सब्जी को कटाई या तुड़ाई के लिए उपयुक्त माना जाता है। यह अवस्था फसल के प्रकार और उद्देश्य पर निर्भर करती है।
- **पूर्ण परिपक्वता :** यह वह अवस्था है जब फल अपने चरम स्वाद, रंग, सुगंध और गुणवत्ता पर पहुँच जाता है और खाने के लिए तैयार होता है। इस अवस्था में फल नरम हो जाते हैं और इनका शेल्फ जीवन कम होता है।

तुड़ाई परिपक्वता पर होनी चाहिए, जो उपज को एक स्वीकार्य स्वाद विकसित करने में सहायक होती है। तुड़ाई एक आवश्यक आकार में ही होनी चाहिए। साथ ही, बाजार और पर्याप्त शेल्फ लाइफ (भंडारण अवधि) होनी चाहिए।

तुड़ाई के मुख्य सिद्धांत

उचित परिपक्वता पर तुड़ाई:- तुड़ाई हमेशा उस विशिष्ट परिपक्वता अवस्था पर होनी चाहिए जब फल ने अपना विशिष्ट स्वाद विकसित कर लिया हो और वह उपभोक्ता के लिए स्वीकार्य तथा स्वादिष्ट हो।

उपयुक्त आकार:- फल या सब्जी का आकार उसके परिपक्व होने का एक प्रमुख संकेतक है। तुड़ाई तभी करनी चाहिए जब उपज ने अपना वांछित आकार प्राप्त कर लिया हो।

बाजार की दूरी और शेल्फ लाइफ:- तुड़ाई का निर्णय बाजार की दूरी और आवश्यक भंडारण अवधि पर भी निर्भर करता है। दूर के बाजारों के लिए भेजी जाने वाली उपज को थोड़ी कम परिपक्व अवस्था में तोड़ा जाता है, ताकि परिवहन के दौरान वह खराब न हो।

बाहरी गुणों द्वारा आकलन:- गर्म जलवायु में, बागवानी परिपक्वता का आकलन करने के लिए फलों के बाहरी लक्षणों का उपयोग किया जाता है। इनमें शामिल हैं।

- छिलके का रंग
- आकार
- स्वाद
- दृढ़ता

इन लक्षणों में होने वाले परिवर्तन फल की आंतरिक परिपक्वता का सटीक संकेत देते हैं।

विभिन्न सब्जियों की तुड़ाई के मानदंड

- फल जब आकार और रंग में सही अवस्था पर पहुँचते हैं, तब उनकी तुड़ाई की जाती है। छोटे फलों को अक्सर थोक व्यापार के लिए तोड़ा जाता है।
- फली और लोबिया जैसी फसलें तोड़ाई के प्रारंभिक चरण में ही कर ली जाती हैं।

फल पकने की प्रक्रिया

- पकना एक जैव-रासायनिक प्रक्रिया है।
- स्टार्च का शर्करा में रूपांतरण होता है।
- एथिलीन गैस पकने को नियंत्रित करती है।
- फल नरम, मीठे एवं सुगंधित हो जाते हैं।

- मिर्च, लौकी, करेला और गोभी जैसी सब्जियों में तुड़ाई उनके आकार के अनुसार की जाती है।
- गन्ने के सिर और फसल के डंठल को पूरी मिठास आने से पहले ही काटा जाता है।
- फूल और पत्तेदार सब्जियाँ
- फूलगोभी और ब्रोकोली जैसी फसलों को उनके सघन और उपयुक्त आकार में पहुँचते ही तोड़ लेना चाहिए।
- पालक और लेट्यूस जैसी पत्तेदार सब्जियों की तुड़ाई उनके कोमल अवस्था में करना सबसे उपयुक्त होता है।

परिपक्वता को प्रभावित करने वाले कारक

फसलों की परिपक्वता अवधि कई कारकों पर निर्भर करती है, जिन्हें समझना किसानों के लिए अत्यंत महत्वपूर्ण है। ये कारक निम्नलिखित हैं.

तापमान: उच्च तापमान परिपक्वता की प्रक्रिया को तेज कर देता है। जैसे अंगूर पश्चिमी भारत में 100 दिनों में पकते हैं, जबकि गर्म उत्तरी भारत में केवल 82 दिन ही पर्याप्त होते हैं। नींबू और आम जैसे फल सर्दियों की तुलना में गर्मी में पकने में कम समय लेते हैं। फलों के धूप के सम्पर्क वाले हिस्सों में क्लोरोफिल का विघटन, पीला पड़ना (कैरोटेनॉयड्स का संश्लेषण), स्टार्च और अन्य अवाष्पशील पदार्थों का घुलना, कुल घुलनशील ठोस में वृद्धि और अम्लता में कमी परिपक्वता की विशेषताएं हैं।

मिट्टी का प्रकार: जिस मिट्टी में फलों के पेड़ उगाए जाते हैं, वह परिपक्वता के समय को प्रभावित करती है। जैसे भारी मिट्टी की तुलना में हल्की बलुई मिट्टी में अंगूरों की तुड़ाई जल्दी की जा सकती है।

रोपण सामग्री का आकार: प्रचलित फलों में, यह कारक फल की परिपक्वता को प्रभावित करता है। जैसे केले में,फूल आने से लेकर फल बनने तक के दिनों की संख्या छोटे कंदों की तुलना में बड़े कंदों और अधिक पाई गई थी।

घनत्व: पौधों के बीच की दूरी पहाड़ी क्षेत्रों के केले में, पौधों के बीच कम दूरी (उच्च घनत्व) रखने से परिपक्वता जल्दी आती है।

कटाई-छंटाई की तीव्रता: इससे परिपक्वता को बढ़ाया जा सकता है।

ग्राफ्टिंग/कलम बांधने की प्रक्रिया: ग्राफ्टिंग एक पौधे के तने के ऊतकों को दूसरे पौधे के साथ जोड़ने की प्रक्रिया है, जो हार्मोन्स आदि के नीचे की ओर स्थानांतरण को रोकती है। ग्राफ्ट यूनियन के ऊपर जो पदार्थ जमा हो जाते हैं, वे अंगूर की बेलों में परिपक्वता को तेज करते हैं। यह असमान रूप से पकने वाली किस्मों में हरे रंग के दानों (बेरीज) को कम करता है और छोटे दानों की संख्या को भी कम करता है। यदि फसल का घनत्व (स्पेसिंग) कम रखा गया हो, तो यह प्रभावहीन हो सकता है। साथ ही, साइकोसिबिक एसिड (एब्सिसिक एसिड और जिबरेलिन का एक अवरोधक) का ग्राफ्टिंग के साथ सहक्रियात्मक प्रभाव होता है।

तालिका 1: फलों और सब्जियों की कटाई के लिए परिपक्वता का मानदंड

क्रम	मूल्यांकन का आधार	संकेत	उदाहरण
1	आकार	फल अपने सामान्य आकार में पहुँच जाए	आम, अमरूद, केला
2	रंग	हरे से पीले, लाल या नारंगी रंग में परिवर्तन	आम, टमाटर, पपीता
3	सुगंध	पकने पर विशेष खुशबू विकसित होना	केला, आम, चीकू
4	कठोरता/नरमी	फल दबाने पर हल्का नरम लगे	आड़ू, नाशपाती, एवोकाडो
5	रस और स्वाद	मिठास और रस की वृद्धि	संतरा, मौसमी, अंगूर
6	बीज की अवस्था	बीज का कठोर होना	अमरूद, टमाटर
7	गिरना	कुछ फल पेड़ से स्वयं गिरने लगते हैं	अमरूद, आड़ू

परिपक्वता के प्रकार

- शारीरिक परिपक्वता - फल का विकास पूर्ण
- वाणिज्यिक परिपक्वता - बाजार हेतु उपयुक्त
- कृषि परिपक्वता - कटाई-तुड़ाई के लिए उपयुक्त
- पूर्ण परिपक्वता - सर्वोत्तम स्वाद, कम भंडारण

परिपक्वता सूचकांक

परिपक्वता सूचकांक उपभोक्ता के उद्देश्य, वस्तु के प्रकार आदि के अनुसार फलों, सब्जियों और रोपण फसलों की कटाई का निर्धारण करने वाले कारक और दृश्य माध्यमों (रंग, आकार), भौतिक साधनों (दृढ़ता, कोमलता) एवं रासायनिक विश्लेषण द्वारा जांचा जा सकता है। ये ऐसे संकेत हैं, जिनके द्वारा परिपक्वता को सुनिश्चित किया जाता है। विभिन्न सूचकांक इस प्रकार हैं:-

1. कायिक सूचकांक

- **आकार और कायिक:** फलों की परिपक्वता का आकलन फसल के समय उनके अंतिम आकार और कायिक से किया जा सकता है। परिपक्वता तय करने के लिए कुछ उदाहरणों में फलों के आकार का उपयोग किया जा सकता है। उदाहरण के लिए केला, कोणीय आकार अर्द्धवश्त में बदल जाता है।
- **रंग:** कई फलों के हरे रंग का क्षरण परिपक्वता के लिए एक महत्वपूर्ण मार्गदर्शिका है।

2. भौतिक सूचकांक

- **दृढ़ता:** जैसे-जैसे फल परिपक्व और पकते हैं, वे कोशिकाओं के मध्य लैमेला के घुलने से नरम हो जाते हैं। कई फलों जैसे सेब, नाशपाती, आड़ू, बेर, अमरूद, किन्नू आदि में दृढ़ता का उपयोग फसल की परिपक्वता निर्धारित करने के लिए किया जा सकता है। अंतर्वेधनमापी, फल के गूदे में निर्दिष्ट आकार के प्लंजर को डालने के बाद आवश्यक दबाव को मापता है।
- **विशिष्ट गुरुत्व:** विशिष्ट गुरुत्व किसी पदार्थ के घनत्व एवं संदर्भ पदार्थ के घनत्व का अनुपात होता है। जैसे-जैसे फल परिपक्व होते हैं, उनका विशिष्ट गुरुत्व बढ़ता जाता है। फ़सल की कटाई कब करनी है, इसका निर्धारिण करने के लिए व्यवहार में इस मानक का शायद ही कभी उपयोग किया जाता है। परन्तु ऐसा करने के लिए फल या सब्जी को पानी के टैंक में रखा जाता है।

3. दृश्य सूचकांक

ये सबसे सुविधाजनक सूचकांक हैं। पौधे या फल पर कुछ संकेतों को संकेत के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है। उदाहरण-केले में शीर्ष पत्तियों का सूखना, कटहल में डंठलों के अंतिम पत्ते का पीला पड़ना। पकने के बाद तुड़ाई करने पर आम के कटे फलों के डंठल से रस का प्रवाह धीमा हो जाता है लेकिन अपरिपक्व फलों में रिसाव अधिक होता है। जो तैरते हैं, वे डूबने वालों की तुलना में कम परिपक्व होते हैं।

- **रासायनिक मापन:** कुल घुलनशील ठोस (टीएसएस) इसे हस्त अपवर्तनमापी का उपयोग करके फलों के रस के एक छोटे से नमूने में निर्धारित किया जा सकता है।

तालिका 2: परागण से बागवानी परिपक्वता तक का समय

क्र सं	सब्जियाँ	फसल काटने का समय/ परिपक्वता (दिन)
1	लौकी	5-6
2	स्क्वाश	7-8
3	बैंगन	25-40
4	ओकरा	4-6
5	काली मिर्च (हरी अवस्था)	45-55
6	काली मिर्च (लाल अवस्था)	60-70
7	कद्दू (परिपक्व)	65-70
8	टमाटर (परिपक्व हरा)	35-45
9	टमाटर (लाल पका हुआ)	45-60
10	मटर	30-35

तालिका 3: फसल अनुसार तोड़ाई की अवस्था

फसल व सब्जी	तुड़ाई की अवस्था	उपयोग व बाजार महत्व
फली, लोबिया	प्रारंभिक अवस्था	ताजा हरी सब्जी के रूप में बिक्री
मिर्च, लौकी, करेला, गोभी	उचित आकार प्राप्त होने पर	उपभोक्ता बाजार हेतु
गन्ने का सिर व डंठल	पूरी मिठास आने से पहले	रस/चीनी उत्पादन
फूलगोभी, ब्रोकोली	सघन व उपयुक्त आकार पर	ताजा सब्जी के रूप में
पालक, लेट्यूस	कोमल अवस्था पर	पत्तेदार सब्जी के रूप में अधिक मांग

अपवर्तनमापी, अपवर्तक सूचकांक को मापता है। जो इंगित करता है कि फलों के रस से गुजरने पर प्रकाश की किरण कितनी धीमी हो जाएगी।

- **अनुमाप्य अम्लता:** यह अनुमापनीय अम्लता रस की ज्ञात मात्रा को अंतिम बिंदु तक सोडियम हाइड्रोऑक्साइड के साथ अनुमापन करके निर्धारित किया जा सकता है। अनुमापनीय अम्लता की गणना के लिए आवश्यक सोडियम हाइड्रोऑक्साइड के मिलीलीटर का उपयोग किया जाता है।

4. परिकलित सूचकांक

- **पूर्ण फलने-फूलने के बाद कैलेंडर दिनांक/दिन:** फ़सल काटने के लिए उपयोगी मार्गदर्शिका है,जहाँ जलवायु में मौसमी बदलाव कम होता है। यह विधि तब अच्छी तरह से काम करती है जब फलने-फूलने की अवधि कम होती है।
- **ताप इकाईयाँ:** यह पाया गया है कि आमतौर पर गर्म परिस्थितियों में एक फसल को परिपक्व करने के लिए ताप इकाई की एक विशेष संख्या की आवश्यकता होती है। यह इस सिद्धांत पर आधारित है कि पौधे के अंग की वृद्धि परिवेश के तापमान के साथ सीधे आनुपातिक होती है।

अंतर्वेधनमापी से फल की परिपक्वता का निर्धारण

शारीरिक विधि:

- **श्वसन दर:** विशेष रूप से जलवायु संबंधी फलों पर कटाई के सबसे उपयुक्त समय को सटीक रूप से इंगित किया जा सकता है क्योंकि श्वसन में जलवायु संबंधी वृद्धि होती है।
- **एथिलीन उत्पादन:** श्वसन वृद्धि की तरह जलवायु वाले फलों में भी सांद्र एथिलीन होता है। आमतौर पर, यह तेजी से होता है। जैसे-जैसे फल पकते हैं, उनमें कई बदलाव देखे जा सकते हैं, जैसे पपीते में लेटेक्स लगभग पानीदार हो जाता है। चीकू में परिपक्वता पर प्रवाह कम हो जाता है। केला और चीकू जैसे फलों में, फूलों के सिरे अधिक भंगुर हो जाते हैं और कोमल स्पर्श से या अपने आप झड़ जाते हैं। चीकू में, फलों के छिलके पर भूरे रंग का पपड़ी बनना शुरू हो जाता है। आम में वातरंध्र अधिक प्रमुख हो जाते हैं और मोमी फूल धीरे-धीरे गायब हो जाते हैं। अंगूर पारभासी फूल विकसित करते हैं। अन्य परिवर्तन जैसे केले में कोणीयता, सीताफल के खंडों के बीच मलाईदार चौड़ी जगह का विकास और अनानास में आंखों का चपटापन और लीची में यक्ष्मिकाभ गुलिका इत्यादि विश्वसनीय परिपक्वता सूचकांक के रूप में काम करते हैं।

बीज विकास

इसका उपयोग फलों की परिपक्वता के सूचकांक के रूप में भी किया जा सकता है, उदाहरण दृढ़ता के लिए आम के

तालिका 4. फलों की परिपक्वता, कुल घुलन शील ठोस, फल की खटास, घनत्व और रंग

क्रम	फल	तुड़ाई संकेत	कुल घुलनशील ठोस %	फल की खटास %	घनत्व, रस और पानी की मात्रा	रंग
1	आम	गालों पर लालिमा, गूदा नरम	14 से 18	0.2 से 0.3	1.03 से 1.05	हरा → पीला व लाल
2	केला	किनारे गोल, हल्का पीला	18 से 22	0.1 से 0.2	1.05 से 1.07	हरा → पीला
3	पपीता	पीले धब्बे, गूदा नरम	10 से 12	0.1 से 0.2	1.03 से 1.04	हरा → पीला
4	अमरूद	हल्का पीला, सुगंध	8 से 12	0.3 से 0.5	1.02 से 1.04	हरा → पीला
5	संतरा	छिलका पीला/नारंगी, रस बढ़ना	10 से 14	0.6 से 1.2	1.03 से 1.06	हरा → नारंगी
6	अंगूर	दाने का रंग गहरा	16 से 22	0.2 से 0.3	1.04 से 1.06	हरा → लाल व काला
7	सेब	लालिमा, बीज भूरा	12 से 16	0.3 से 0.6	1.04 से 1.06	हरा → लाल
8	नाशपाती	हल्का नरम, सुगंध	12 से 16	0.2 से 0.4	1.03 से 1.05	हरा → पीला व लाल
9	चीकू	छिलका हल्का भूरा, फल नरम	19 से 23	0.1 से 0.2	1.06 से 1.08	भूरा
10	तरबूज	थपथपाने पर खोखली आवाज	9 से 12	0.1 से 0.2	1.02 से 1.03	हरा → लाल गूदा
11	खरबूजा	जालदार छिलका, मीठी सुगंध	10 से 14	0.1 से 0.2	1.03 से 1.04	हरा → पीला व नारंगी
12	अनार	छिलका रंग बदलना, रस संतुलित	14 से 18	0.5 से 0.8	1.04 से 1.06	हरा → लाल
13	लीची	छिलका लाल/गुलाबी, गूदा मुलायम	15 से 20	0.2 से 0.3	1.03 से 1.04	हरा → लाल
14	स्ट्रॉबेरी	चमकदार लाल गूदा	7 से 10	0.8 से 1.0	1.03 से 1.04	लाल
15	एवोकाडो	हल्का नरम गूदा	5 से 7	0.1 से 0.2	1.02 से 1.03	हरा → गहरा हरा
16	पाइनएप्पल	रंग पीला, हल्का नरम, सुगंध	12 से 15	0.5 से 0.8	1.04 से 1.06	हरा → पीला
17	किवी	हल्का नरम, गूदा मीठा	10 से 15	0.3 से 0.4	1.03 से 1.04	हरा → भूरा

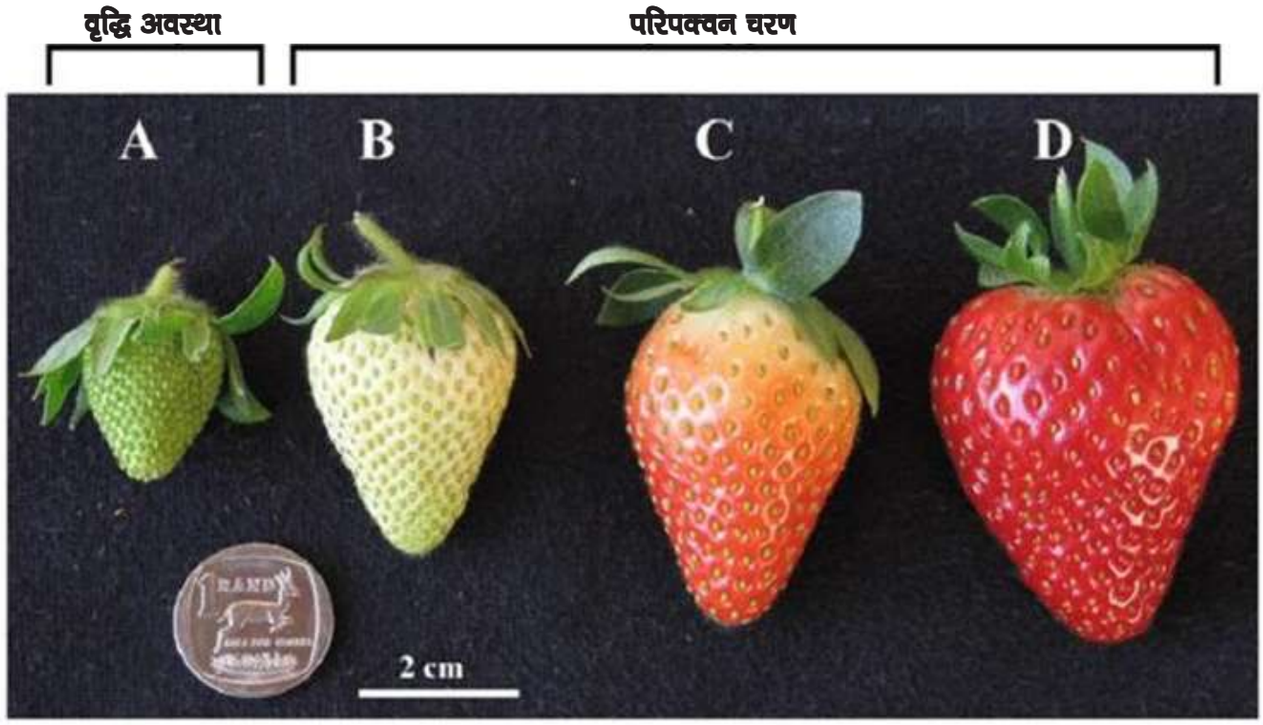
फल में तंतु एवं सख्त अंत: फलभित्ति का विकास साथ ही कलियों के खराब होने की शुरुआत को कभी-कभी इसे आम में फलों की परिपक्वता के सूचकांक के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है।

कैलेंडर की तारीख

मौसमी जलवायु में उगाई जाने वाली बारहमासी फसलों के लिए, जो साल-दर-साल लगभग एक समान रहती हैं, फसल की कैलेंडर तिथि व्यावसायिक परिपक्वता के लिए एक उपयोगी मार्गदर्शक है। यह दृष्टिकोण फूलों के समय की एक पूर्वनिर्धारित तिथि और फूलों से परिपक्वता तक की एक अपेक्षाकृत निरंतर विकास अवधि पर निर्भर करता है। फूलों का समय काफी हद तक तापमान पर निर्भर करता है, और कुछ फसलों के लिए, फूलों से तुड़ाई तक के दिनों की संख्या में भिन्नता की गणना तापमान इकाई की अवधारणा का उपयोग करके की जा सकती है। तापमान इकाई की सहायता से व्यापक रूप से बदलती जलवायु में नए पेश किए गए फलों की फसल तिथि का अनुमान लगाया जा सकता है। प्रत्येक

तुड़ाई के प्रमुख सिद्धांत

- तुड़ाई उचित परिपक्वता अवस्था पर करनी चाहिए
- फल सब्जी का आकार प्रमुख संकेतक है
- बाजार दूरी के अनुसार तुड़ाई अवस्था बदलती है
- समय पर तुड़ाई से आर्थिक लाभ बढ़ता है



वर्ण परिवर्तन से फल की परिपक्वता का निर्धारण

उपज के लिए, फलों के विकास के लिए गर्मी की आवश्यकता की गणना डिग्री-दिनों के संदर्भ में की जा सकती है। उच्च तापमान पर परिपक्वता तेजी से होती है क्योंकि गर्मी की आवश्यकता पूरी हो जाती है। यह ऊष्मा इकाई प्रसंस्करण के

तालिका 5: सब्जी फसलों कि परिपक्वता के सूचक

जड़ और कंद फसलें	परिपक्वता सूचक
मूली और गाजर	काफी बड़ी और कुरकुरी
आलू, प्याज और लहसुन	शीर्ष पत्ते सूखने लगते हैं और पलट जाते हैं
रतालू, सेम और अदरक	काफी बड़े
फल सब्जी	
लोबिया, सेम, मीठे मटर, पंखों वाला सेम	अच्छी तरह से भरे पॉड्स जो आसानी से टूट जाते हैं
लीमा सेम और अरहर	फली जो खोने लगी हैं हरापन
भिंडी	वांछित आकार और जिसके सिरे आसानी से तड़क सकते हैं
तुरई	अँगूठे का नाखून मांस में आसानी से प्रवेश कर सकता है
करेला, खीरे के टुकड़े	वांछनीय आकार लेकिन अभी भी मुलायम
टमाटर	फल काटने पर बीज झड़ जाते हैं, या हरे रंग के हो जाते हैं
खरबूजा	आसानी से तना से अलग हो जाता है और हल्का सा मरोड़ छोड़ देता है
तरबूज	थपथपाने पर खोखली आवाज आती है
फूल सब्जियां	
फूलगोभी	सघन गुच्छित फूल
हरी पत्ते फूलगोभी	सघन गुच्छित पत्ते

लिए मकई, मटर और टमाटर जैसी फसलों की योजना, रोपण, कटाई और कारखाने के कार्यक्रमों में मदद करती है।

निष्कर्ष

बागवानी फसलों (फलों एवं सब्जियों) में परिपक्वता का सही निर्धारण फसल की गुणवत्ता, भंडारण क्षमता, परिवहन योग्यता और आर्थिक मूल्य को प्रत्यक्ष रूप से प्रभावित करने वाली एक अत्यंत महत्वपूर्ण वैज्ञानिक प्रक्रिया है। यह एक

गतिशील प्रक्रिया है जो विभिन्न अवस्थाओं से होकर गुजरती है। जैसे अवस्थाएँ, कारक और सूचक, इन सभी वैज्ञानिक मापदंडों के उपयोग से परिपक्वता का सटीक अनुमान लगाया जा सकता है। इससे किसान फसल की गुणवत्ता में सुधार, भंडारण एवं निर्यात क्षमता में वृद्धि तथा आर्थिक लाभ प्राप्त कर सकते हैं। परिपक्वता का वैज्ञानिक ज्ञान ही आधुनिक बागवानी की लाभप्रदता एवं स्थायित्व का आधार है।

रंग परिवर्तन एवं परिपक्वता

- रंग परिवर्तन आंतरिक परिपक्वता का संकेतक
- गैर-विनाशकारी एवं त्वरित विधि
- निर्यात एवं प्रसंस्करण हेतु उपयोगी
- गुणवत्ता नियंत्रण में सहायक

कटाई उपरांत आंवला का प्रबंधन

अजीत कुमार सिंह, भगवान दीन, पुष्पेंद्र कुमार एवं नवीन कुमार मौर्य

उद्यान एवं वानिकी महाविद्यालय, आचार्य नरेंद्र देव कृषि एवं वानिकी विश्वविद्यालय, कुमारगंज, अयोध्या, उत्तर प्रदेश

आंवला भारत की एक प्रमुख औषधीय एवं पोषक फल है, जो कि विशेष रूप से अपने उच्च विटामिन-सी, एंटीऑक्सीडेंट एवं औषधीय गुणों के लिए जानी जाती है। यद्यपि आवला का पोषण एवं औद्योगिक महत्व अत्यधिक है, परंतु कटाई उपरांत अनुचित प्रबंधन के कारण भारी मात्रा में गुणवत्ता ह्रास एवं आर्थिक क्षति होती है। आंवला के कटाई उपरांत होने वाले भौतिक, रासायनिक एवं जैविक परिवर्तनों, भंडारण समस्याओं तथा आधुनिक पोस्ट-हार्वेस्ट प्रबंधन तकनीकों जैसे प्री-कूलिंग, रासायनिक एवं जैविक उपचार, पैकेजिंग, शीत भंडारण एवं मूल्य संवर्धन पर केंद्रित है। अध्ययन से स्पष्ट होता है कि वैज्ञानिक कटाई उपरांत प्रबंधन अपनाकर आंवला की शेल्फ-लाइफ, पोषण गुणवत्ता एवं विपणन क्षमता में उल्लेखनीय वृद्धि की जा सकती है।

परिचय

स्वस्थ शरीर के लिए संतुलित आहार आवश्यक है, जिसमें फलों की महत्वपूर्ण भूमिका होती है। फल हमारे शरीर को आवश्यक विटामिन और खनिज तत्व प्रदान करते हैं। भारत की विविध जलवायु के कारण यहाँ लगभग सभी प्रकार के फल उगाए जाते हैं। उत्तर भारत में आम, आंवला, केला, अमरूद, बेल और नींबू वर्गीय फलों का अच्छा उत्पादन होता है। फलों में पानी की मात्रा अधिक (65-95 प्रतिशत) होती है और कटाई के बाद श्वसन एवं वाष्पोत्सर्जन के कारण ये जल्दी खराब हो जाते हैं। इन्हीं फलों में आंवला एक अत्यंत उपयोगी और स्वास्थ्यवर्धक फल है। यह कठोर, सूखा सहनशील तथा कम उपजाऊ, क्षारीय एवं हल्की लवणीय मिट्टी में भी अच्छी उपज देता है। इसलिए यह कम लागत वाली खेती के लिए बहुत उपयुक्त फल है। आंवला भारत का मूल एवं उपोष्ण-कटिबंधीय फल है। यह यूफोरबिएसी (वर्तमान में फिलैंथेसी) कुल का पौधा है। भारत में आँवला की खेती लगभग 94,000 हेक्टेयर क्षेत्र में की जाती है, जिससे कुल उत्पादन लगभग 10.98 लाख टन होता है। उत्तर प्रदेश में आँवला की खेती का क्षेत्र विशेष रूप से प्रतापगढ़ एवं अयोध्या जिलों के आस-पास के क्षेत्रों में सर्वाधिक उगाया जाता है। राज्य में आँवला के अंतर्गत कुल क्षेत्रफल लगभग 15.75 हजार हेक्टेयर है, जिससे लगभग 63.00 हजार मीट्रिक टन उत्पादन प्राप्त होता है तथा औसत उत्पादकता लगभग 4.0 मीट्रिक टन प्रति हेक्टेयर है। आंवला विटामिन-सी और पॉलीफिनॉल्स का बहुत अच्छा स्रोत है, इसलिए इसे

आंवला का पका हुआ फल

आंवला का वृक्ष

''अमृत फल'' भी कहा जाता है। आंवला में लगभग 600 मि.ग्रा. विटामिन-सी, कार्बोहाइड्रेट, प्रोटीन, खनिज तत्व, कैल्शियम, फास्फोरस, लोहा तथा निकोटिनिक एसिड पाए जाते हैं। इसके अलावा इसमें गैलिक एसिड, टैनिक एसिड और एल्ब्यूमिन जैसे औषधीय तत्व भी होते हैं। नियमित रूप से आंवला खाने से पाचन, मधुमेह, हृदय रोग तथा रक्त संबंधी विकारों को नियंत्रित करने में सहायता मिलती है।

आंवला का मूल्यवर्धन एवं उपयोग

- आंवला का स्वाद कसैला और खट्टा होता है तथा इसकी शेल्फ लाइफ कम से कम 6-7 दिन की होती है। इसलिए इसे लंबे समय तक ताजा नहीं रखा जा सकता। इसके पोषक तत्वों को सुरक्षित रखने के लिए इससे कई स्वादिष्ट और उपयोगी उत्पाद बनाए जाते हैं, जैसे- मुरब्बा, कैंडी, सुपारी, सूखी फांक, रस, लड्डू, बर्फी, पाउडर, च्यवनप्राश, त्रिफला आदि। कटाई के बाद लगभग 15-20 प्रतिशत फल खराब हो जाते हैं, जिससे किसानों और उपभोक्ताओं को नुकसान होता है। यदि सरल और कम लागत वाली तकनीकों को अपनाया जाए, तो यह नुकसान कम किया जा सकता है और किसानों की आय बढ़ाई जा सकती है। आंवला आधारित प्रसंस्करण से कुटीर उद्योग, स्वयं सहायता समूहों और ग्रामीण युवाओं को रोजगार के अवसर भी मिलते हैं।

आंवला की शेल्फ लाइफ बढ़ाने के उपाय

➢ हार्वेस्टिंग पूर्व उपचार

हार्वेस्टिंग के पूर्व उपचार आंवला फलों की भंडारण क्षमता, गुणवत्ता एवं निधानी आयु को बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं। तुड़ाई से पूर्व किए गए उपयुक्त रासायनिक एवं हार्मोनल उपचार फलों की कोशिकीय संरचना को सुदृढ़ करते हैं तथा पोस्टहार्वेस्ट हानियों को कम करते हैं।

तुड़ाई से पूर्व 1.0-1.5 प्रतिशत कैल्शियम क्लोराइड के छिड़काव से फलों की कोशिका भित्ति सुदृढ़ होती है, जिससे भंडारण के दौरान फिजियोलॉजिकल लॉस इन वेट (पीएलडब्ल्यू) में उल्लेखनीय कमी आती है। कैल्शियम पेक्टिक पदार्थों को स्थिर करता है, जिसके कारण फल की दृढ़ता बनी रहती है तथा विल्टिंग एवं सिकुड़न की समस्या

कम हो जाती है। इसके अतिरिक्त, कैल्शियम क्लोराइड उपचार से फलों के भौतिक-रासायनिक गुणों में जैसे कुल घुलनशील ठोस (टीएसएस), अम्लता एवं विटामिन-सी में भी सुधार देखा गया है, जिससे फलों की निधानी आयु में वृद्धि होती है।

इसके साथ ही, कुछ प्लांट ग्रोथ रेगुलेटर्स (पीजीआरस) जैसे 2,4-डी या एनएए तथा साइटोकिनिन (20-40 पीपीएम) का तुड़ाई पूर्व छिड़काव फलों को लंबे समय तक पौधों पर बनाए रखने में सहायक होता है। ये हार्मोन फल गिरने को कम करते हैं तथा फलों की वृद्धावस्था की प्रक्रिया को धीमा करते हैं, जिससे तुड़ाई का समय बढ़ाया जा सकता है।

इसके अतिरिक्त, टॉप्सिन-एम जैसे फफूंदनाशक का फसल-पूर्व उपयोग से फलों में मेटाबोलिक क्रियाओं, विशेषकर श्वसन एवं वाष्पोत्सर्जन की दर को नियंत्रित करता है। साथ ही यह उपचार फलों को विभिन्न फफूंदजनित रोगों से भी सुरक्षा प्रदान करता है, जिससे भंडारण के दौरान सड़न एवं क्षय की संभावना कम हो जाती है

➢ परिपक्वता की पहचान

आंवला की परिपक्वता का आकलन करना तुलनात्मक रूप से कौशल पूर्ण का विषय है। लगभग 10-15 प्रतिशत अपरिपक्व फल का विपणन के लिए भेज दिए जाते हैं जो कि यह किसानों को सही परिपक्वता अवस्था का ज्ञान न होने के कारण होता है, इसलिए उन्हे नुकसान उठाना पड़ता है। इस समस्या को कम करने के लिए परिपक्वता की सही अवस्था को जानना बहुत जरूरी है, जैसे-

- ✓ फल का रंग हरे से हल्का पीला हो जाना
- ✓ बीज का रंग हल्का भूरा होना
- ✓ आपेक्षिक घनत्व 1.0 से अधिक होना
- ✓ किस्म के अनुसार 17-23 सप्ताह में परिपक्वता आती है

फसल की छंटाई एवं श्रेणी करण

- ✓ बनारसी एवं कृष्णा किस्मों में परिपक्वता फल लगने के 17 से 18 सप्ताह बाद आती है, जबकि कंचन और फ्रांसिस में 20 सप्ताह का समय लगता है। चकैया किस्मों में फल परिपक्वता के लगभग 23 सप्ताह लगते हैं।

➢ तुड़ाई

आंवलें की फलों की तुड़ाई हाथ से या पेड़ शेकर से करते हैं और बड़े वृक्षों में संभव न होने के कारण, बांस से बनी सीढियों पर चढ़कर भी की जाती सकती है।

➢ छंटाई एवं श्रेणीकरण

आंवलें के फलों को उनके आकार, भार, रंग एवं पकने के समय के आधार पर तीन श्रेणियों में बांटा जा सकता है- जो फल बड़े आकार के (4 सेंटी डियामीटर) हो उन्हें मुरब्बा बनाने के लिए प्रयोग किया जाता है, जबकि मध्यम आकार के फलों को अन्य परिरक्षित पदार्थ (अचार, चटनी) एवं छोटे आकार के फलों को औषधि उत्पादों जैसे च्यवनप्राश, त्रिफला आवला टी, इत्यादि बनाने में उपयोग किया जाता है।

➢ पैकेजिंग

हार्वेस्ट किए हुए फलों को साफ और वेन्टिलेटेट प्लास्टिक के बक्से या फाइबर वार्ड बॉक्स में रखा जाता है, जो कि

फल का पॉलिथिन में पैक

जूट बॉक्स में पैकेजिंग

उपभोक्ता के अनुसार पैकिंग की जा सकती है और इसका वजन 4-5 किग्रा होना चाहिए, जिससे रख रखाव के समय आसानी होत्ती है, तुड़े हुए फलों को दूर स्थान पर भेजना हो तो इसको कुशनिंग पदार्थ मे लपेट कर केरुगेटेड फाइबर बोर्ड में पैक करके भेजना चाहिए क्योंकि ट्रांसपोर्ट के समय जो कम्पन और घर्षण उत्पन होने के कारण फल को छति होती है , इस प्रकार फल को नुकसान होने से बचाया जा सकता है क्योंकि इसमे शॉक अब्सॉर्प्शन की प्रॉपर्टीज होती है।

कटाई उपरांत उपचार

➢ प्री-कूलिंग

प्री-कूलिंग एक महत्वपूर्ण पोस्टहार्वेस्ट तकनीक है, जिसके माध्यम से ताजे फलों में विद्यमान आंतरिक उच्च तापमान को शीघ्रता से हटाया जाता है। कटाई के समय एवं उसके पश्चात फलों में सूर्य की सीधी किरणों के संपर्क में आने से ऊतक तापमान बढ़ जाता है। यह बढ़ा हुआ तापमान फल की मेटाबोलिक क्रियाओं, विशेष रूप से श्वसन दर एवं वाष्पोत्सर्जन को तीव्र कर देता है। उच्च श्वसन एवं वाष्पोत्सर्जन के परिणामस्वरूप फलों में तेजी से नमी की हानि होती है, जिससे फल का वजन शीघ्र घटने लगता है तथा सतही कोशिकाओं में पानी की कमी के कारण विल्टिंग की समस्या उत्पन्न हो जाती है। इसके अतिरिक्त, अधिक तापमान सूक्ष्मजीवों की सक्रियता को भी बढ़ाता है, जिससे फल शीघ्र खराब होने लगते हैं। इन समस्याओं की रोकथाम हेतु प्री-कूलिंग की प्रक्रिया अपनाई जाती है। इस विधि में कटाई के तुरंत बाद फलों को ठंडे स्वच्छ पानी में लगभग 8-10 मिनट तक डुबोकर रखा जाता है, जिससे फल का आंतरिक तापमान तेजी से कम हो जाता है। इसके पश्चात फलों को छाया में या स्वच्छ कपड़े/हवा की सहायता से शीघ्रता से सुखाया जाता है, ताकि सतह पर अतिरिक्त नमी न बनी रहे।

प्री-कूलिंग के प्रभावस्वरूप फलों की श्वसन दर में कमी आती है, नमी हानि नियंत्रित होती है तथा फल की ताजगी, दृढ़ता एवं दृश्य गुणवत्ता बनी रहती है। परिणामस्वरूप फलों का भंडारण जीवन बढ़ जाता है और परिवहन एवं विपणन के दौरान होने वाली पोस्टहार्वेस्ट हानियाँ कम हो जाती हैं। यह तकनीक विशेष रूप से आंवला, लीची, अंगूर, स्ट्रॉबेरी एवं अन्य ताजे फलों के लिए अत्यंत उपयोगी सिद्ध होती है।

➢ ताप उपचार (हॉट वॉटर ट्रीटमेंट)

ताप उपचार आंवला फल के पोस्टहार्वेस्ट प्रबंधन की एक प्रभावी भौतिक विधि है, जिसका उपयोग फलों की निधानी आयु को बढ़ाने तथा भंडारण के दौरान गुणवत्ता बनाए रखने के लिए किया जाता है। इस तकनीक में कटाई के पश्चात आंवला फलों को नियंत्रित तापमान वाले गर्म पानी में निश्चित समय अवधि के लिए उपचारित किया जाता है। विभिन्न अनुसंधानों से यह प्रमाणित हुआ है कि यदि आंवला फलों को उच्च तापमान पर अल्प समय के लिए उपचार दिया जाए, जैसे कि 48-50 डिग्री सेल्सियस तापमान पर 5-10 मिनट, तो इससे फलों में कोई ऊष्मीय क्षति नहीं होती, बल्कि फल की कोशिकाओं में स्व-रक्षा तंत्र सक्रिय हो जाता है। यह प्रक्रिया मुख्यत: हीट शॉक प्रोटीन के संश्लेषण के कारण होती है। हीट शॉक प्रोटीन कोशिकाओं के भीतर संरचनात्मक एवं एंजाइमेटिक प्रोटीनों की रक्षा करते हैं तथा उन्हें तापीय एवं भंडारण तनाव से उबरने में सहायता करते हैं। इसके परिणामस्वरूप फलों की कोशिकीय झिल्लियाँ अधिक स्थिर हो जाती हैं, श्वसन दर नियंत्रित रहती है, तथा एथिलीन उत्पादन में कमी आती है। इससे फलों में शीघ्र पकने एवं खराब होने की प्रक्रिया मंद हो जाती है। इसके अतिरिक्त, हॉट वॉटर ट्रीटमेंट सतह पर उपस्थित रोगजनक सूक्ष्मजीवों एवं फफूंद बीजाणुओं की संख्या को भी कम करता है, जिससे भंडारण के दौरान सड़न एवं रोगों की संभावना घट जाती है। ताप उपचार के पश्चात फलों को ठंडे पानी से शीघ्र ठंडा कर सुखा लिया जाता है, ताकि अतिरिक्त ऊष्मा का दुष्प्रभाव न पड़े। इस प्रकार, उपयुक्त तापमान एवं समय संयोजन के साथ किया गया ताप उपचार आंवला फलों की भौतिक गुणवत्ता, पोषणीय गुण एवं दृश्य आकर्षण को बनाए रखते हुए उनकी भंडारण एवं विपणन अवधि को उल्लेखनीय रूप से बढ़ाने में सहायक सिद्ध होता है। यह तकनीक विशेष रूप से दीर्घकालीन भंडारण एवं दूरस्थ बाजारों तक परिवहन के लिए अत्यंत उपयोगी है।

➢ कोल्ड स्टोरेज

आंवला एक महत्वपूर्ण औषधीय एवं पोषणयुक्त फल है, किंतु यह कम तापमान के प्रति संवेदनशील प्रकृति का होता है। यदि आंवला फलों को 10 डिग्री सेल्सियस से कम तापमान पर शीतगृह में रखा जाता है, तो फलों में हिमीकर की समस्या उत्पन्न हो जाती है। यह क्षति प्राय: अपरिवर्तनीय होती है, जिससे फल

नियंत्रित वायुमंडल स्टोरेज में ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड का नियंत्रित प्रबंधन किया जाता है, जिससे फलों की श्वसन दर कम होती है और ताजगी लंबे समय तक बनी रहती है।

इस तकनीक से आंवला फलों की भंडारण अवधि 2-4 गुना तक बढ़ जाती है

कोल्ड स्टोरेज

की आंतरिक एवं बाह्य गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। हिमीकर के लक्षणों में फलों की सतह पर धब्बे पड़ना, गूदे का भूरापन, ऊतकों की कठोरता, जलस्राव तथा स्वाद में अप्रिय परिवर्तन शामिल हैं। कम तापमान के प्रभाव से कोशिकीय झिल्लियों की पारगम्यता बढ़ जाती है, जिसके कारण एंजाइमीय असंतुलन उत्पन्न होता है और फल का स्वाभाविक स्वाद एवं सुगंध नष्ट हो जाती है। परिणामस्वरूप, ऐसे फल उपभोग एवं प्रसंस्करण दोनों के लिए अनुपयुक्त हो जाते हैं।

आंवला के कोटिंग हेतु कारबॉक्सीमिथिल सेल्युलोज का उपयोग

इन दुष्प्रभावों से बचाव हेतु आंवला फलों के लिए उपयुक्त भंडारण तापमान 12-14 डिग्री सेल्सियस निर्धारित किया गया है। इस तापमान सीमा में फलों की श्वसन दर नियंत्रित रहती है, एथिलीन उत्पादन सीमित होता है तथा फलों की जैव-रासायनिक क्रियाएँ संतुलित रहती हैं। साथ ही, यदि शीतग्रह में सापेक्षिक आर्द्रता लगभग 85% बनाए रखी जाए, तो फलों में नमी हानि न्यूनतम होती है और विल्टिंग एवं सिकुड़न की समस्या नहीं आती। उपयुक्त तापमान एवं आर्द्रता की इन परिस्थितियों में आंवला फलों को 15-20 दिनों तक सुरक्षित रूप से भंडारित किया जा सकता है, जबकि उनकी भौतिक गुणवत्ता, पोषणीय मूल्य तथा उपभोक्ता स्वीकार्यता बनी रहती है। इस प्रकार का भंडारण किसानों, व्यापारियों एवं प्रसंस्करण इकाइयों के लिए अत्यंत लाभकारी है, क्योंकि इससे विपणन अवधि बढ़ती है और पोस्टहार्वेस्ट हानियाँ कम होती हैं।

➢ कोटिंग अथवा वैक्सिंग

कोटिंग अथवा वैक्सिंग फल एवं सब्जियों के पोस्टहार्वेस्ट प्रबंधन की एक प्रभावी तकनीक है, जिसमें फलों की सतह पर कृत्रिम अथवा प्राकृतिक वैक्सीय पदार्थों की एक अत्यंत पतली परत चढ़ाई जाती है। इस परत का मुख्य उद्देश्य फलों में नमी हानि को कम करना, श्वसन दर को नियंत्रित करना तथा भंडारण एवं विपणन के दौरान गुणवत्ता को बनाए रखना होता है। वैक्सिंग में सामान्यत: विभिन्न प्रकार की सामग्री का उपयोग किया जाता है, जिनमें पैराफिन वैक्स, मोम, काइटोसान, बी-वैक्स आदि प्रमुख हैं। ये वैक्सीय पदार्थ फल की सतह पर अर्ध-पारगम्य परत बनाते हैं, जिसके कारण फलों के अंदर ऑक्सीजन एवं कार्बन डाइऑक्साइड का आदान-प्रदान नियंत्रित रहता है। परिणामस्वरूप, फल की श्वसन क्रिया धीमी हो जाती है और पकने की प्रक्रिया में विलंब होता है।

अनुसंधानों से यह ज्ञात हुआ है कि आंवला फलों को एन एन ए जैसे पूर्व-उपचार के पश्चात यदि 6% पैराफिन वैक्स कोटिंग दी जाए, तो फलों को 12-15 दिनों तक सुरक्षित रूप से भंडारित किया जा सकता है। इस अवधि के दौरान न केवल फलों की भौतिक गुणवत्ता (जैसे चमक, दृढ़ता एवं रंग) बनी रहती है, बल्कि बाजार योग्य गुणवत्ता में भी उल्लेखनीय सुधार देखा गया है। वैक्सिंग उपचार से फलों में वजन हानि में कमी, विल्टिंग की रोकथाम, तथा सूक्ष्मजीव

संक्रमण में भी आंशिक कमी आती है। इसके अतिरिक्त, काइटोसान एवं बी-वैक्स जैसे जैव- आधारित कोटिंग पदार्थों में एंटीमाइक्रोबियल गुण भी पाए जाते हैं, जो भंडारण के दौरान सड़न की संभावना को और कम करते हैं। इस प्रकार, उपयुक्त वैक्स सामग्री एवं सांद्रता के साथ किया गया कोटिंग उपचार आंवला फलों की निधानी आयु को बढ़ाने, पोस्टहार्वेस्ट हानियों को कम करने तथा किसानों एवं व्यापारियों को बेहतर आर्थिक लाभ प्रदान करने में सहायक सिद्ध होता है।

➢ संशोधित वातावरण पैकेजिंग

संशोधित वातावरण पैकेजिंग फल एवं सब्जियों की निधानी आयु बढ़ाने की एक उन्नत एवं प्रभावी पोस्टहार्वेस्ट तकनीक है। इस विधि में फलों को विशेष गुणों वाली पॉलिथीन थैलियों में पैक किया जाता है, जिससे पैकेज के भीतर गैसों का अनुपात स्वाभाविक रूप से परिवर्तित हो जाता है और फल की जैव-रासायनिक क्रियाएँ नियंत्रित रहती हैं।

आंवला फलों को पॉलिथीन में पैकेजिंग करने से यह पाया गया है कि फलों के चारों ओर एक संशोधित वातावरण विकसित हो जाता है, जिसमें ऑक्सीजन की मात्रा कम तथा कार्बन डाइऑक्साइड की मात्रा अपेक्षाकृत अधिक हो जाती है। इस गैसीय संतुलन के कारण फलों की श्वसन दर में उल्लेखनीय कमी आती है, जिससे पकने एवं क्षय की प्रक्रिया धीमी हो जाती है। अनुसंधानों के अनुसार, यदि आंवला फलों के लिए 100 गेज मोटाई (लगभग 25 माइक्रॉन) वाली तथा 0.5% सूक्ष्म छिद्र युक्त पॉलिथीन थैलियों का उपयोग किया जाए, तो यह पैकेजिंग फलों को शीघ्र खराब होने से बचाने में अत्यंत प्रभावी सिद्ध होती है। पॉलिथीन सामग्री गैसों एवं जलवाष्प के आदान-प्रदान को नियंत्रित करती है, जिससे फलों में नमी हानि कम होती है और विल्टिंग एवं सिकुड़न की समस्या नहीं होती। छिद्रित पॉलिथीन थैलियाँ पैकेज के भीतर अत्यधिक नमी एवं कार्बन डाइऑक्साइड के संचय को रोकती हैं, जिससे किण्वन अथवा अप्रिय गंध उत्पन्न होने की संभावना कम हो जाती है। साथ ही, नियंत्रित आर्द्रता एवं गैसीय वातावरण सूक्ष्मजीवों की वृद्धि को भी सीमित करता है।

उपयुक्त पैकेजिंग परिस्थितियों में आंवला फलों को 15-20 दिनों तक सुरक्षित रूप से भंडारित किया जा सकता है, जबकि उनकी भौतिक गुणवत्ता, पोषणीय गुण एवं बाजार स्वीकार्यता संतोषजनक बनी रहती है। यह तकनीक विशेष रूप से लंबी दूरी के परिवहन एवं खुदरा विपणन के लिए उपयोगी है। इस प्रकार, संशोधित वातावरण पैकेजिंग आंवला फलों के पोस्टहार्वेस्ट प्रबंधन में एक किफायती एवं व्यावहारिक तकनीक है, जो किसानों, व्यापारियों एवं प्रसंस्करण इकाइयों के लिए आर्थिक रूप से लाभकारी सिद्ध होती है।

आंवला के पैकेजिंग हेतु संशोधित वातावरण पैकेजिंग यंत्र

➢ नियंत्रित वायुमंडलीय भंडारण

नियंत्रित वायुमंडलीय भंडारण एक उन्नत एवं गैस-नियंत्रित भंडारण तकनीक है, जिसमें भंडारण कक्ष के भीतर उपस्थित गैसों की संरचना को वैज्ञानिक रूप से नियंत्रित किया जाता है। इस प्रणाली में तापमान एवं आर्द्रता नियंत्रण के साथ-साथ ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड की सांद्रता को भी एक निश्चित एवं स्थिर अनुपात में बनाए रखा जाता है, जिससे फल की शारीरिक एवं जैव-रासायनिक प्रक्रियाएँ नियंत्रित रहती हैं।

सामान्यत: आंवला फलों के नियंत्रित वायुमंडलीय भंडारण हेतु उच्च सांद्रता वाली कार्बन डाइऑक्साइड (5-10%) तथा निम्न सांद्रता वाली ऑक्सीजन (3-5%) का उपयोग किया जाता है। इस प्रकार के गैसीय वातावरण में फलों की श्वसन दर में उल्लेखनीय कमी आती है। उच्च स्तर की कार्बन डाइऑक्साइड फलों की कोशिकाओं में क्रेब्स चक्र के दौरान होने वाली डिकार्बोक्सिलेशन एंजाइम क्रियाओं को आंशिक रूप से अवरुद्ध कर देती है, जिसके परिणामस्वरूप ऊर्जा उत्पादन की गति धीमी हो जाती है। श्वसन दर में कमी आने से फलों में कार्बोहाइड्रेट, ऑर्गेनिक एसिड एवं विटामिन-सी का अपघटन धीमा हो जाता है, जिससे फल लंबे समय तक अपनी पोषणीय गुणवत्ता, दृढ़ता एवं स्वाद बनाए रखते हैं। साथ ही, कम ऑक्सीजन स्तर एथिलीन के संश्लेषण एवं उसकी क्रियाशीलता को भी कम करता है, जिससे पकने एवं वृद्धावस्था की प्रक्रिया में विलंब होता है।

नियंत्रित वायुमंडल तकनीक फलों की ताजगी और पोषण गुणवत्ता को लंबे समय तक सुरक्षित रखती है।

नियंत्रित वायुमंडलीय भंडारण के प्रभावस्वरूप आंवला फलों की निधानी आयु में सामान्य भंडारण की तुलना में दो से चार गुना तक वृद्धि देखी गई है। इसके अतिरिक्त, यह तकनीक फलों में वजन हानि, विल्टिंग, भूरापन एवं सूक्ष्मजीव जनित सड़न को भी प्रभावी रूप से कम करती है। हालाँकि, सीए स्टोरेज एक तकनीकी एवं पूंजी-सघन प्रणाली है,

यह एक तकनीकी एवं पूंजी-सघन प्रणाली है, जिसके सफल संचालन हेतु गैस सेंसर, नियंत्रण इकाइयाँ और प्रशिक्षित मानव संसाधन आवश्यक हैं।

तालिका 1: नियंत्रित वायुमंडलीय भंडारण में ऑक्सीजन एवं कार्बन डाइऑक्साइड स्तर का आंवला फल की निधानी आयु एवं गुणवत्ता पर प्रभाव

ऑक्सीजन स्तर (%)	कार्बन डाइऑक्साइड स्तर (%)	भंडारण तापमान (डिग्री सेल्सियस)	भंडारण अवधि (दिन)	फलों पर प्रभाव
21	0.03	12-14	15-20	सामान्य श्वसन दर, सीमित शेल्फ लाइफ
5	3	12-14	30-40	श्वसन दर में कमी, बेहतर दृढ़ता
3	5	12-14	45-60	पकने में विलंब, विटामिन-सी संरक्षण
3	8	12-14	60-80	वजन हानि न्यूनतम, उच्च गुणवत्ता
2	10	12-14	70-90	शेल्फ लाइफ में 3-4 गुना वृद्धि
<2	>10	12-14	-	ऑफ-फ्लेवर, फिजियोलॉजिकल डिसऑर्डर

एंटीऑक्सीडेंट-समृद्ध आँवला कैंडी के निर्माण की प्रक्रिया

पूर्ण रूप से परिपक्व आँवला फलों का चयन

↓

नल के पानी से अच्छी तरह धोना

↓

फल कटर की सहायता से 1 × 1 × 1 सेमी^{3} आकार के टुकड़ों में काटन

↓

85 डिग्री सेल्सियस तापमान पर 5-6 मिनट तक ब्लांचिंग करना

↓

तत्काल ठंडे पानी में डुबोना

↓

ऑस्मो निर्जलीकरण

↓

छानना / अतिरिक्त सिरप निकालना

↓

प्राकृतिक रंगों का अंत:संचार

↓

एंटीऑक्सीडेंट-समृद्ध रंगीन आँवला कैंडी का विकास

जिसके सफल संचालन हेतु गैस सेंसर, नियंत्रक इकाइयाँ एवं प्रशिक्षित मानव संसाधन आवश्यक होते हैं। इसके बावजूद, उच्च मूल्य वाले एवं निर्यातोन्मुख फलों जैसे आंवला के लिए यह तकनीक दीर्घकालीन भंडारण एवं गुणवत्ता संरक्षण की दृष्टि से अत्यंत उपयोगी सिद्ध होती है।

निष्कर्ष

आंवला के कटाई उपरांत वैज्ञानिक प्रबंधन द्वारा न केवल फल की गुणवत्ता एवं शेल्फ-लाइफ बढ़ाई जा सकती है, बल्कि किसानों की आय में भी वृद्धि संभव है। आधुनिक भंडारण, पैकेजिंग एवं मूल्य संवर्धन तकनीकों को अपनाकर पोस्ट-हार्वेस्ट हानि को प्रभावी रूप से कम किया जा सकता है।

झारखंड में सुअर पालन: सतत आजीविका का एक सशक्त अवसर

प्रज्ञा भदौरिया, पूनम सोरेन[1], शॉन चक्रवर्ती[1] एवं अंजनी कुमार

भा.कृ.अनु.प.-कृषि प्रौद्योगिकी अनुप्रयोग अनुसंधान संस्थान, क्षेत्र-IV, पटना
[2]कृषि विज्ञान केंद्र, देवघर, झारखंड

महत्वपूर्ण मुख्य बिंदु

- सुअर पालन कम पूंजी निवेश में प्रारंभ होने वाला तथा उच्च प्रजनन क्षमता के कारण शीघ्र आय प्रदान करने वाला पशुपालन व्यवसाय है।
- एक मादा सुअर 8-9 माह की आयु में प्रजनन योग्य हो जाती है तथा वर्ष में दो बार 8-12 पिगलेट्स को जन्म दे सकती है, जिससे उत्पादन तीव्र गति से बढ़ता है।
- झारखंड में अधिकांश सुअर पारंपरिक पद्धतियों एवं स्थानीय नस्लों पर आधारित हैं, जिनकी उत्पादकता एवं वृद्धि दर सीमित है।
- बिरसा कृषि विश्वविद्यालय, रांची द्वारा विकसित 'झारसुक' जैसी उन्नत नस्लें तेज वृद्धि, बेहतर आहार दक्षता एवं उच्च प्रजनन क्षमता के कारण किसानों के लिए अधिक लाभकारी सिद्ध हो रही हैं।
- संतुलित पोषण (लगभग 18% प्रोटीन), स्वच्छ आवास एवं वैज्ञानिक स्वास्थ्य प्रबंधन सुअर पालन की सफलता के प्रमुख आधार हैं।

भारत में कुल सुअर जनसंख्या का लगभग 1.69 प्रतिशत हिस्सा पाया जाता है, जिसमें झारखंड अग्रणी राज्यों में सम्मिलित है। सुअर पालन ग्रामीण आजीविका सुदृढ़ीकरण और आर्थिक सशक्तिकरण का एक प्रभावी साधन है। यह व्यवसाय कम पूंजी निवेश से आरंभ किया जा सकता है तथा उच्च प्रजनन क्षमता के कारण अल्प समय में लाभ प्रदान करता है।

हालाँकि, झारखंड में सुअर पालन के समक्ष कई चुनौतियाँ विद्यमान हैं, जैसे स्थानीय नस्लों की कम उत्पादकता, गुणवत्तापूर्ण आहार की कमी, रोग नियंत्रण में कठिनाइयाँ, वैज्ञानिक प्रशिक्षण का अभाव, विपणन संरचना की कमजोरी, सीमित वित्तीय संसाधन तथा सामाजिक पूर्वाग्रह। राज्य के अधिकांश किसान पारंपरिक पद्धतियों से स्थानीय नस्लों का पालन करते हैं, जिससे उत्पादन क्षमता सीमित रह जाती है।

सरकार द्वारा सुअर विकास योजना एवं अन्य राष्ट्रीय कार्यक्रमों के माध्यम से किसानों को पूंजीगत सहायता, प्रशिक्षण, टीकाकरण तथा उन्नत सुअरों के वितरण जैसी सुविधाएँ उपलब्ध कराई जा रही हैं, जिससे व्यावसायिक सुअर पालन को बढ़ावा मिल रहा है। यदि राज्य में वैज्ञानिक तकनीकों, उन्नत नस्लों, संतुलित पोषण, प्रभावी विपणन व्यवस्था और प्रशिक्षण कार्यक्रमों को और सुदृढ़ किया जाए, तो सुअर पालन ग्रामीण क्षेत्रों में टिकाऊ आजीविका, पोषण सुरक्षा एवं आर्थिक समृद्धि का सशक्त माध्यम बन सकता है।

परिचय

अन्य पशुधन व्यवसायों की तुलना में सुअर पालन के अनेक लाभ हैं। इसका प्रमुख लाभ यह है कि इसे कम पूंजी निवेश के साथ प्रारंभ किया जा सकता है, जिससे छोटे एवं सीमांत किसानों पर आर्थिक बोझ कम पड़ता है। परंपरागत रूप से अधिकांश सुअर पालक छोटे किसान रहे हैं, जो प्रजनन एवं मांस उत्पादन दोनों उद्देश्यों से सुअर पालन करते आए हैं।

अधिक लाभ अर्जित करने हेतु किसानों को पारंपरिक सुअर पालन से हटकर वैज्ञानिक एवं व्यावसायिक पद्धतियों को अपनाने की आवश्यकता है। सुअर पालन में प्रारंभिक निवेश मुख्यत: आवास निर्माण, उन्नत प्रजनन योग्य नस्लों की खरीद, आहार प्रबंधन तथा अन्य परिचालन व्ययों पर निर्भर करता है, जो फार्म के आकार के अनुसार बदलता रहता है।

सुअर अत्यधिक प्रजनन क्षमता वाले पशु हैं। एक मादा सुअर 8-9 माह की आयु में प्रजनन योग्य हो जाती है और वर्ष में दो बार बच्चों को जन्म दे सकती है। इसकी गर्भावधि मात्र 114 दिन की होती है तथा एक बार में 6-12 या उससे अधिक

सुअर पालकों के यहाँ वैज्ञानिकों का तकनीकी एवं निदानात्मक निरीक्षण

पिगलेट उत्पन्न हो सकते हैं। परिणामस्वरूप अल्प समय में पशुधन संख्या में तीव्र वृद्धि संभव है।

सुअर 7-9 माह की आयु में 80-100 किलोग्राम तक का विपणन योग्य वजन प्राप्त कर लेते हैं। विभिन्न पशुधन प्रजातियों में ब्रायलर के बाद सुअरों की आहार रूपांतरण दक्षता तथा ड्रेसिंग प्रतिशत (60-80 प्रतिशत) सर्वाधिक होता है। सुअर अनाज, हरा चारा, खराब अनाज, सब्जियाँ एवं घरेलू अपशिष्ट जैसे विभिन्न प्रकार के आहार को पौष्टिक मांस में परिवर्तित करने की क्षमता रखते हैं।

पोर्क एक अत्यंत पौष्टिक मांस है, जिसमें वसा की मात्रा अधिक तथा जलांश कम होता है, जिससे इसका ऊर्जा मूल्य अन्य मांसों की तुलना में अधिक होता है। इसमें थायमिन, नियासिन एवं राइबोफ्लेविन जैसे महत्वपूर्ण विटामिन प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं।

व्यावसायिक एवं औद्योगिक महत्व

सुअर पालन केवल आजीविका का साधन ही नहीं, बल्कि इसका व्यावसायिक महत्व भी अत्यधिक है। सुअर से प्राप्त लार्ड/वसा का उपयोग पोल्ट्री फीड, साबुन, पेंट तथा अन्य रासायनिक उद्योगों में किया जाता है, जिसकी मांग निरंतर बढ़ रही है। घरेलू एवं निर्यात दोनों बाजारों में पोर्क, बेकन, हैम, सॉसेज, लार्ड एवं ब्रिसल जैसे सुअर उत्पादों की अच्छी मांग है।

इसके अतिरिक्त, सुअरों से प्राप्त अपशिष्ट/लीद का उपयोग कृषि खेतों एवं मछली तालाबों में खाद के रूप में व्यापक स्तर पर किया जाता है। इस प्रकार सुअर के शरीर का लगभग प्रत्येक भाग किसी न किसी उद्योग में उपयोगी है, जिससे किसान अतिरिक्त आय अर्जित कर सकते हैं।

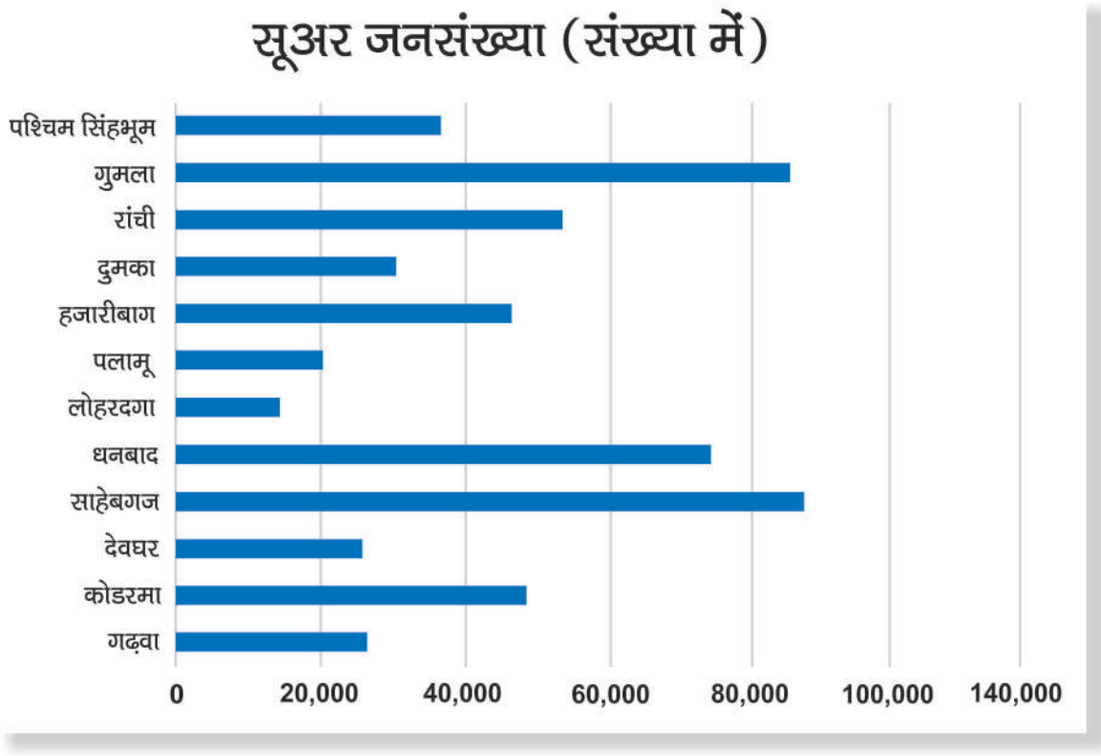
भारत में सुअर पालन की स्थिति

भारत विश्व की कुल सुअर जनसंख्या का लगभग 1.69 प्रतिशत हिस्सा रखता है, जिसमें से लगभग 76 प्रतिशत सुअर स्थानीय (अवर्णित) नस्लों के हैं। यह व्यवसाय मुख्य रूप से पूर्वी एवं पूर्वोत्तर राज्यों में विकसित हुआ है। असम लगभग 2.10 मिलियन सुअरों के साथ अग्रणी राज्य है, इसके बाद झारखंड (1.28 मिलियन), मेघालय (0.71 मिलियन) तथा पश्चिम बंगाल (0.54 मिलियन) का स्थान है।

सुअर पालन ऐतिहासिक रूप से अनुसूचित जाति एवं अनुसूचित जनजाति समुदायों से जुड़ा रहा है, जहाँ यह न केवल आय का साधन है, बल्कि सांस्कृतिक परंपरा एवं सामाजिक पहचान का भी अभिन्न अंग है। यद्यपि देश में विभिन्न नस्लें भिन्न-भिन्न जलवायु परिस्थितियों के अनुकूलित हैं, परंतु उनकी उत्पादन क्षमता अपेक्षाकृत कम है। विशेषकर पूर्वोत्तर भारत में पोर्क की मांग और आपूर्ति के बीच एक बड़ा अंतर बना हुआ है, जिसका मुख्य कारण स्थानीय नस्लों की धीमी वृद्धि दर है।

झारखंड में सुअर पालन

झारखंड सुअर पालन के क्षेत्र में अग्रणी राज्यों में से एक है, जहाँ ग्रामीण एवं आदिवासी किसान पारंपरिक पद्धतियों से मुख्यत: स्थानीय नस्लों का पालन करते हैं। यद्यपि ये नस्लें स्थानीय परिस्थितियों के अनुकूल



हैं, किंतु इनकी आनुवंशिक क्षमता सीमित, प्रजनन व्यवस्था अवैज्ञानिक, आवास अस्वच्छ तथा आहार प्रबंधन मुक्त विचरण पर आधारित होता है। इसके परिणामस्वरूप उत्पादन एवं लाभप्रदता कम रहती है और सुअर पालन प्राय: केवल आजीविका निर्वाह तक सीमित रह जाता है।

पशुधन गणना 2019 के अनुसार, झारखंड में कुल 12.77 लाख सुअर हैं, जिनमें से 10 लाख से अधिक स्थानीय तथा लगभग 2.68 लाख संकर या विदेशी नस्ल के हैं। केवल रांची जिले में ही 68,000 से अधिक सुअर पाए जाते हैं, जिनमें अधिकांश स्थानीय नस्ल के हैं। अनेक चुनौतियों के बावजूद, सुअर पालन झारखंड में ग्रामीण परिवारों के लिए आजीविका का एक महत्वपूर्ण स्रोत बना हुआ है।

सफल सुअर पालन के प्रमुख कारक

सतत एवं लाभकारी सुअर पालन सुनिश्चित करने के लिए निम्नलिखित कारकों का विशेष महत्व है-

स्थान एवं आवास चयन

सुअर फार्म का चयन ऐसी जगह किया जाना चाहिए जहाँ सड़क संपर्क सुगम हो, स्वच्छ एवं पर्याप्त जल की उपलब्धता हो तथा बाड़े में उचित वेंटिलेशन, जल-निकासी और साफ-सफाई की व्यवस्था सुनिश्चित की जा सके। स्वच्छ आवास रोगों की रोकथाम एवं उत्पादन वृद्धि में सहायक होता है।

नस्ल का चयन

स्थानीय परिस्थितियों के अनुकूल एवं उन्नत नस्लों, जैसे 'झारसुक', को अपनाना अधिक लाभकारी सिद्ध होता है। उन्नत नस्लें तेज वृद्धि, बेहतर प्रजनन क्षमता एवं उच्च आहार रूपांतरण दक्षता प्रदान करती हैं।

आहार एवं पोषण

सुअरों को संतुलित आहार उपलब्ध कराना अत्यंत आवश्यक है, जिसमें लगभग 18 प्रतिशत प्रोटीन की मात्रा हो। स्थानीय रूप से उपलब्ध कच्चे माल से तैयार कम लागत वाले आहार मिश्रण का उपयोग करके उत्पादन लागत को कम किया जा सकता है।

स्वास्थ्य प्रबंधन एवं जैव-सुरक्षा

नियमित टीकाकरण, समय-समय पर पशुचिकित्सा देखभाल, नए पशुओं को क्वारंटीन में रखना तथा रोगों से बचाव हेतु जैव-सुरक्षा उपाय अपनाना सुअर पालन की सफलता के लिए अनिवार्य है।

वित्तीय एवं विपणन योजना

व्यवसाय को सफल बनाने के लिए पूर्व नियोजित बजट, सरकारी अनुदान योजनाओं की जानकारी, बाजार

अनुसंधान तथा पोर्क एवं अन्य उत्पादों की बिक्री की स्पष्ट रणनीति आवश्यक है।

अपशिष्ट प्रबंधन

सुअर अपशिष्ट का पर्यावरण-अनुकूल निपटान किया जाना चाहिए। इसका उपयोग जैविक खाद या बायोगैस उत्पादन में कर अतिरिक्त आय अर्जित की जा सकती है।

संस्थागत नवाचार एवं नस्ल विकास

झारखंड में सुअर पालन सुधार हेतु विभिन्न संस्थानों द्वारा महत्वपूर्ण प्रयास किए गए हैं। बिरसा कृषि विश्वविद्यालय (बी.ए.यू.), रांची द्वारा वर्ष 1989 में 'झारसुक' नस्ल (पूर्व में टी एवं डी) का विकास किया गया, जिसमें टेमवर्थ नस्ल के सुअर को स्थानीय नस्लों के साथ क्रॉस किया गया। यह नस्ल तेज वृद्धि दर, उच्च प्रजनन क्षमता एवं बेहतर आहार दक्षता के लिए जानी जाती है।

'झारसुक' नस्ल 8-10 माह की आयु में लगभग 80 किलोग्राम तक वजन प्राप्त कर सकती है तथा एक वर्ष में दो बार 8-12 पिगलेट्स को जन्म देती है। किसानों द्वारा इसे पारंपरिक देशी नस्लों की तुलना में अधिक लाभकारी पाया गया है। हाल के वर्षों में बी.ए.यू. द्वारा भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (भा.कृ.अनु.प.) के अंतर्गत 'बांदा' एवं 'पूर्णिया' नामक दो अन्य सुअर नस्लों का पंजीकरण भी कराया गया है।

राज्य में संगठित सुअर फार्मों की बढ़ती संख्या इस तथ्य को दर्शाती है कि उन्नत नस्लों, वैज्ञानिक पालन पद्धतियों एवं पोर्क की बढ़ती मांग के कारण झारखंड व्यावसायिक सुअर पालन की दिशा में तेजी से अग्रसर हो रहा है।

सरकारी योजनाएँ एवं वित्तीय सहयोग

भारत सरकार के कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय के अंतर्गत पशुपालन, डेयरी एवं मत्स्य पालन विभाग द्वारा सुअर पालन को लाभकारी एवं टिकाऊ बनाने हेतु पूंजीगत सब्सिडी प्रदान की जाती है। इन योजनाओं का मुख्य उद्देश्य किसानों एवं ग्रामीण श्रमिकों को व्यावसायिक सुअर पालन के लिए प्रोत्साहित करना तथा देशी नस्लों की आनुवंशिक क्षमता को उन्नत विदेशी नस्लों के साथ क्रॉस-ब्रीडिंग द्वारा सुधारना है।

सुअर पालकों को उत्पादन-सहायक सामग्री का वितरण

घटक एवं सब्सिडी विवरण

क्रम संख्या	घटक	सब्सिडी का विवरण
1	वाणिज्यिक सुअर पालन इकाई	कुल व्यय का 25 प्रतिशत (पूर्वोत्तर राज्यों, सिक्किम एवं पहाड़ी क्षेत्रों में 33⅓ प्रतिशत)। अधिकतम सीमा: ₹1.50 लाख (पूर्वोत्तर राज्यों, सिक्किम एवं पहाड़ी क्षेत्रों में ₹2.00 लाख)
2	सुअर पालन एवं फेटनिंग इकाई	कुल व्यय का 25 प्रतिशत (पूर्वोत्तर राज्यों, सिक्किम एवं पहाड़ी क्षेत्रों में 33⅓ प्रतिशत)। अधिकतम सीमा: ₹19,000 (पूर्वोत्तर राज्यों, सिक्किम एवं पहाड़ी क्षेत्रों में ₹25,300)
3	खुदरा बिक्री केंद्र	कुल व्यय का 25 प्रतिशत (पूर्वोत्तर राज्यों, सिक्किम एवं पहाड़ी क्षेत्रों में 33⅓ प्रतिशत)। अधिकतम सीमा: ₹2.50 लाख (पूर्वोत्तर राज्यों, सिक्किम एवं पहाड़ी क्षेत्रों में ₹3.33 लाख)
4	जीवित बाजार की सुविधाएँ	कुल व्यय का 50 प्रतिशत। अधिकतम सीमा: ₹2.50 लाख

राज्य पशुपालन विभाग द्वारा स्थानीय सुअरों को यॉर्कशायर, लैंडरेस एवं ड्यूरॉक जैसी विदेशी नस्लों के साथ क्रॉस कर तेज वृद्धि एवं अधिक उत्पादन क्षमता वाले सुअरों का विकास किया जा रहा है। इसके अतिरिक्त सुअर पालकों को प्रशिक्षण, नियमित टीकाकरण सुविधाएँ तथा चयनित जिलों में पिगलेट वितरण योजनाओं का लाभ भी प्रदान किया जा रहा है।

झारखंड सुअर विकास योजना के अंतर्गत किसानों को ₹37,000 की सहायता प्रदान कर 6 सुअरों (4 मादा एवं 2 नर) की प्रारंभिक इकाई स्थापित करने हेतु प्रोत्साहित किया जाता है। राज्य सरकार द्वारा इस योजना में लगभग 70 प्रतिशत तक सब्सिडी उपलब्ध कराई जाती है, जिससे छोटे एवं सीमांत किसानों पर आर्थिक बोझ कम होता है। इसके साथ ही भा.कृ.अनु.प.-आर.सी.ई.आर., रांची तथा कृषि विज्ञान केंद्रों (केवीके) के माध्यम से वैज्ञानिक सुअर पालन पद्धतियों का प्रचार-प्रसार किया जा रहा है।

सुअर पालन की प्रमुख चुनौतियाँ

स्थानीय नस्लों की सीमित उत्पादकता

राज्य के अधिकांश सुअर पालक देशी नस्लों का पालन करते हैं, जिनकी वृद्धि दर अपेक्षाकृत धीमी होती है। इन नस्लों में मांस उत्पादन क्षमता तथा आहार रूपांतरण दक्षता कम होने के कारण कुल उत्पादन एवं लाभप्रदता सीमित रह जाती है।

गुणवत्तापूर्ण आहार की अनुपलब्धता

संतुलित एवं तैयार सुअर आहार (फीड) की उपलब्धता ग्रामीण क्षेत्रों में सीमित है। परिणामस्वरूप किसान मुख्यत: घरेलू अवशेष, रसोई कचरा अथवा स्थानीय अनाज पर निर्भर रहते हैं, जिससे सुअरों की तेज वृद्धि एवं अपेक्षित वजन प्राप्त नहीं हो पाता।

स्वास्थ्य एवं रोग प्रबंधन संबंधी समस्याएँ

क्लासिकल स्वाइन फीवर, खुरपका-मुंहपका तथा आंतरिक एवं बाह्य कृमि संक्रमण जैसी बीमारियाँ सुअर पालन में सामान्य हैं। ग्रामीण क्षेत्रों में समय पर टीकाकरण, रोग निदान एवं आवश्यक औषधियों की उपलब्धता न होने से मृत्यु दर एवं उत्पादन हानि बढ़ जाती है।

वैज्ञानिक प्रशिक्षण एवं तकनीकी ज्ञान का अभाव

अधिकांश किसान सुअर पालन को परंपरागत तरीकों से संचालित करते हैं। आधुनिक तकनीकों जैसे नियंत्रित फेटनिंग, उन्नत क्रॉस-ब्रीडिंग, कृत्रिम गर्भाधान एवं वैज्ञानिक आवास प्रबंधन के संबंध में किसानों की जानकारी सीमित है।

बाजार एवं प्रसंस्करण अवसंरचना की कमजोरी

यद्यपि पोर्क की मांग विशेषकर पूर्वोत्तर भारत में अधिक है, फिर भी झारखंड में संगठित विपणन तंत्र का अभाव है। संग्रहण केंद्रों, शीत भंडारण सुविधाओं तथा मांस प्रसंस्करण इकाइयों की कमी के कारण किसानों को उचित मूल्य प्राप्त नहीं हो पाता।

वित्तीय संसाधनों की सीमित उपलब्धता

छोटे एवं सीमांत किसानों के पास सुअर पालन में निवेश हेतु पर्याप्त पूंजी उपलब्ध नहीं होती। बैंक ऋण, बीमा एवं सरकारी अनुदान योजनाओं की जानकारी एवं पहुँच सीमित होने के कारण बहुत कम किसान इन सुविधाओं का लाभ उठा पाते हैं।

सामाजिक एवं सांस्कृतिक धारणाएँ

कुछ समुदायों में सुअर पालन को सामाजिक रूप से पिछड़ा या अस्वीकार्य व्यवसाय माना जाता है, जिससे इस क्षेत्र में निवेश, नवाचार एवं व्यावसायिक विस्तार प्रभावित होता है।

निष्कर्ष

सुअर पालन वैश्विक स्तर पर तीव्र गति से विकसित होता हुआ पशुपालन उद्योग है और भारत में इसकी व्यावसायिक संभावनाएँ अत्यंत व्यापक हैं। विभिन्न चुनौतियों के बावजूद, यदि प्रजनन सुधार, प्रभावी रोग नियंत्रण, सुलभ वित्तीय सहयोग, संगठित विपणन व्यवस्था तथा लक्षित प्रशिक्षण कार्यक्रमों को सुदृढ़ किया जाए, तो सुअर पालन ग्रामीण आजीविका सुदृढ़ीकरण एवं खाद्य एवं पोषण सुरक्षा में महत्वपूर्ण योगदान दे सकता है।

झारखंड में सुअर पालन वर्तमान में पारंपरिक पद्धतियों से आधुनिक एवं वैज्ञानिक प्रणालियों की ओर संक्रमण के चरण में है। उन्नत एवं स्थानीय परिस्थितियों के अनुकूल नस्लों का उपयोग, स्वच्छ एवं वैज्ञानिक आवास व्यवस्था, संतुलित पोषण, सुदृढ़ स्वास्थ्य प्रबंधन तथा प्रभावी बाजार संपर्क को अपनाकर इस व्यवसाय को आर्थिक रूप से अधिक लाभकारी बनाया जा सकता है। इसके साथ ही सुअर पालन आदिवासी एवं अन्य हाशिए पर रहने वाले समुदायों के लिए न केवल आय का एक स्थायी स्रोत सिद्ध हो सकता है, बल्कि सामाजिक सशक्तिकरण एवं आर्थिक आत्मनिर्भरता का भी एक प्रभावी माध्यम बन सकता है।

मुख्य विशेषताएँ

- संतुलित आहार और स्वच्छ आवास उत्पादन बढ़ाते हैं।
- रोग नियंत्रण और नियमित टीकाकरण अत्यंत आवश्यक हैं।
- सरकारी योजनाएँ सुअर पालन को वित्तीय सहयोग देती हैं।
- बाजार और प्रसंस्करण सुविधाओं की अभी कमी है।
- वैज्ञानिक प्रशिक्षण से सुअर पालन टिकाऊ आजीविका बन सकता है।

बिना पानी जीवित मछली परिवहन : एक वैज्ञानिक तकनीक

विकास कुमार एवं रणजीत सिंह
भाकृअनुप-केन्द्रीय कटाई उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

मछली तथा अन्य जलीय जीवों का परिवहन मत्स्य पालन, जलीय कृषि, अनुसंधान, सजावटी मत्स्य व्यापार और उपभोक्ता बाजार की आपूर्ति श्रृंखला में एक अत्यंत महत्वपूर्ण कड़ी है। परंपरागत रूप से जीवित मछलियों को पानी से भरे कंटेनरों, टैंकों या ऑक्सीजन-युक्त बैगों में ले जाया जाता रहा है, जिसमें ऑक्सीजन की निरंतर उपलब्धता, तापमान का नियंत्रण, अमोनिया जैसे अपशिष्ट पदार्थों का प्रबंधन तथा अधिक घनत्व में परिवहन के दौरान उत्पन्न तनाव को कम करना जैसी कई जटिल चुनौतियाँ होती हैं। ये समस्याएँ न केवल परिवहन लागत में वृद्धि करती हैं, बल्कि मछलियों की जीवित रहने की दर को भी लगभग 20-50 प्रतिशत तक घटा सकती हैं।

हाल के वर्षों में बिना पानी के जीवित मछली परिवहन एक नवीन, किफायती और पर्यावरण-अनुकूल तकनीक के रूप में सामने आया है। यह पद्धति पानी के भारी भार-जो कुल वजन का लगभग 90 प्रतिशत तक हो सकता है-को हटाकर ईंधन की बचत करती है तथा कार्बन उत्सर्जन में लगभग 70 प्रतिशत तक की कमी ला सकती है। इस अध्याय में इस तकनीक के वैज्ञानिक सिद्धांतों, पृष्ठभूमि एवं विकास, जैव-शारीरिक प्रतिक्रियाओं, प्रजातिगत विविधताओं, इसके लाभ और सीमाओं तथा भविष्य की संभावनाओं का वर्णन किया गया है। यह जानकारी मुख्य रूप से एशियाई एवं वैश्विक शोध पर आधारित है, जिसमें चीन, जापान और भारत जैसे देशों के सूचनाओं को सम्मिलित किया गया है।

वैज्ञानिक सिद्धांत

बिना पानी के जीवित मछली परिवहन एक वैज्ञानिक पद्धति है, जिसमें मछलियों को सीमित अथवा शून्य जल माध्यम में नियंत्रित तापमान, आर्द्रता और ऑक्सीजन परिस्थितियों के अंतर्गत अल्प से मध्यम अवधि (लगभग 12 से 72 घंटे) तक जीवित रखा जाता है। इस तकनीक का मूल उद्देश्य मछलियों की चयापचय गतिविधियों को कम करना, तनाव को न्यूनतम स्तर पर बनाए रखना तथा ऊतकों की ऑक्सीजन आवश्यकता को घटाना है।

यह पद्धति हाइपोमेटाबोलिक अवस्था पर आधारित होती है, जिसमें मछलियों की श्वसन दर लगभग 80 प्रतिशत तक कम हो जाती है। उदाहरण के लिए, सामान्य तापमान (25 डिग्री सेल्सियस) पर मछली की ऑक्सीजन आवश्यकता प्रति किलोग्राम लगभग

> **"बिना पानी जीवित मछली परिवहन एक अत्याधुनिक वैज्ञानिक तकनीक है। मछलियों की प्रजातिगत उपयुक्तता शोध का विषय है जिसमें देश काल एवं उपयोगिता के आधार पर अनुकूलन की आवश्यकता होती है।"**

200–300 मिलीग्राम प्रति घंटा होती है, जबकि 10 डिग्री सेल्सियस पर यह घटकर लगभग 50 मिलीग्राम प्रति घंटा रह जाती है। इस प्रकार, बिना पानी के परिवहन की स्थिति में त्वचा, गलफड़ों और आंतों के माध्यम से वायुमंडलीय ऑक्सीजन मछलियों के लिए पर्याप्त होती है।

पृष्ठभूमि और विकास

इस तकनीक की जड़ें पारंपरिक एशियाई मत्स्य व्यापार में देखी जा सकती हैं, जहाँ चीन और वियतनाम के मछुआरे ईल अथवा कैटफिश को नम कपड़े, घास या बाँस के पत्तों में लपेटकर 4–6 घंटे तक बाजार ले जाते थे। 19वीं शताब्दी में जापान में 'मुदकोई' प्रथा प्रचलित थी, जिसमें कार्प मछलियों को ठंडे और नम वातावरण में रखा जाता था। वैज्ञानिक अनुसंधान के माध्यम से 20वीं सदी के उत्तरार्ध में इस पद्धति को व्यवस्थित स्वरूप प्रदान किया गया।

1970 के दशक में जापानी वैज्ञानिकों ने ईल परिवहन के लिए फोम-आधारित पैकेजिंग विकसित की, जिसमें 90 प्रतिशत उत्तर-जीविता दर्ज की गई। विशेष रूप से चीन, जापान तथा दक्षिण-पूर्व एशिया में ईल, कैटफिश और कार्प जैसी प्रजातियों पर किए गए प्रयोगों ने इस क्षेत्र को नई गति दी। भारत में भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद-केंद्रीय कटाई उपरांत अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी संस्थान द्वारा कार्प (लाबेओ रोहिताय) (रोहू) एवं कैटफिश (क्लेरियस बैट्रेकस) (मागूर) पर परीक्षण आरंभ किए गए, जिनमें लगभग 6 घंटे की उत्तर-जीविता दर्ज की गई।

मुख्य विशेषताएँ

- **पारंपरिक पानी में जीवित मछली के परिवहन में लागत, ऑक्सीजन और तापमान नियंत्रण चुनौतीपूर्ण।**
- **बिना पानी परिवहन से वजन, स्थान और खर्च बचता है।**
- **नमी और श्वसन सहायक माध्यम मछली की जीवित रहने की दर बढ़ाते हैं।**
- **अमोनिया नियंत्रण और आर्द्रता बनाए रखना जरूरी।**
- **भविष्य में जैव-इंजीनियरिंग और नैनो-टेक्नोलॉजी सुधार के अवसर।**

जैव-शारीरिक आधार

चयापचय दमन

तापमान में कमी करने से मछलियों की श्वसन दर तथा ऊर्जा की खपत में उल्लेखनीय कमी आती है। Q_{10} नियम के अनुसार, तापमान में 10 डिग्री सेल्सियस की कमी होने पर चयापचय की गति लगभग 2 गुना धीमी हो जाती है। इस अवस्था में मछली एक प्रकार की अर्ध-निष्क्रिय स्थिति में पहुँच जाती है, जहाँ एटीपी का उत्पादन न्यूनतम स्तर पर बना रहता है। अध्ययनों से यह ज्ञात हुआ है कि 12 डिग्री सेल्सियस पर कैटफिश की ऊर्जा खपत लगभग 70 प्रतिशत तक कम हो जाती है।

ऑक्सीजन सहनशीलता

कुछ मछली प्रजातियाँ त्वचा और गलफड़ों के माध्यम से सीमित मात्रा में ऑक्सीजन का अवशोषण करने में सक्षम होती हैं। उदाहरण के तौर पर, क्लैरियस प्रजाति में लेबिरिंथ अंग वायु-श्वसन की क्षमता प्रदान करता है। विभिन्न अध्ययनों से यह ज्ञात हुआ है कि ये प्रजातियाँ 50-100 माइक्रोमोल ऑक्सीजन प्रति किलोग्राम प्रति घंटा की दर से वायुमंडलीय ऑक्सीजन ग्रहण कर सकती हैं। यही विशेषता बिना पानी के जीवित मछली परिवहन को व्यवहार्य बनाती है।

तनाव प्रतिक्रिया

कॉर्टिसोल स्तर, रक्त ग्लूकोज तथा लैक्टेट की निगरानी के माध्यम से यह मूल्यांकन किया जाता है कि परिवहन के दौरान मछलियों पर कितना तनाव उत्पन्न हो रहा है। परिवहन की अवधि में कॉर्टिसोल स्तर (तनाव हार्मोन) लगभग 5-10 गुना तक बढ़ सकता है, जिसके परिणामस्वरूप रक्त ग्लूकोज में लगभग 200 प्रतिशत तथा लैक्टेट में लगभग 300 प्रतिशत की वृद्धि हो जाती है। एमएस-222 जैसे सेडेटिव तनाव को लगभग 50 प्रतिशत तक कम करने में सहायक पाए गए हैं। वर्तमान में बाजार में विभिन्न प्रकार के प्राकृतिक एवं कृत्रिम सेडेटिव उपलब्ध हैं।

पूर्व-उपचार (प्रि-ट्रीटमेंट)

परिवहन से पूर्व मछलियों को उपवास कराया जाता है, जिससे अपशिष्ट पदार्थों का उत्पादन कम हो सके। परिवहन से पहले 24-48 घंटे का उपवास अमोनिया उत्पादन को लगभग 60 प्रतिशत तक घटा सकता है। कुछ परिस्थितियों में प्राकृतिक सेडेटिव अथवा हल्के एनेस्थेटिक का भी उपयोग किया जाता है। उदाहरण के लिए, एमएस-222 (20-50 मिलीग्राम प्रति लीटर) या प्राकृतिक सेडेटिव जैसे लौंग का तेल इत्यादि तनाव को कम करने के लिए प्रयुक्त किए जाते हैं।

पैकेजिंग तकनीक

मछलियों को नमी बनाए रखने वाले माध्यमों में रखा जाता है, जैसे गीला कपड़ा, फोम या विशेष जैल। इसके लिए तापमान नियंत्रित पैक और ऑक्सीजन पारगम्य सामग्री का उपयोग किया जाता है। प्रत्येक ऑक्सीजन पारगम्य प्लास्टिक (PE/PA फिल्म) पैक में 5-10 मछलियाँ रखी जाती हैं, जिनका कुल वजन लगभग 1-2 किलो होता है।

तापमान और आर्द्रता नियंत्रण

हालाँकि यह प्रजाति-विशिष्ट होता है, आदर्श तापमान लगभग 10-15 डिग्री सेल्सियस (आइस पैक के माध्यम से), आर्द्रता 80-90 प्रतिशत, और आईओटी सेंसर से वास्तविक समय निगरानी बिना पानी के जीवित मछली परिवहन की सफलता का मूल आधार हैं। ये पैरामीटर चयापचय दमन, ऊतक हाइड्रेशन और तनाव न्यूनीकरण सुनिश्चित करते हैं। तापमान को 10-15 डिग्री सेल्सियस पर बनाए रखना Q_{10} थर्मल सेंसिटिविटी नियम पर आधारित है, जहाँ 10 डिग्री सेल्सियस कमी से चयापचय दर 2-3 गुना (70-80 प्रतिशत) धीमी हो जाती है। सापेक्ष आर्द्रता (आरएच, 80-90 प्रतिशत) त्वचा/गलफड़ों के ट्रांस- एपिडर्मल वाटर लॉस (टीईडब्ल्यूएल) को रोकती है। कम आर्द्रता (<70 प्रतिशत) से

तालिका 1: बिना पानी के परिवहन हेतु उपयुक्त मछली की कुछ प्रजातियाँ

प्रजाति	अनुकूलता का कारण	अनुमानित उत्तर-जीविता अवधि
कैटफिश	लेबिरिंथ अंग की उपस्थिति, वायु-श्वसन क्षमता	72 घंटे
ईल	त्वचा के माध्यम से ऑक्सीजन ग्रहण	48-96 घंटे
कार्प	ठंडे तापमान के प्रति अधिक सहनशील	36 घंटे
तिलापिया	मध्यम स्तर की सहनशीलता	24 घंटे
लोच एवं गप्पी	छोटा आकार, अपेक्षाकृत कम ऑक्सीजन आवश्यकता	-

नोट: प्रजातिगत भिन्नता मुख्यत: आकार, वसा की मात्रा तथा सहनशीलता जैसे कारकों पर निर्भर करती है।

त्वचा का शुष्क होना और इलेक्ट्रोलाइट असंतुलन हो सकता है।

परिवहन अवधि और उत्तर- जीविता

अध्ययनों से पता चलता है कि उचित परिस्थितियों में मछलियाँ बिना पानी के लगभग 12 से 72 घंटे तक जीवित रह सकती हैं। यह समय सीमा कई कारकों पर निर्भर करती है, जैसे प्रजाति, आकार, तापमान, हैंडलिंग और पूर्व-उपचार। कुछ प्रजातियाँ, जैसे लेबिरिंथ अंग वाली कैटफिश और छोटी सजावटी मछलियाँ, अपेक्षाकृत अधिक समय तक जीवित रह सकती हैं।

उत्तर-जीविता दर (SR-सर्वाविलिटी रेट) को कैपलन-मायर उत्तर-जीविता विश्लेषण विधि से मापा जाता है, जो समय के साथ मछलियों में मृत्यु घटनाओं का सांख्यिकीय अनुमान प्रदान करती है। अध्ययन से ज्ञात हुआ कि क्लारियस में लगभग 85-95 प्रतिशत और ईल में लगभग 90 प्रतिशत उत्तर-जीविता दर्ज की गई। यह दर्शाता है कि सही तापमान नियंत्रण, उपयुक्त आर्द्रता, तनाव कम करने वाले सेडेटिव और पूर्व-उपचार महत्वपूर्ण भूमिका निभाते हैं।

मछलियों का आकार, वसा सामग्री और प्रजातिगत विशेषताएँ भी उत्तर- जीविता को प्रभावित करती हैं। छोटी या कम वसा वाली मछलियाँ अपेक्षाकृत लंबे समय तक जीवित रह सकती हैं। उत्तर-जीविता का आंकलन न केवल प्रजाति-विशेष तकनीक अपनाने में सहायक है, बल्कि पैकेजिंग, तापमान और आर्द्रता नियंत्रण के मानकीकरण तथा सुरक्षित मछली परिवहन के लिए दिशा-निर्देश तैयार करने में भी महत्वपूर्ण है।

> "ऑक्सीजन की आपूर्ति, तापमान से आर्दता नियंत्रण द्वारा एक हद तक उत्तर जीविता दर को बढ़ाया जा सकता है।"

लाभ

बिना पानी के जीवित मछली परिवहन कई दृष्टियों से आर्थिक और पर्यावरणीय लाभ प्रदान करता है। सबसे बड़ा लाभ पानी और ईंधन की बचत है। मछलियों के साथ पानी के वजन को हटाने से कुल भार लगभग 90 प्रतिशत तक कम हो जाता है, जिससे परिवहन लागत में लगभग 50-70 प्रतिशत की कमी संभव होती है। इससे ईंधन की खपत भी कम होती है और परिवहन अधिक कुशल और लागत- प्रभावी बन जाता है।

परिवहन लागत में कमी का एक और महत्वपूर्ण पहलू यह है कि हल्का पैक हवाई मार्ग से निर्यात को संभव बनाता है। तेज और सुरक्षित परिवहन से मछलियाँ उच्च गुणवत्ता के साथ बाजार में पहुँचती हैं, जिससे ताजगी बनी रहती है।

कार्बन उत्सर्जन में कमी भी एक महत्वपूर्ण लाभ है। कुल वजन कम होने के कारण परिवहन के दौरान कार्बन डाईऑक्साइड उत्सर्जन लगभग 60-80 प्रतिशत तक घट सकता है, जिससे यह तकनीक पर्यावरण-अनुकूल विकल्प बनती है और सतत मत्स्य परिवहन को प्रोत्साहित करती है।

साथ ही, उच्च मूल्य वाली जीवित मछलियों की सुरक्षित आपूर्ति सुनिश्चित होती है। उत्तर-जीविता अधिक होने और तेज परिवहन के कारण मछलियों की गुणवत्ता बनी रहती है,

तालिका 2: प्रजाति-विशिष्ट अनुकूलन

प्रजाति	तापमान (डिग्री सेल्सियस)	आर्द्रता (%)	अधिकतम अवधि (घंटे)
क्लारियास गैरीपिनस	8-12	85-90	72
एंगुइला जैपोनिका	10-14	80-85	96
साइप्रिनस कार्पियो	12-15	80-85	48
ओरियोक्रोमिस निलोटिकस	12-16	80-90	36

जिससे बाजार मूल्य लगभग 20-30 प्रतिशत अधिक प्राप्त किया जा सकता है। यह तकनीक न केवल लागत कम करती है बल्कि मछली व्यापार में मुनाफा बढ़ाने में भी सहायक है।

बिना पानी के जीवित मछली परिवहन में कई सीमाएँ और चुनौतियाँ मौजूद हैं, जिन्हें ध्यान में रखना आवश्यक है।

- **प्रजातिगत सीमाएँ:** सभी मछलियाँ इस तकनीक के लिए समान रूप से उपयुक्त नहीं होतीं। कुछ प्रजातियाँ केवल अल्प अवधि तक जीवित रह सकती हैं, जबकि कुछ अधिक सहनशील होती हैं। मछलियों का आकार, शरीर में वसा की मात्रा और श्वसन अंगों की संरचना उत्तर-जीविता पर सीधा प्रभाव डालती है।
- **लंबी दूरी के लिए जोखिम:** लंबे समय या लंबी दूरी के परिवहन में तापमान, आर्द्रता और ऑक्सीजन की अस्थिरता के कारण मृत्यु दर बढ़ सकती है। परिवहन में अनियमितता और हैंडलिंग की त्रुटियाँ मछलियों पर अतिरिक्त तनाव डाल सकती हैं।
- **मानकीकरण की कमी:** इस तकनीक के लिए अभी तक मानकीकृत दिशानिर्देश और प्रोटोकॉल विकसित नहीं हुए हैं। विभिन्न पैकेजिंग सामग्री, तापमान नियंत्रण और सेडेटिव के उपयोग में अंतर होने से उत्तर-जीविता दर में असमानता देखने को मिलती है।
- **पशु कल्याण से जुड़े नैतिक प्रश्न:** मछलियों पर तनाव, चोट या मृत्यु की संभावना के कारण यह तकनीक पशु कल्याण (एनीमल वेलफेयर) के दृष्टिकोण से संवेदनशील विषय है। संचालन में नैतिक और कानूनी मानदंडों का पालन सुनिश्चित करना आवश्यक है।

व्यावसायिक और सामाजिक प्रभाव

बिना पानी के जीवित मछली परिवहन तकनीक छोटे और मध्यम मछुआरों, सजावटी मत्स्य व्यापारियों तथा निर्यातकों के लिए नए और लाभकारी आर्थिक अवसर प्रदान कर सकता है। यह तकनीक न केवल मछली की गुणवत्ता बनाए रखती है, बल्कि परिवहन लागत और समय भी कम करती है, जिससे मछलियों का बाजार मूल्य बढ़ता है। ग्रामीण क्षेत्रों में यह तकनीक आजीविका सुधार में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकती है। छोटे मछुआरे उच्च गुणवत्ता वाली जीवित मछलियाँ बाजार में भेजकर अधिक आय अर्जित कर सकते हैं, जिससे उनकी आर्थिक स्थिति मजबूत होगी। इसके अलावा, मछली उत्पादन का मूल्य संवर्धन होता है, क्योंकि उत्तर-जीविता अधिक होने से मछलियाँ बाजार में ताजी और स्वस्थ पहुँचती हैं, जो उपभोक्ताओं के लिए भी लाभकारी है।

सजावटी मत्स्य व्यापारियों के लिए, यह तकनीक विभिन्न प्रकार की उच्च मूल्य वाली मछलियों को लंबी दूरी तक सुरक्षित पहुंचाने में सहायक होती है, जिससे व्यापार का दायरा बढ़ता है। निर्यातकों के लिए भी यह अवसर बढ़ाता है क्योंकि तेज और सुरक्षित परिवहन के माध्यम से अंतरराष्ट्रीय बाजार में प्रतिस्पर्धी बने रहना संभव होता है।

भविष्य की संभावनाएँ

बिना पानी के जीवित मछली परिवहन तकनीक में भविष्य में कई नवाचार और उन्नत विकल्प विकसित किए जा सकते हैं। नैनो-मैटेरियल आधारित पैकेजिंग इस क्षेत्र में क्रांतिकारी बदलाव ला सकती है, क्योंकि यह पैकेजिंग मछलियों के लिए बेहतर तापमान और आर्द्रता नियंत्रण सुनिश्चित करती है, साथ ही वजन कम और ऑक्सीजन पारगम्यता बढ़ाने में सहायक होती है। जैव-संगत सेडेटिव का उपयोग मछलियों पर तनाव कम करने और उत्तर-जीविता दर बढ़ाने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है। ऐसे सेडेटिव प्राकृतिक स्रोतों से बने होते हैं और मछलियों के स्वास्थ्य पर नकारात्मक प्रभाव कम डालते हैं।

साथ ही, डिजिटल मॉनिटरिंग सिस्टम (जैसे आईओटी और रीयल- टाइम सेंसर) के माध्यम से तापमान, आर्द्रता, ऑक्सीजन स्तर और मछलियों की गतिविधियों की लगातार निगरानी की जा सकती है। यह परिवहन के दौरान समस्या

> **"बदले युग के लिए यह नवाचार, वैज्ञानिक शोध द्वारा मछली की विशिष्ट प्रजाति के लिए अनुकूलित बिना पानी जीवित मछली परिवहन तकनीक एक उन्नत विकल्प है।"**

पहचानने और समय पर सुधारात्मक कार्रवाई करने में सहायक है। जलवायु परिवर्तन और सतत विकास के दृष्टिकोण से यह तकनीक सतत मत्स्य परिवहन का एक प्रमुख और पर्यावरण-अनुकूल विकल्प बन सकती है। भविष्य में यह तकनीक मछली उद्योग में आर्थिक स्थिरता, उच्च गुणवत्ता वाली जीवित मछलियों की सुरक्षित आपूर्ति और ग्रामीण आजीविका सुधार में महत्वपूर्ण योगदान दे सकती है।

निष्कर्ष

बिना पानी के जीवित मछली परिवहन एक उभरती हुई और अत्याधुनिक वैज्ञानिक तकनीक है, जो पारंपरिक जल-आधारित परिवहन प्रणालियों के लिए व्यवहारिक और व्यावसायिक विकल्प प्रस्तुत करती है। यह तकनीक मछली के परिवहन में जल की आवश्यकता को लगभग पूरी तरह समाप्त करती है, जिससे परिवहन लागत और ईंधन की खपत में उल्लेखनीय कमी आती है।

सही अनुसंधान, पैकेजिंग और तापमान-आर्द्रता नियंत्रण के मानकीकरण तथा नीति समर्थन के साथ, यह पद्धति मत्स्य उद्योग में क्रांतिकारी बदलाव ला सकती है। उच्च गुणवत्ता वाली जीवित मछलियों का सुरक्षित और तेज परिवहन संभव होता है, जिससे बाजार मूल्य में वृद्धि, उत्तर-जीविता दर में सुधार और निर्यात के अवसर बढ़ते हैं। इसके अतिरिक्त, यह तकनीक पर्यावरणीय लाभ भी प्रदान करती है। वजन कम होने के कारण परिवहन के दौरान कार्बन डाइऑक्साइड उत्सर्जन घटता है, और जल संसाधनों की बचत होती है, जिससे सतत मत्स्य उद्योग को बढ़ावा मिलता है। इस प्रकार, बिना पानी के जीवित मछली परिवहन न केवल आर्थिक और व्यावसायिक दृष्टि से लाभकारी है, बल्कि ग्रामीण आजीविका, मछली निर्यात और सतत मत्स्य उत्पादन के लिए भी एक महत्वपूर्ण और भविष्यदर्शी विकल्प बन सकता है।

> **“यह तकनीक मछुआरों के साथ-साथ उद्यमियों एवं व्यावसयियों लिए भी लाभकारी हो सकता है।”**

कृत्रिम बुद्धिमत्ता तकनीक द्वारा फलों की गुणवत्ता का विश्लेषण

शगफ कौकब, लीना कुमारी एवं रितु कुकड़े
भा.कृ.अनु.प. - केन्द्रीय कटाई -उपरान्त अभियांत्रिकी एवं प्रोद्योगिकी संस्थान, लुधियाना, पंजाब

कृत्रिम बुद्धिमत्ता या आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) सटीक, स्वचालित और कुशल समाधान प्रदान करके कृषि, सटीक खेती, कीट पहचान, कटाई के बाद फलों की गुणवत्ता का पता लगाने, छंटाई और ग्रेडिंग के काम में बदलाव ला रहा है। पारंपरिक तरीके, जो श्रम-केंद्रित और व्यक्तिपरक हैं, विशेष रूप से भारत जैसे देशों में आर्थिक हानि का कारण बनते हैं। इमेज प्रोसेसिंग, मशीन लर्निंग और डीप लर्निंग जैसी एआई तकनीकें फलों में दोष को पहचानने, फलों का वर्गीकरण करने और आकार का अनुमान लगाने में सक्षम बनाती हैं, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि फल बाजार के मानकों को पूरा करते हैं। एआई आधारित तकनीक खाद्य पदार्थों की बर्बादी को कम करने में भी सहायता करती हैं। एआई प्रणालियाँ, परिचालन दक्षता को बढ़ाती हैं, छंटाई और ग्रेडिंग को स्वचालित करती हैं और अंतर्राष्ट्रीय गुणवत्ता मानकों का पूरा करने में भूमिका निभाती हैं, जिससे एआई तकनीकों का प्रयोग टिकाऊ और लाभदायक कृषि के लिए अपरिहार्य हो जाता है।

परिचय

आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) कृषि में क्रांतिकारी बदलाव ला रहा है, जो सटीक खेती और कीटों का पता लगाने से लेकर मिट्टी की पोषकता की निगरानी और कृषि उपज की भविष्यवाणी तक के समाधान पेश कर रहा है। परिशुद्ध (सटीक) खेती में, एआई मिट्टी के पोषक तत्वों के स्तर, नमी की मात्रा और पीएच निर्धारित करने के लिए मिट्टी सेंसरों से डेटा का विश्लेषण करके, उर्वरक की सही मात्रा और सिंचाई योजना को सक्षम करके मिट्टी के स्वास्थ्य की निगरानी में सहायता करता है। यह तकनीक ड्रोन इमेजरी या अन्य आइओटी (इन्टरनेट ऑफ थिंग्स) उपकरणों के माध्यम से कीटों और बीमारियों का शीघ्र पता लगा लेती है, जिससे समय पर हस्तक्षेप कर सुरक्षात्मक उपाय किये जा सकते हैं। सैटेलाइट इमेजरी और एआई के साथ वास्तविक समय में फसल की निगरानी से यह सुनिश्चित होता है कि फसलों में सूखे या पोषक तत्वों की कमी जैसी तनाव की स्थिति की तुरंत पहचान की जाए। एआई आवश्यकतानुसार पानी, उर्वरक और कीटनाशकों की सटीक मात्रा का आकलन करके, अपशिष्ट को कम करने और न्यूनतम संसाधन उपयोग को बढावा देता है। इसके अतिरिक्त, एआई मौसम के पूर्वानुमानों और खेती -विशिष्ट के अनुरूप सलाह प्रदान करता है, जिससे उत्पादकता में वृद्धि होती है। इससे किसानों को कृषि संसाधनों का अनुकूलन करने, लागत कम करने और पर्यावरणीय प्रभाव को कम करते हुए फसल

एआई आधारित तकनीक फलों का क्षति पहुँचाए बिना त्वरित गति व सटीकता से फलों की गुणवत्ता (रंग, आकार व परिपक्वता) का आंकलन कर लेती है।

उत्पादकता में सुधार करने में मदद करती है। यह अनुमान लगाया गया है कि कटाई उपरांत उचित रख रखाव होने के कारण भारत में, सालाना लगभग 20-30 प्रतिशत फल नष्ट हो जाते हैं, जिसके परिणामस्वरूप अत्यधिक आर्थिक नुकसान होता है। फलों की तुड़ाई के बाद उनकी गुणवत्ता का मूल्यांकन, कृषि मूल्य श्रृंखला में एक महत्वपूर्ण कदम है। गुणवत्ता मूल्यांकन के पारंपरिक तरीके अधिक समय लेने वाले, व्यक्तिपरक और श्रम- साध्य हैं। आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) द्वारा, फलों की गुणवत्ता का सटीक आकलन स्वचालित माध्यम से तेजी से प्राप्त करना संभव है। इमेज प्रोसेसिंग, मशीन लर्निंग (एमएल), और डीप लर्निंग (डीएल) आदि एआई तकनीकों को तेजी से गुणवत्ता पहचान प्रणालियों के साथ संयोजित किया जा रहा है, जिससे कटाई उपरांत प्रबंधन के क्षेत्र में बदलाव आ रहा है। इसके अतिरिक्त, एआई का उपयोग पेड़ पर फलों की जगह पता लगाने और उनके आकार के अनुमान के लिए किया जा रहा है, जिससे फलों की पैदावार का आकलन और लक्षित कटाई के लिए रणनीतियाँ बनाने में सहायता मिलती है। यह न केवल फलों की बर्बादी को कम करता है बल्कि इस्तेमाल होने वाले संसाधन के आवंटन को भी अनुकूलित करता है, जिससे यह सुनिश्चित होता है कि फलों की कटाई बाजार के अनुरुप उचित समय पर की जाये।

गुणवत्ता जांच में एआई का महत्व

1. संसाधनों का अनुकूलन करने और लागत कम करने के लिए।
2. पर्यावरणीय प्रभाव को कम करते हुए फसल उत्पादकता में सुधार करना।
3. फल बाजार मानकों और उपभोक्ता अपेक्षाओं के अनुरुप हों।
4. अपशिष्ट को न्यूनतम करना: गुणवता संबंधी दोषों का शीघ्र पता लगाने में, भंडारण और परिवहन के दौरान फलों को खराब होने से बचाता है।
5. दक्षता बढ़ाना: व्यक्तिगत श्रम पर निर्भरता को कम करते हुए, श्रेणीकरण और छंटाई प्रक्रियाओं को स्वचालित करने में सहायक है।
6. अंर्तराष्ट्रीय गुणवत्ता और सुरक्षा मानकों को पूरा करने में सहायता करता है।

कृत्रिम बुद्धिमत्ता

कृत्रिम बुद्धिमत्ता से तात्पर्य उन मशीनों के माध्यम से मानव बुद्धि के अनुकरण से है, जो मनुष्यों की तरह सोचने और सबसे सरल से लेकर अधिक जटिल कार्यों की नकल करने के लिए प्रोग्राम की जाती हैं। कृत्रिम बुद्धिमत्ता के लक्ष्यों में सीखना, तर्क और धारणा शामिल हैं। इंटेलिजेंट एजेंट ऐसी प्रणाली है जो अपने वातावरण को समझती है और ऐसी कार्यवाही करती है जिससे किसी विशेष कार्य को प्राप्त करने की संभावना अधिकतम हो जाती है। पोषक फसलें पैदा करने, कीटों को नियंत्रित करने, उत्पाद की स्थिति की निगरानी करने, किसानों के लिए डेटा व्यवस्थित करने, कृषि कार्यों में मदद करने और खाद्य आपूर्ति श्रृंखला में सुधार करने के लिए कृत्रिम बुद्धिमत्ता प्रौद्योगिकियों का इस्तेमाल बढ़ रहा है।

फसल-उपरांत गुणवत्ता जांच में एआई प्रौद्योगिकियां

चित्र प्रसंस्करण

चित्र प्रसंस्करण तकनीक गुणवत्ता पहचान प्रणालियों की एक मौलिक तकनीक है। इसका प्रयोग विभिन्न दोषों की पहचान करने, फलों की परिपक्वता को मापने और फलों का वर्गीकरण करने के लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए, सेब

पर क्षति के निशान का पता लगाने के लिए सेब को उचित प्रकाश में रखकर कैमरे की सहायता से उच्च गुणवत्ता के चित्र लिए जाते है। ये चित्र विभिन्न शुद्धिकरण चरणों (प्रीप्रोसेसिंग) से गुजारे जाते हैं। रंग में भिन्नता या बनावट (पैटर्न) में विविधता जैसी विशेषताएं में फर्क का विश्लेषण किया जाता है, इसके बाद दोषों की पहचान और वर्गीकरण करने के लिए एल्गोरिदम प्रयोग किया जाता है।

चित्र 1 में दिया आरेख दर्शाता है कि प्रारंभिक चरण चित्र लेने (कैप्चर) से लेकर गुणवत्ता के अंतिम चरण वर्गीकरण तक डेटा विभिन्न चरणों से कैसे गुजरता है। इनमें फलों के दोष, रंग, आकार, और बनावट का पता लगाने के लिए दृश्य आधारित (चित्र) डेटा को लेना और उसका विश्लेषण करना शामिल है।

- **छवि अधिग्रहण:** कैमरे या सेंसर का उपयोग करके उच्च गुणवत्ता वाले चित्र लेना।
- **प्रीप्रोसेसिंग:** चित्र की कमियों को दूर करना और ऐच्छिक किनारों का पता लगाकर छवि की गुणवत्ता को बढ़ाना।
- **तथ्य निकालना:** रंग (आरजीबी/एचएसवी), बनावट (गेबोर फिल्टर, एलबीपी) और आकार जैसी प्रमुख विशेषताओं की पहचान करना।

चित्र 1 : चित्र प्रसंस्करण प्रक्रिया के लिए प्रवाह संचित्र

मशीन लर्निंग (एमएल) तकनीक

एमएल एल्गोरिदम का उपयोग फलों को उनकी गुणवत्ता संबंधी विशेषताओं के आधार पर वर्गीकृत करने के लिए किया जाता है। उदाहरण के लिए, पके हुए और कच्चे आमों के बीच अंतर करने के लिए रंग, बनावट और आकार जैसी विशेषताओं का उपयोग करके सपोर्ट वेक्टर मशीन (एसवीएम) मॉडल को प्रशिक्षित किया जा सकता है। मॉडल फलों के चित्रों से निकाले गए गुणों का विश्लेषण करता है, और एक वर्गीकरण लेबल प्रदान करता है जो फलों की स्वचालित छंटाई और श्रेणीकरण में सहायता करता है। मुख्य एमएल तकनीकों में शामिल हैं:

- **सपोर्ट वेक्टर मशीन (एसवीएम) :** विशेषताओं के आधार पर फलों को श्रेणियों में वर्गीकृत करने के लिए लाभदायक है।
- **केएनएन :** फलों को समानता के आधार पर छांटने के लिए उपयोग किया जाता है।
- **डिसीजन ट्री और रेंडम फारेस्ट :** बहु-वर्ग में वर्गीकरण करने के लिए।

डीप लर्निंग (डीएल) तकनीक

कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन) जैसे डीप लर्निंग मॉडल, चित्र के तथ्यों (डेटा) स्वत: से सीखने और विशेषताएं निकालने की अपनी क्षमता के कारण बेहद पसंद किए जा रहे हैं। चित्र 2 में फल की गुणवत्ता का पता लगाने के लिए सीएनएन मॉडल को दर्शाने वाला एक प्रवाह आलेख दर्शाया गया है।

चित्र 2 : सीएनएन मॉडल प्रवाह संचित्र

यह प्रवाह संचित्र सीएनएन के भीतर चरण-दर-चरण डेटा प्रवाह को प्रदर्शित करता है, जो छवि इनपुट से शुरू होकर, कन्वोल्यूशन और पूलिंग परतों में फीचर निष्कर्षण और पूरी तरह से कनेक्टेड परत में वर्गीकरण के साथ समाप्त होता है।

मुख्य मॉडल

- **योलो (केवल एक बार देखना) :** वास्तविक समय में फलों का पता लगाने और दोष की पहचान के लिए आदर्श मॉडल है।
- **रेसनेट, वीजीजीनेट :** विस्तृत छवि वर्गीकरण कार्यों के लिए उचित है।
- **यू-नेट :** फलों के चित्रों में दोषों या रुचि अनुसार क्षेत्रों के विभाजन के लिए सही है।

फलों की गुणवत्ता जांच में एआई के अनुप्रयोग

फलों की गुणवत्ता का पता लगाने में एआई-आधारित अनुप्रयोग नीचे वर्णित किये गये हैं।

वृक्षों की स्थिति का पता लगाने और फलों की पैदावार का अनुमान लगाना

एआई मॉडल पेड़ों पर फलों की स्थिति और उनके परिपक्वता स्तर का पता लगाने के लिए ड्रोन व अन्य कैमरों द्वारा ली गई छवियों का विश्लेषण करते हैं। फलों की छवियों उपयोग आवश्यकता के आधार पर कई तरीकों से किया जा सकता है जैसे कि पेड़ के आकार का अनुमान, प्रति पेड़ या प्रति एकड़ फलों की उपज का अनुमान। यह जानकारी फलों की कटाई के उचित समय को अनुकूलित करने और श्रम लागत को कम करने में मदद करती है इससे यह सुनिश्चित होता है कि फलों की कटाई उनकी सर्वोत्तम गुणवत्ता के समय पर की जाए।

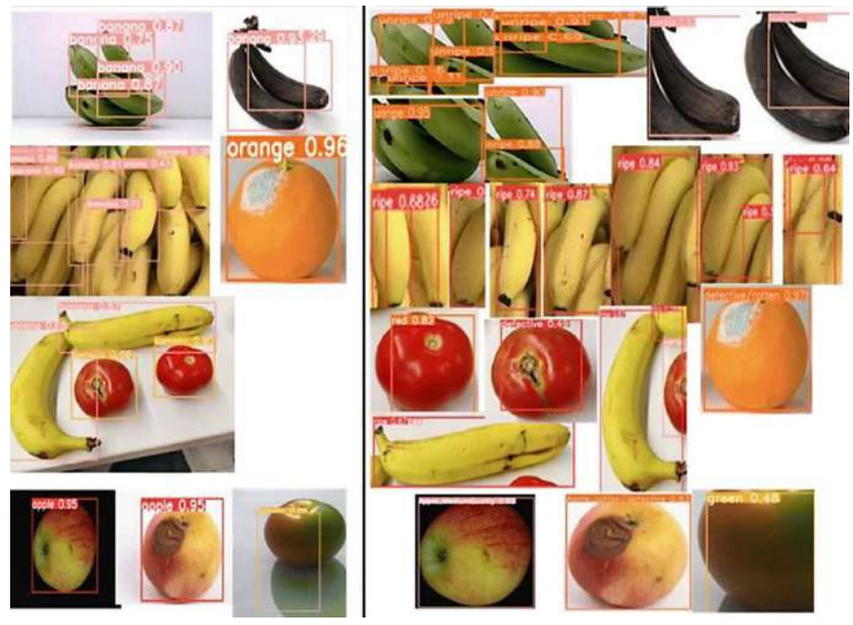
- फलों में क्षतिग्रस्त क्षेत्रों या माइक्रोबियल क्षति की व खराब फलों की पहचान की जाती है।
- **आर्थिक प्रभाव :** दोषपूर्ण फलों को जल्दी पहचान कर छांटने से बर्बादी कम होती है, जिससे अन्य फलों को खराब होने से बचाया जा सकता है।
- **उदाहरण:** सीएनएन का उपयोग करके आम में एन्थ्रेक्नोज नामक बीमारी का पता लगाना।

फल परिपक्वता के आधार पर वर्गीकरण

उपज को अधिकतम करने के लिए फलों की परिपक्वता का निर्धारण आवश्यक है, लेकिन पारंपरिक विधियां अक्सर किसानों के अनुभव या विनाशकारी तकनीकों पर निर्भर करती हैं। एआई द्वारा रंग और बनावट के आधार पर परिपक्वता स्तर का आकलन किया जा सकता है। इससे कटाई के समय को अनुकूलित किया जा सकता है और इससे यह सुनिश्चित होता है कि फल अपनी अधिकतम परिपक्वता पर बाजार तक

चित्र 3: दृश्यता आधरित वृक्ष पहचान एवं फलों की उपज आकलन के लिए चित्र

एआई मॉडल फलों पर दिखाई देने वाले सूक्ष्म दाग-धब्बों, क्षति के निशानों तथा रोगों की पहचान करने में सहायक है।

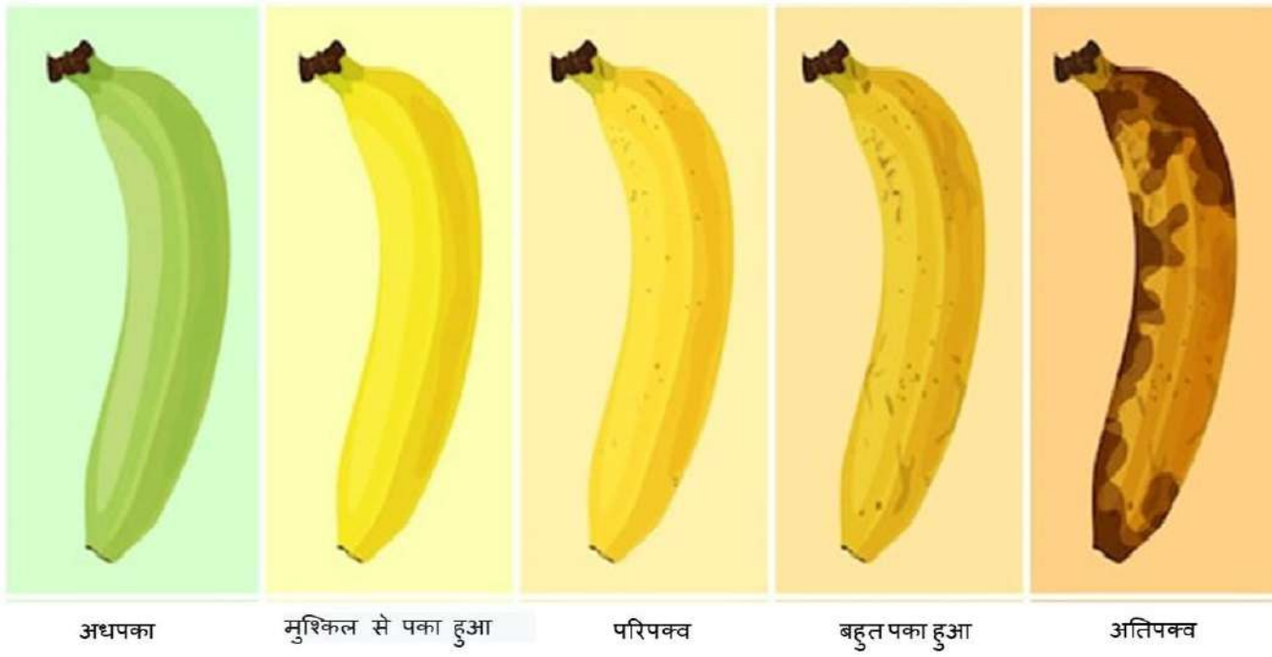


चित्र 4: एआई आधारित दोष का पता लगाना

पहुंचें, जिससे लाभप्रदता बढ़ जाती है।उदाहरण के लिए आरजीबी रंग विशेषताओं का उपयोग करके केले की परिपक्वता का निर्धारण किया जा सकता है।

फलों की छंटाई और ग्रेडिंग

- फलों का गुणवत्ता श्रेणियों में स्वचालित वर्गीकरण।
- एआई एक समान गुणवत्ता को सुनिश्चित करके विपणन क्षमता को बढ़ाता है, जिससे घरेलू और निर्यात बाजार में उच्च मूल्य प्राप्त होता है।
- **उदाहरण:** आकार और छिलके की चमक के आधार पर सेबों का वर्गीकरण।



चित्र 5: एआई-आधारित परिपक्वता वर्गीकरण

चित्र 6: एआई आधारित श्रेणीकरण और छंटाई

फलों का वजन और आकार माप

- त्रि आयामी चित्र (इमेजिंग) और एआई मॉडल का उपयोग करके फलों के वजन और आकार का पूर्वानुमान लगाया जा सकता है।
- **आर्थिक प्रभाव :** वजन और आकार की श्रेणियों के आधार पर सटीक मूल्य निर्धारण सुनिश्चित करके पैकेजिंग और वितरण को आसान बनाता है, जिससे अधिक या कम आकलन के कारण होने वाले नुकसान को कम किया जा सकता है।

एआई तकनीक द्वारा फल पहचानने की विधियाँ

- दृष्टि प्रणाली का प्राथमिक कार्य स्वचालित कटाई के लिए फलों का पता लगाना और उनका स्थानीयकरण करना है।
- फलों का पता लगाने और उन्हें स्थानीयकृत करने के लिए, इमेजिंग सेंसर का उपयोग लक्षित फल और उनके पर्यावरण के बारे में जानकारी प्राप्त करने और उसका विश्लेषण करने के लिए किया जाता है। ये सेंसर 2डी या 3डी हो सकते हैं, जिनमें से प्रत्येक की अपनी खूबियाँ और सीमाएँ हैं:

एआई तकनीक को इमेजिंग (चित्र) तकनीक के साथ संयोजित कर फलों की छँटाई और श्रेणीकरण तीव्रता के साथ स्वचालित माध्यम से हो सकता है।

चित्र 7: एआई आधारित फल आकार का अनुमान

द्वि आयामी (2 डी) इमेजिंग सेंसर

- **आरजीबी कैमरे :** मशीन लर्निंग या डीप लर्निंग का उपयोग करके फलों के गुणों जैसे रंग, आकार और बनावट का विश्लेषण किया जाता है। मुख्य चुनौतियों में रोशनी के प्रति संवेदनशीलता और पृष्ठभूमि के समान रंगों वाले फलों को पहचानने में कठिनाई शामिल है।

- **स्पेक्ट्रल सेंसर :** फलों का पता लगाने के लिए अलग-अलग तरंगदैर्घ्य पर परावर्तन का उपयोग करे, रंग-आधारित चुनौतियों पर काबू पाया जा सकता है । हालाँकि, डेटा संग्रहण और प्रसंस्करण समय लेने वाली प्रक्रिया है।

- **थर्मल सेंसर :** तापमान के अंतर के आधार पर फलों का पता लगाते हैं, लेकिन छायादार क्षेत्रों या घने छतरियों में फलों को पहचानने में कठिनाई होती है।

यद्यपि 2 डी सेंसर कम लागत वाले और सुलभ हैं, लेकिन वे फल के स्थान की सटीक जानकारी प्रदान नहीं कर सकते हैं।

त्रि-आयामी (3 डी) इमेजिंग सेंसर

- **स्टीरियो कैमरे :** त्रिभुजाकार माध्यम से गहराई की गणना करने के लिए कई आरजीबी कैमरों का उपयोग होता है। परन्तु उन्हें लगातार अंशांकन की आवश्यकता होती है, जिससे यह वास्तविक समय में अनुप्रयोग के लिए चुनौतीपूर्ण हो जाते हैं।

- **लिडार :** लेजर पल्स का उपयोग करके 2 डी/3 डी पॉइंट क्लाउड उत्पन्न करता है। यह तेज रोशनी में बेहतर कार्य करता है, लेकिन इसमें रंग संबंधी जानकारी का अभाव है और यह महंगा भी है।

- **आरजीबी-डी कैमरे :** टाइम-ऑफ-फ्लाइट (टीओएफ) या संरचित प्रकाश विधियों का उपयोग करके गहराई प्रसंस्करण के साथ आरजीबी इमेजिंग को संयोजित करता है। ये लिडार की तुलना में अधिक सटीक, कुशल और कम लागत वाले हैं, लेकिन तेज धूप या कम दूरी जैसी चरम स्थितियों में ये अच्छा प्रदर्शन नहीं करते हैं।

3 डी सेंसरों में, आरजीबी-डी कैमरों को उनकी लागत, सटीकता और दक्षता के संतुलन के कारण पसंद किया जाता है, जिससे वे विशिष्ट परिदृश्यों में अपनी सीमाओं के बावजूद, कृषि अनुप्रयोगों के लिए उपयुक्त बन जाते हैं।

सेंसर तकनीकों को एआई के साथ संयोजित कर फलों की आंतरिक गुणवत्ता (मिठास) का भी पता लगाया जा सकता है।

फलों का पता लगाने के लिए गहन शिक्षण (डीप लर्निंग) विधियाँ

डीप लर्निंग, विशेष रूप से कन्वोल्यूशनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन), निम्न और उच्च-स्तरीय दोनों तरह की विशेषताओं को निकालने में सक्षम बनाता है, जिससे फलों का पता लगाने में सटीकता और सामान्यीकरण में काफी सुधार होता है। अलग-अलग परिस्थितियों में बागों में फलों का पता लगाने के सटीक परिणाम, उन्नत इमेजिंग तकनीकों और एआई मॉडल पर निर्भर करता है। आरजीबी-डी द्वारा ली गई, गहराई वाली तस्वीरें, स्थिति संबंधी स्थानिक डेटा अधिग्रहण को सक्षम करती हैं लेकिन परिवेश की स्थितियों के प्रति संवेदनशील भी होती हैं, जो प्रदर्शन को खराब कर सकती हैं। आरजीबी तस्वीरों द्वारा फलों की पहचान व स्थिति का पता लगाने के लिए व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। अवरक्त (इन्फ्रारेड) इमेजिंग प्रकाश भिन्नताओं के खिलाफ बेहतर प्रदर्शन करती है । मल्टी-मोडैलिटी दृष्टिकोण इन्फ्रारेड या डेप्थ इमेज के साथ आरजीबी को मिलाकर, प्रदर्शन को और बेहतर बनाता है ।

तालिका 1: फलों की गुणवत्ता का पता लगाने के लिए एआई तकनीकों की तुलना

एआई तकनीक	प्रमुख विशेषताऐं	सामान्य अनुप्रयोग
चित्र प्रौद्योगिकी	आरजीबी/एचएसवी चित्रों का विश्लेषण	फल में क्षति/दोष का पता लगाना
मशीन लर्निंग	विशेषता-आधारित वर्गीकरण	छंटाई, ग्रेडिंग
डीप लर्निंग	महत्वपूर्ण फीचर का स्वत: निष्कर्षण	वास्तविक समय में परिपक्वता का पता लगाना

समान पृष्ठभूमि में एक जैसे रंग वाले फलों का पता लगाना

कम रोशनी या कम भिन्नता वाले वातावरण में फलों का पता लगाना चुनौतीपूर्ण हो जाता है, खास तौर पर पत्तियों और शाखाओं का रंग फलों के रंग से मिलता-जुलता हो। इस समस्या को हल करने के लिए विभिन्न तरीकों का इस्तेमाल किया जा सकता है जैसे :

स्पेक्ट्रल इमेजिंग :

- वर्णक्रमीय अंतरों का विश्लेषण करके चित्रों में फलों को उनकी पृष्ठभूमि (बैकग्राउंड) से अलग करना।
- अधिकांश मामलों में पहचान दर अधिक होती है, लेकिन व्यावहारिक उपयोग के लिए तीव्र प्रसंस्करण एल्गोरिदम की आवश्यकता होती है।

आकृति विज्ञान और बनावट विशेषताएँ :

- **आकार-आधारित पहचान :** सेब, टमाटर और नींबू जैसे गोलाकार फलों को उनके आकार के कारण पृष्ठभूमि (बैकग्राउंड) से अलग पहचाना जा सकता है ।

एआई द्वारा गुणवत्ता मूल्यांकन में मानवीय त्रुटियाँ कम होती है और अधिक विश्वासनीय परिणाम मिलते हैं।

- **बनावट विशेषताएँ :** अपरिपक्व फलों जैसे कि नींबू आदि का पता लगाने के लिए सतह की बनावट में अंतर और फलों द्वारा वितरित प्रकाश की तीव्रता का अध्ययन किया जा सकता है। हालांकि तीव्र प्रकाश फल पहचानने की विश्वसनीयता को प्रभावित करता है।

मल्टी-फीचर फ्यूजन :

- फलों के रंग, आकृति और बनावट विशेषताओं को संयोजित कर विभिन्न स्थितियों में फल पहचानने की विश्वसनीयता और सटीकता में सुधार होता है।

मल्टी-मॉडल सेंसर के साथ गहन शिक्षण (डीप लर्निंग):

- मल्टी-सेंसर डेटा (जैसे, आरजीबी, इन्फ्रारेड, स्पेक्ट्रल) के साथ गहन शिक्षण विधियों को एकीकृत करने से जटिल वातावरण में फलों का पता लगाने के लिए परिणाम बेहतर होते हैं।

ये विधियां सामूहिक रूप से फल पहचानने की दरों में सुधार करती हैं, लेकिन वास्तविक समय में अनुप्रयोगों के लिए अभी भी कम्प्यूटेशनल दक्षता में और अधिक प्रगति की आवश्यकता है।

एआई-आधारित प्रणालियों के लाभ: मॉडल मूल्यांकन तकनीक

- **सटीकता :** मानवीय त्रुटि को कम करती है और सटीक परिणाम प्रदान करती है।
- **गति :** अधिक मात्रा वाले फलों का तीव्रता से मूल्यांकन करने में सहायक है।
- **लागत-प्रभावशीलता :** श्रम लागत को कम करती है और कटाई के बाद होने वाली हानि को कम करती है।
- **मापनीयता :** विभिन्न प्रकार के फलों और परिचालन पैमानों के लिए आसानी से अनुकूलित किया जा सकता है।

एआई-तकनीक आधारित फल गुणवत्ता जांच में चुनौतियाँ

- **गुणवत्तापूर्ण डेटासेट की उपलब्धता :** मॉडल के प्रशिक्षण के लिए आवश्यक उच्च गुणवत्ता वाले एनोटेटेड डेटासेट की आवश्यकता होती है जिसे प्राप्त करने में समय व साधन लगते हैं।
- **हार्डवेयर सीमाएँ :** उच्च-रिजॉल्यूशन वाले इमेजिंग सिस्टम और कम्प्यूटेशनल संसाधन महंगे हो सकते हैं।
- **फलों में विविधता :** फलों की किस्म, उनकी वृद्धि की स्थिति, परिपक्वता के कारण फलों के स्वरूप में अंतर परिणामों को प्रभावित कर सकता है।
- **एकीकरण के मुद्दे :** मौजूदा आपूर्ति श्रृंखलाओं के साथ एआई प्रणालियों को एकीकृत करना चुनौतीपूर्ण है।

भविष्य की दिशाएं

- **ट्रेसेबिलिटी के लिए एआई और ब्लॉकचेन :** एआई को ब्लॉकचेन तकनीक के साथ मिलाने से फलों की आपूर्ति श्रृंखला में ट्रेसेबिलिटी (फलों के स्त्रोत से लेकर विभिन्न चरणों की जानकारी) को बढ़ाने की अपार संभावनाएं हैं। ब्लॉकचेन, आपूर्ति श्रृंखला में कटाई से लेकर खुदरा बिक्री तक के हर चरण की सुरक्षित और पारदर्शी रिकॉर्डिंग सुनिश्चित करती है। जब ब्लॉकचेन को एआई के साथ एकीकृत किया जाता है, तो वास्तविक समय की फल गुणवत्ता के आधार पर आकलन को अपरिवर्तनीय रिकॉर्ड से जोड़ा जा सकता है, जिससे हितधारकों को फलों की गुणवत्ता और उत्पत्ति (स्त्रोत) स्थान को ट्रैक करने की अनुमति मिलती है। यह संयोजन न केवल उपभोक्ता में विश्वास जगाता है, बल्कि निर्यात अनुपालन के मानकों को पूरा करने में भी मदद करता है।
- **एज कंप्यूटिंग :** वास्तविक समय पर, ऑन-साइट गुणवत्ता मूल्यांकन के लिए एज डिवाइसों पर एआई मॉडल तैनात करना।
- **मल्टी-स्पेक्ट्रल इमेजिंग :** फल दोष की बेहतर पहचान के लिए आरजीबी और हाइपरस्पेक्ट्रल इमेजिंग का संयोजन।
- **सिंथेटिक डेटा जेनरेशन :** एआई मॉडलों के प्रशिक्षण के लिए विविध डेटासेट बनाने के लिए जनरेटिव मॉडल का उपयोग करना।
- **आईओटी के साथ एकीकरण :** भंडारण और परिवहन के दौरान गुणवत्ता की लगातार निगरानी के लिए स्मार्ट सेंसर और आईओटी नेटवर्क का प्रयोग।

निष्कर्ष

एआई-आधारित पहचान प्रणालियों द्वारा फल की गुणवत्ता मूल्यांकन प्रक्रियाओं में सुधार करके कटाई के बाद फलों का बेहतर रखरखाव संभव हो जाता है। ये प्रणालियाँ डेटासेट की उपलब्धता, हार्डवेयर की सीमाओं और फलों की उपस्थिति में परिवर्तनशीलता जैसी चुनौतियों का समाधान करके फल गुणवत्ता जांच की दक्षता में उल्लेखनीय वृद्धि करती हैं, बर्बादी को कम करती हैं और किसानों और हितधारकों के लिए बेहतर आर्थिक लाभ सुनिश्चित करती हैं। ट्रेसेबिलिटी के लिए ब्लॉकचेन, वास्तविक समय में गुणवत्ता मूल्यांकन के लिए एज कंप्यूटिंग, फल के विभिन्न दोषों का पता लगाने के लिए मल्टी-स्पेक्ट्रल इमेजिंग और आईओटी जैसी उभरती हुई तकनीकों के साथ एआई कृषि के विभिन्न क्षेत्रों में महत्व पूर्ण योगदान दे सकता है। वर्तमान चुनौतियों का समाधान कर एआई कृषि मूल्य श्रृंखला में क्रांति ला सकने में सक्षम है, जिसके लिए इस क्षेत्र में और अधिक अनुसंधान आवश्यक है।

विज्ञान के अंश

इलेक्ट्रिक 'स्लाइम', जो चोटों को तेजी से ठीक करने में मदद कर सकता है

(https://www.sneeplores.org/article/electric-slime-gel-healing)

जब कोहनी में खरोंच आती है या हड्डी टूटती है, तो शरीर उपचार करने वाली कोशिकाओं को बुलाने के लिए एक आपातकालीन संदेश भेजता है, जो विद्युत संकेत के रूप में होता है। इस संकेत की तीव्रता बढ़ाने के लिए वैज्ञानिकों ने एक नया पीजोइलेक्ट्रिक जेल विकसित किया है, जो भविष्य में चोट और घावों को तेजी से भरने में मदद कर सकता है।

कनाडा के ओंटारियो स्थित गुएल्फ विश्वविद्यालय की इंजीनियर ने पानी, अमीनो एसिड और ओलिक एसिड के मिश्रण से यह जेल तैयार किया है। इसकी मुख्य संरचना में लगभग 90 प्रतिशत पानी, ओलिक एसिड और लाइसिन (एक अमीनो एसिड) शामिल हैं। इस मिश्रण से बना गोंद लिक्विड-क्रिस्टल संरचना वाला है, जिसमें तरल और ठोस दोनों के गुण पाए जाते हैं।

इस जेल की विशेषता यह है कि इसे दबाने या खींचने पर यह बिजली उत्पन्न करता है। शोधकर्ताओं का मानना है कि यदि इस जेल को चोट वाली जगह पर लगाया जाए, तो शरीर का आपातकालीन विद्युत संदेश तेजी से पहुंचेगा, जिससे उपचार प्रक्रिया तेज हो सकती है।

जेल से उत्पन्न होने वाली बिजली की मात्रा इस बात पर निर्भर करती है कि इसे कितना दबाया जाता है। मटर के आकार की जेल की गांठ को उसकी लंबाई के आधे तक दबाने पर कुछ माइक्रोएम्प्स करंट उत्पन्न हो सकता है। तुलना के लिए, एक एए बैटरी का करंट इस जेल से मिलने वाले करंट से लगभग दस लाख गुना अधिक होता है। हालांकि, यह कम मात्रा का करंट भी मानव शरीर की जैविक प्रक्रियाओं के लिए उपयोगी माना जाता है।

एक उपकरण-परजीवीयों से संक्रमित मधुमक्खियों को पहचान कर गिनती करने वाला माइट डिटेक्टर

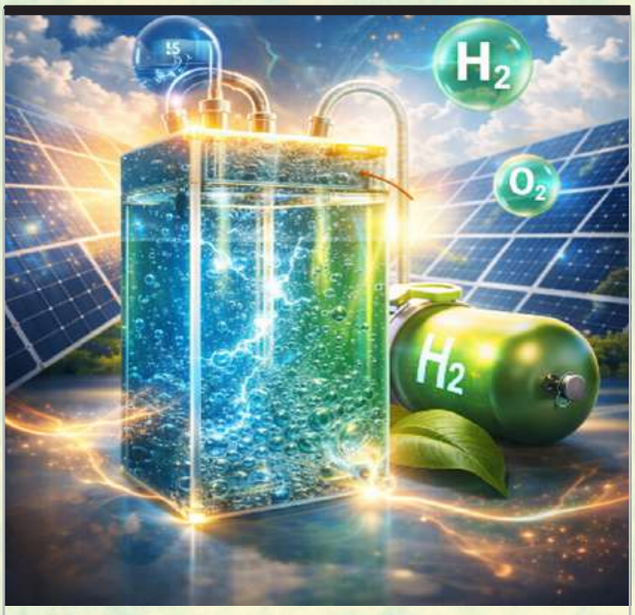
(https://www.snexplores.org/article/device-count-honey-bees-varroa-mite-parasite)

अमेरिका और यूरोप में मधुमक्खियों की संख्या में तेजी से गिरावट देखी जा रही है, विशेषकर छत्तों के आसपास जहाँ वे पराग जैसे खाद्य स्रोतों की खोज करती हैं। कई बीमार और नष्ट होती कॉलोनियों के लिए वरोआ माइट नामक परजीवी को प्रमुख कारण माना जाता है। इस समस्या के समाधान के लिए तीन किशोरों ने एक स्वचालित माइट डिटेक्टर विकसित किया है, जो वरोआ माइट से संक्रमित मधुमक्खियों की पहचान और गिनती कर सकता है।

यह उपकरण छत्ते के प्रवेश मार्ग पर मधुमक्खियों की आवाजाही की निगरानी करता है, जिससे मधुमक्खी पालकों को यह जानकारी मिलती है कि कितनी मधुमक्खियाँ संक्रमित हैं और कब छत्ते में माइट-नाशक रसायनों का उपयोग आवश्यक है। वरोआ माइट्स मधुमक्खियों के शरीर के निचले हिस्से में चिपके रहते हैं, इसलिए सामान्य रोशनी में इन्हें पहचानना कठिन होता है। ये परजीवी मधुमक्खियों की चर्बी खाते हैं और रोग फैलाते हैं, जिससे कॉलोनियों की मृत्यु होती है।

माइट डिटेक्टर 870 नैनोमीटर अवरक्त प्रकाश का उपयोग करता है, जिसमें माइट मधुमक्खियों की तुलना में अधिक चमकीले दिखाई देते हैं। चूँकि मधुमक्खियाँ अवरक्त प्रकाश नहीं देख सकतीं, इसलिए यह प्रणाली उनके व्यवहार को प्रभावित नहीं करती।

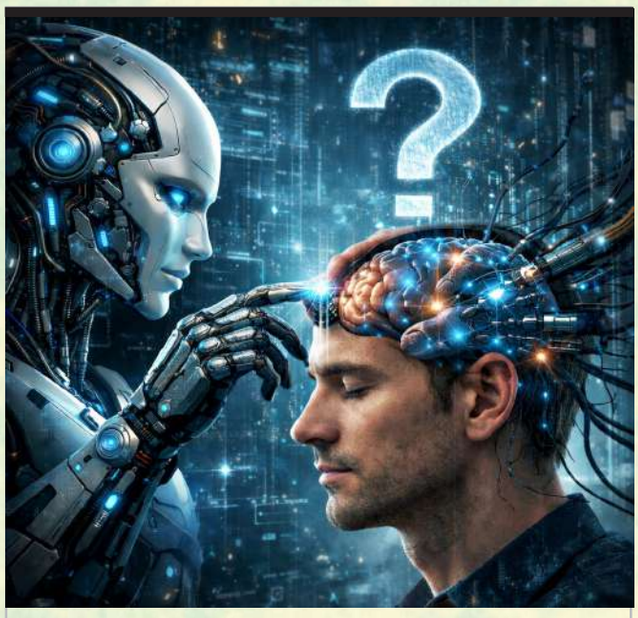
इस प्रणाली में छत्ते के प्रवेश द्वार को लगभग 20 सेंटीमीटर बढ़ाया गया है और दो कैमरे मधुमक्खियों की गतिविधि रिकॉर्ड करते हैं, जिन्हें एक छोटे कंप्यूटर द्वारा विश्लेषित किया जाता है। यह उपकरण 6,500 छवियों से प्रशिक्षित है और परीक्षणों में लगभग 95 प्रतिशत सटीकता के साथ संक्रमित मधुमक्खियों की पहचान करता है। साथ ही यह संक्रमित और स्वस्थ मधुमक्खियों का अनुपात भी बताता है, जिससे उपचार का सही समय तय किया जा सकता है।



सूर्य प्रकाश पर काम करेगा हाइड्रोजन बनाने वाला रिएक्टर

वैज्ञानिकों ने एक प्रोटोटाइप रिएक्टर बनाया है जो केवल सूर्य के प्रकाश और पानी का उपयोग करके हाइड्रोजन ईंधन का उत्पादन कर सकता है। इस रिएक्टर से निर्मित हाइड्रोजन को ग्रीन हाइड्रोजन कहा जा सकता है क्योंकि यह ग्रीन हाइड्रोजन एक जलवायु-तटस्थ प्रक्रिया से बनता है जिसमे हाइड्रोजन बनाने के लिए नवीकरणीय ऊर्जा स्रोतों का उपयोग किया जाता है। खोजकर्ताओं का कहना है की नवीकरणीय ईंधन विशेषज्ञों के बीच इस नये खोज की चर्चा बढ़चढ़कर हो रही है। हालांकि, सम्पूर्ण हाइड्रोजन उत्पादन का केवल 0.1 प्रतिशत ही 'ग्रीन' के रूप में वर्णित किया जा सकता है, क्योंकि ग्रीन हाइड्रोजन को कम मात्रा में बनाने के लिए भी बहुत ज्यादा नवीकरणीय ऊर्जा की आवश्यकता होती है, जिससे प्रक्रिया की लागत अपेक्षा से ज्यादा महंगी हो जाती है।

जर्नल 'फ्रंटियर्स इन साइंस' में प्रकाशित एक पेपर में फोटोकैटेलिटिक शीट से बने एक रिएक्टर का विवरण दिया गया है जो सूर्य की शक्ति का उपयोग करके पानी को उसके तत्वों (हाइड्रोजन और ऑक्सीजन) में विभाजित कर सकता है। शोधकर्ताओं ने यह भी स्पष्ट किया की सौर ऊर्जा रूपांतरण तकनीक रात में या खराब मौसम में काम नहीं कर सकती है, लेकिन ईंधन सामग्री की रासायनिक ऊर्जा के रूप में सूर्य के प्रकाश की ऊर्जा को संग्रहीत करके, कभी भी और कहीं भी ऊर्जा का उपयोग करना संभव है। हालाँकि, उत्पाद अभी भी अपनी प्रारंभिक अवस्था में है। पेपर के एक वरिष्ठ लेखक, कजुनारी डोमेन ने एक बयान में कहा, ''इस तकनीक को विकसित करने के लिए सबसे महत्वपूर्ण पहलू फोटोकैटेलिस्ट द्वारा सौर-से- रासायनिक ऊर्जा रूपांतरण की दक्षता है।'' यदि इसे व्यावहारिक स्तर तक सुधारा जाता है, तो कई शोधकर्ता बड़े पैमाने पर उत्पादन तकनीक और गैस पृथक्करण प्रक्रियाओं के विकास के साथ-साथ बड़े पैमाने पर संयंत्र निर्माण पर गंभीरता से काम करने में उत्सुकता दिखा रहे हैं ।

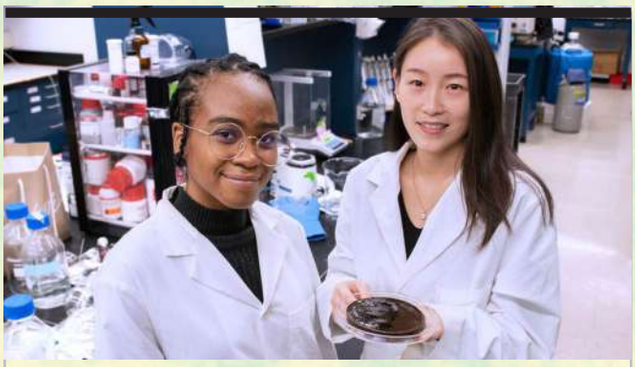


क्या कृत्रिम बुधिमत्ता मानव मन पर हावी हो सकता है ?

कृत्रिम बुद्धिमत्ता (एआई) विज्ञान के लगभग हर क्षेत्र में तेजी से प्रभाव डाल रही है, और सामाजिक विज्ञान भी इससे अछूते नहीं हैं। सामाजिक वैज्ञानिक एआई, विशेष रूप से बड़े भाषा मॉडलों का उपयोग मानव सोच को समझने और यह जानने के लिए कर रहे हैं कि लोग कैसे बेहतर निर्णय ले सकते हैं। इस संदर्भ में यह प्रश्न महत्वपूर्ण हो गया है कि क्या कृत्रिम बुद्धिमत्ता मानव मन पर हावी हो सकती है।

मनोवैज्ञानिकों ने एक एआई चॉटबॉट को इस प्रकार प्रशिक्षित किया कि वह षड्यंत्र सिद्धांतों में विश्वास रखने वाले लोगों को यह सोचने के लिए प्रेरित कर सके कि उनके विश्वास गलत भी हो सकते हैं। इस प्रयोग के सकारात्मक परिणाम सामने आए, जहाँ लोगों ने एलियन लैंडिंग छिपाने या जैविक हथियारों द्वारा जनसंख्या नियंत्रण जैसी साजिशों पर विश्वास करना कम कर दिया। आमतौर पर षड्यंत्र सिद्धांतकार अपने विचारों के समर्थन में संदिग्ध प्रमाणों का बड़ा संग्रह प्रस्तुत करते हैं, जिनकी जाँच करना सामान्य व्यक्ति के लिए कठिन होता है। इस मामले में एआई चॉटबॉट प्रमाणों की समीक्षा करने में अधिक प्रभावी सिद्ध हुए हैं।

एक अन्य अध्ययन में यह पाया गया कि डॉक्टर अक्सर अपने प्रारंभिक निदान पर अड़े रहते हैं, भले ही एआई चॉटबॉट अधिक सटीक सुझाव दे। एक प्रतियोगिता में चॉटजीपीटी-4 ने 90 प्रतिशत मामलों का सही निदान किया, जबकि डॉक्टरों की सटीकता 74 प्रतिशत रही। डॉक्टरों को एआई से परामर्श की अनुमति देने पर भी सुधार सीमित रहा, जिससे स्पष्ट होता है कि मनुष्य और एआई दोनों को मिलकर काम करने का प्रशिक्षण आवश्यक है। हालाँकि, एआई समाचारों की तथ्य-जाँच में हमेशा भरोसेमंद नहीं है। आंतरिक त्रुटियों के कारण जब एआई ने झूठी सुर्खियाँ फैलाईं, तो लोगों में भ्रम बढ़ा और वास्तविक समाचारों पर अविश्वास उत्पन्न हुआ। इससे यह निष्कर्ष निकलता है कि एआई सबसे उपयोगी तब है जब वह हमें अलग ढंग से सोचने के लिए प्रेरित करे, न कि तब जब हम पूरी तरह से सोचने की जिम्मेदारी उस पर छोड़ दें।



एक नया सौर ऊर्जा संचालित जेल जो पानी को पल भर में शुद्ध कर देता है

(https://www.snexplores.org/article/innovation-2023-new-solar-powered-gel-purifies-water-in-a-flash)

फलों की अंदरूनी बनावट से प्रेरित यह नई सामग्री उन क्षेत्रों में उपयोगी हो सकती है जहाँ पीने के पानी की भारी कमी है। वैज्ञानिकों ने एक ऐसा हाइड्रोजेल विकसित किया है जो गंदे पानी को सोख लेता है और बाद में उसे अत्यंत साफ व ताजा रूप में बाहर छोड़ता है।

यह हाइड्रोजेल पॉलिमर से बना एक स्पंजी ढांचा है, जो पानी को अवशोषित करने की क्षमता रखता है। पहले विकसित जल-शुद्धिकरण हाइड्रोजेल गंदे पानी को साफ करते समय स्वयं भी दूषित हो जाते थे, जिससे बाहर निकलने वाला पानी दोबारा गंदा हो सकता था। इसके विपरीत, नया हाइड्रोजेल स्वयं को साफ रखने में सक्षम है, इसलिए इससे निकलने वाला पानी शुद्ध रहता है।

पारंपरिक हाइड्रोजेल में धागे जैसे अणु पानी को बुलबुलों जैसी संरचनाओं में फंसा लेते हैं, जिससे पानी का बाहर निकलना धीमा और कठिन हो जाता है। नया हाइड्रोजेल पानी को पहले की तुलना में कई अधिक तेजी से सोखता और छोड़ता है। परिणामस्वरूप, एक वर्ग मीटर क्षेत्र में फैला यह जेल मात्र एक घंटे में लगभग 26 लीटर पानी साफ कर सकता है। इसके आविष्कारकों का मानना है कि यह तकनीक जल संकट से निपटने के लिए नए और प्रभावी समाधान प्रदान कर सकती है।

आमतौर पर जल शुद्धिकरण में अधिक ऊर्जा की आवश्यकता होती है, लेकिन यह हाइड्रोजेल तापमान के सिद्धांत पर काम करता है। इसके धागों के कुछ हिस्से पानी को आकर्षित करते हैं और कुछ उसे दूर धकेलते हैं। ठंडे तापमान पर पानी को आकर्षित करने वाली ताकतें अधिक प्रभावी होती हैं, जिससे जेल पानी सोख लेता है। हाइड्रोजेल की काली परत इसे धूप में जल्दी गर्म होने में मदद करती है। जैसे-जैसे तापमान बढ़ता है, पानी को पकड़ने की क्षमता कम हो जाती है और लगभग 33 डिग्री सेल्सियस पर साफ पानी बाहर निकल आता है, जबकि प्रदूषक जेल में अवशोषित नहीं होते और स्वत: अलग रह जाते हैं।

ठोस अवस्था वाली बैटरियों में नवाचार से लिथियम की अगली पीढ़ी में प्रगति को मिलेगा बढ़ावा

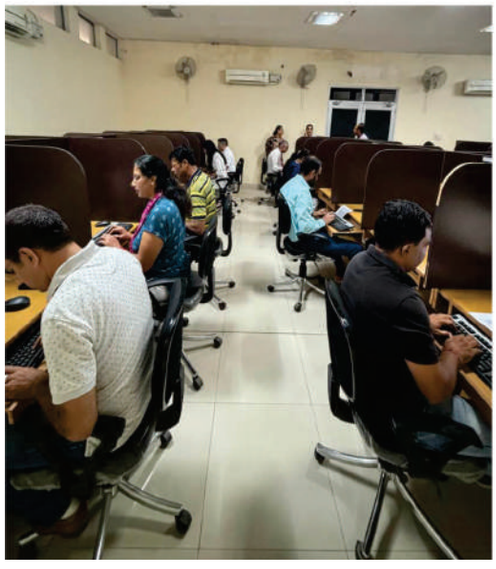
(https://www.cas.org/resources/cas-insights/scientific-break-throughs-2025-emerging-trends-watch)

वर्तमान समय में इलेक्ट्रिक वाहनों में लिथियम-आयन बैटरियों का व्यापक उपयोग हो रहा है। इसी कारण शोधकर्ता इन अनुप्रयोगों के लिए अधिक उन्नत, सुरक्षित और प्रभावी अगली पीढ़ी की लिथियम- आयन बैटरियों के विकास पर लगातार कार्य कर रहे हैं। इस दिशा में सॉलिड-स्टेट बैटरियाँ एक तेजी से उभरती हुई तकनीक के रूप में सामने आई हैं, क्योंकि इनमें इलेक्ट्रिक वाहनों को आम उपभोक्ताओं द्वारा बड़े पैमाने पर अपनाने में आने वाली कई प्रमुख चुनौतियों को दूर करने की क्षमता है।

पारंपरिक लिथियम-आयन बैटरियों में प्रयुक्त तरल या जेल इलेक्ट्रोलाइट्स की तुलना में सॉलिड इलेक्ट्रोलाइट्स अनेक महत्वपूर्ण लाभ प्रदान करते हैं। सॉलिड-स्टेट बैटरियाँ अधिक सुरक्षित होती हैं और उनमें आग लगने या रिसाव की संभावना काफी कम होती है। इनका जीवनकाल लंबा होता है तथा ये बार-बार चार्ज-डिस्चार्ज चक्रों को बेहतर ढंग से सहन कर सकती हैं। इसके अलावा, इनकी ऊर्जा सघनता अधिक होती है, जिससे समान आयतन और वजन में अधिक ऊर्जा संग्रहित की जा सकती है। तेज चार्जिंग क्षमता और ठंडे मौसम में अपेक्षाकृत स्थिर प्रदर्शन भी इनके प्रमुख लाभ हैं।

हालाँकि, इन फायदों के बावजूद कुछ उद्योग विशेषज्ञों का मानना है कि सॉलिड-स्टेट बैटरी तकनीक को अभी लागत, बड़े पैमाने पर विनिर्माण और वास्तविक परिस्थितियों में प्रदर्शन सत्यापन जैसी चुनौतियों का सामना करना पड़ रहा है। इसके बावजूद, उद्योग में बढ़ता निवेश दर्शाता है कि ऑटोमोबाइल निर्माता इस तकनीक को लेकर आशावादी हैं। होंडा ने पूर्ण सॉलिड-स्टेट ईवी बैटरी की उत्पादन लाइन प्रस्तुत की है, जिनके आकार में लगभग 50 प्रतिशत कमी का अनुमान है। चीन की प्रमुख वाहन निर्माता कंपनी एसएआईसी 2026 में दूसरी पीढ़ी की सॉलिड-स्टेट बैटरियों का बड़े पैमाने पर उत्पादन शुरू करने की योजना बना रही है, जबकि निसान ने 2028 तक सॉलिड-स्टेट बैटरी वाली इलेक्ट्रिक कार लॉन्च करने की घोषणा की है। ये प्रयास संकेत देते हैं कि आने वाले वर्षों में सॉलिड-स्टेट बैटरियाँ वाहन क्षेत्र के साथ-साथ अन्य उद्योगों में भी महत्वपूर्ण परिवर्तन ला सकती हैं।

भाकृअनुप-सीफेट, लुधियाना में राजभाषा हिन्दी पखवाड़ा
(14 से 28 सितम्बर 2025)



प्रत्येक वर्ष की भांति, संस्थान में इस वर्ष दिनांक 14 से 28 सितम्बर 2025 तक राजभाषा हिन्दी पखवाड़ा मनाया गया। समारोह का उद्घाटन दिनांक 12 सितम्बर 2025 को डॉ. नचिकेत कोतवालीवाले, निदेशक, भा.कृ.अनु.प.-सीफेट, लुधियाना के कर कमलों द्वारा किया गया। इस अवसर पर वैज्ञानिक एवं स्टाफ सदस्यों को सम्बोधित करते हुए उन्होंने हिन्दी के प्रचार-प्रसार के लिए दिनचर्या में सरल शब्दों के प्रयोग पर जोर दिया। उन्होंने भा.कृ.अनु.प.-सीफेट, लुधियाना में वैज्ञानिक एवं प्रशासनिक कार्यो में हो रहे हिन्दी के उपयोग की सराहना की एवं प्रतियोगिताओं में बढ़-चढ़ कर भाग लेने का आह्वान किया। उन्होने संस्थान के समस्त वैज्ञानिकों से अनुरोध किया कि वे अपने शोध-पत्रों को हिन्दी भाषा में प्रकाशित करने पर जोर दें। डॉ. महर्षि तोमर , वरिष्ठ वैज्ञानिक ने उद्घाटन समारोह का संचालन किया। इस अवसर पर संस्थान की हिन्दी पखवाड़ा समिति के सदस्य श्रीमती अनुराधा ने पखवाड़े के दौरान 15 दिनों तक चलने वाली विभिन्न प्रतियोगिताओं एवं कार्यक्रमों की रूपरेखा बताई। हिन्दी पखवाड़ा के दौरान 11 अलग-अलग प्रतियोगिताएँ जैसे कंप्यूटर पर हिन्दी टाइपिंग, पोस्टर प्रतियोगिता, हिन्दी अनुवाद प्रतियोगिता, हिन्दी निबंध प्रतियोगिता, हिन्दी टिप्पणी एवं प्रारूप लेखन, हिन्दी टिप्पणी एवं प्रारूप लेखन, हिन्दी काव्य पाठ, तत्काल भाषण प्रतियोगिता, विज्ञान संबंधी शोध पत्र एवं चित्र देखकर कहानी लिखो विभिन्न संयोजकों एवं सह-संयोजकों के सहयोग से करवाई गई, जिनमें 3 प्रतियोगिताएं भाकृअनुप-सीफेट लुधियाना एवं अबोहर में अलग अलग आयोजित की गई, जैसे कंप्यूटर पर हिन्दी टाइपिंग, पोस्टर प्रतियोगिता, हिन्दी अनुवाद प्रतियोगिता

आयोजित की गई एवं 08 प्रतियोगिताएं संयुक्त रूप से आयोजित कि गई। इसमें कुछ प्रतियोगिताएं सभी वर्गों के अधिकारियों एवं कर्मचारियों के लिए थी एवं कुछ प्रतियोगिताएं वर्ग विशेष अधिकारियों एवं कर्मचारियों के लिए थी। राजभाषा हिन्दी पखवाड़ा के अन्तर्गत आयोजित सभी प्रतियोगिताओं में संस्थान के सभी अधिकारियों एवं कर्मचारियों ने बढ़-चढ़कर हिस्सा लिया। दिनांक 29.09.2025 को डॉ. नचिकेत कोतवालीवाले (निदेशक, सीफेट, लुधियाना) एवं मुख्य अतिथि श्री जागीर सिंह (हवाई अड्डा निदेशक, भारतीय विमानपत्तन प्राधिकरण, लुधियाना हवाई अड्डा) द्वारा प्रतियोगिताओं के विजेताओं को पुरस्कार प्रदान किये गये। इसके अतिरिक्त संस्थान में हिन्दी में किये गये कार्यों का मूल्यांकन कर संस्थान के कर्मचारियों को भी पुरस्कृत किया गया एवं अधिक से अधिक हिन्दी में कार्य करने के लिए सभी को प्रोत्साहित किया गया। निदेशक महोदय ने कहा कि हिंदी पखवाड़े को त्योहार के रूप में मनाने से हिंदी सशक्त एवं सार्मथ्यवान होगी। डॉ. विकास कुमार, प्रभारी राजभाषा प्रकोष्ठ एवं सदस्य समिति, 2025 ने हिंदी पखवाड़ा का सफल आयोजन किया एवं सुश्री मुस्कान, प्र.सहायक ने समापन समारोह का समन्वयन किया। राजभाषा हिंदी पखवाड़ा समिति-2025 के सदस्य डॉ. महर्षि तोमर (वरिष्ठ वैज्ञानिक), डॉ. विकास कुमार (वैज्ञानिक), डॉ. शिल्पा सेल्वन (वैज्ञानिक) डॉ. किशन कुमार पटेल (एस.एम.एस.), श्री डालू राम (तकनीकी अधिकारी), श्री प्रदीप कुल्हारी (सहा. वित् एवं लेखा अधिकारी), श्री सुघर सिंह वर्मा (निजी सहायक), श्री अजय कुमार, (वरि. लिपिक) एवं सुश्री अनुराधा ने कार्यक्रम के आयोजन में महत्वपूर्ण योगदान दिया।

(क) भा .कृ.अनु.प- सीफेट, लुधियाना परिसर में आयोजित प्रतियोगिताएँ व संयोजक एवं सह संयोजक

क्र.सं.	प्रतियोगिता का नाम एवं विषय	संयोजक एवं सह-संयोजक	दिनांक
1.	पोस्टर प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए एवं कार्मिकों के पारिवारिक सदस्य भी भाग ले सकते है)	डॉ. संदीप दवंगे, वैज्ञानिक डॉ. चन्दन सोलंकी, वरि. वैज्ञानिक	14.09.2025
2.	कंप्यूटर पर हिंदी टाइपिंग प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए)	ई. रितु कुकड़े, वैज्ञानिक ई. शगफ कौकब, वैज्ञानिक	15.09.2025
3.	हिन्दी अनुवाद प्रतियोगिता (केवल तकनीकी वर्ग के लिए)	श्री कुंवर सिंह, सहा. प्रशासनिक अधि. डॉ. राहुल कुमार यादव, वरि. वैज्ञानिक	16.09.2025

(ख) भाकृअनुप-सीफेट,अबोहर परिसर परिसर में आयोजित प्रतियोगिताएँ व संयोजक एवं सह संयोजक

क्र.सं.	प्रतियोगिता का नाम एवं विषय	संयोजक एवं सह-संयोजक	दिनांक
1.	पोस्टर प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए एवं कार्मिकों के पारिवारिक सदस्य भी भाग ले सकते है)	डॉ. रूपिन्दर कौर, सहा. मुख्य तकनीकी अधि. ई. रमेश चंद कन्त्वा, एस.एम.एस. (टी-6)	14.09.2025
2.	कंप्यूटर पर हिंदी टाइपिंग प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए)	डॉ. शिल्पा सेल्वन, वैज्ञानिक ई. प्रकाश चंद गुर्जर, एस.एम.एस. (टी-6)	15.09.2025
3.	हिन्दी अनुवाद प्रतियोगिता (केवल तकनीकी वर्ग के लिए)	डॉ. राहुल कुमार यादव, वरि. वैज्ञानिक डॉ. महेश कुमार समोता, वैज्ञानिक	16.09.2025

(ग) भाकृअनुप-सीफेट, लुधियाना एवं अबोहर क्षेत्रीय स्टेशन (संयुक्त प्रतियोगिताए)

क्र.सं.	प्रतियोगिता का नाम एवं विषय	संयोजक एवं सह-संयोजक	दिनांक
1.	हिंदी निबंध प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए)	डॉ. सुजाता सेठी, वरि. वैज्ञानिक डॉ. दीपिका गोस्वामी, वरि. वैज्ञानिक	17.09.2025
2.	हिंदी टिप्पणी एवं प्रारूप लेखन (केवल प्रशासनिक वर्ग के लिए)	श्री विशाल कुमार , वरि. तकनीकी अधिकारी डॉ. रूपिन्दर कौर, सहा. मुख्य तकनीकी अधि. डॉ. विजय सिंह शरणागत, वरि. वैज्ञानिक	18.09.2025
3.	प्रार्थना पत्र लेखन प्रतियोगिता (केवल एस.एस.एस.वर्ग के लिए)	श्री सुघर सिंह वर्मा, निजी सहायक श्री डालू राम, तकनीकी अधिकारी	19.09.2025
4.	हिंदी काव्य पाठ (सभी वर्गों के लिए) (ऑनलाइन)	डॉ. एस. के त्यागी, प्रधान वैज्ञानिक डॉ. श्री कृष्णा निशानी, वैज्ञानिक	22.09.2025
5.	तत्काल भाषण प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए) (ऑनलाइन)	डॉ. संदीप मान, प्रभागाध्यक्ष, ए.एस.एवं. ई.सी. डॉ. सुमित उरहे, वैज्ञानिक श्री प्रदीप कुल्हारी, सहा. वित् एवं लेखा अधि.	23.09.2025
6.	हिंदी भाषा ज्ञान प्रतियोगिता (कहूत सॉफ्टवेर, ऑनलाइन)	डॉ. पंकज कुमार, वैज्ञानिक डॉ. गुरु. पी. एन., वैज्ञानिक	24.09.2025
7.	विज्ञान सबंधी शोध पत्र प्रतियोगिता केवल वैज्ञानिकों के लिए (ऑनलाइन)	डॉ. आर. के विश्वकर्मा, पी.सी., पी.एच.टी. डॉ. स्वाति सेठी, वरि. वैज्ञानिक	25.09.2025
8.	चित्र देखकर हिंदी कहानी लिखो प्रतियोगिता	डॉ. मंजू बाला, वरि. वैज्ञानिक डॉ. राहुल कुमार अनुराग, वरि. वैज्ञानिक डॉ. अमित नाथ, प्रभागाध्यक्ष, एच. सी. पी.	26.09.2025

राजभाषा हिन्दी पखवाड़ा 2025 की प्रतियोगिताओं के विजेता

क्र.सं.	प्रतियोगिता का नाम	स्थान	कर्मचारी का नाम
1.	कंप्यूटर पर हिन्दी टाइपिंग प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए) सीफेट लुधियाना	प्रथम द्वितीय तृतीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	श्री संजय कुमारगौड़ श्री प्रदीप कुल्हारी श्री अजय कुमार श्रीराम चंद श्रीमति अनुराधा सुश्री मुस्कान डॉ. संदीप दवंगे श्री अवतार सिंह
	कंप्यूटर पर हिन्दी टाइपिंग प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए) सीफेट अबोहर	प्रथम द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन	डॉ.महेश कुमार समोता श्री मोहन लाल श्री राहुल कुमार डॉ किशन कुमार पटेल
2.	पोस्टर प्रतियोगिता, सीफेट लुधियाना	प्रथम द्वितीय तृतीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	श्री जगतार सिंह श्री मोहित सिक्का ई. उरहे सुमित भाउसाहेब श्री संजय कुमार गौड़ डॉ. गुरु पी. एन श्री तरसेम सिंह पुरबा सुश्री भावना गौड़ श्री राजिंदर कुमार रहेजा
	पोस्टर प्रतियोगिता, सीफेट अबोहर	प्रथम द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	डॉ. महेश कुमार समोता डॉ. शिल्पा सेल्वन तन्वीनाथ पुत्री डॉ. अमित नाथ दरेंननाथ पुत्र डॉ. अमित नाथ श्री पवन कुमार अंकिता पुत्री श्री डालु राम
3.	हिन्दी अनुवाद प्रतियोगिता (केवल तकनीकी वर्ग के लिए) सीफेट लुधियाना	प्रथम द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	श्री अनुपम कुमार चौधरी श्री यशपाल सिंह श्री जगतार सिंह श्री गौतम कुमार श्री राजीव शर्मा श्रीमति सोनिया रानी श्री हरदीप सिंह
	हिन्दी अनुवाद प्रतियोगिता (केवल तकनीकी वर्ग के लिए) सीफेट अबोहर	प्रथम द्वितीय तृतीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	श्री हरेंदर सिंह दहिया डॉ. रमेश चंद कंतवा श्री पवन कुमार श्री राजेश कुमार डॉ. रुपिंदर कौर डॉ. किशन कुमार पटेल श्री दविंदर कुमार
4.	हिन्दी निबंध प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए)	प्रथम द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	श्री अनुपम कुमार चौधरी डॉ. रुपिंदर कौर डॉ .लीना कुमारी समीर शर्मा रितु कुकड़े श्री यशपाल सिंह श्री प्रकाश चन्द गुर्जर
5.	हिन्दी टिप्पणी एवं प्रारूप लेखन (केवल प्रशासनिक वर्ग के लिए)	प्रथम द्वितीय द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	श्री अजय कुमार श्री मोहित सिक्का श्री राजिंदर कुमार रहेजा श्री प्रदीप कुल्हारी श्री राम चंद श्री राहुल कुमार श्री इकबाल सिंह श्री अनुज छाबड़ा

क्र.सं.	प्रतियोगिता का नाम	स्थान	कर्मचारी का नाम
6.	प्रार्थनापत्र लेखन प्रतियोगिता (केवल एस एस एसवर्ग के लिए)	प्रथम द्वितीय	श्री सुरिन्द्र कुमार श्री सुखबीर सिंह
7.	हिन्दीकाव्य पाठ (सभी वर्गों के लिए) (ऑनलाइन)	प्रथम द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	डॉ .संदीप दवंगे डॉ. दीपिका गोस्वामी श्री विशाल कुमार डॉ. विकास कुमार डॉ. गुरु. पी. एन. श्रीमति अनुराधा
8.	तत्काल भाषण प्रतियोगिता (सभी वर्गों के लिए) (ऑनलाइन)	प्रथम द्वितीय द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	डॉ. संदीप दवंगे डॉ. अभिनव दुबे श्री मोहित सिक्का डॉ. पंकज पंवार डॉ. दीपिका गोस्वामी समीर शर्मा श्री राजेन्द्र कुमार रहेजा सुश्री सिमरन
9.	विज्ञान संबंधी शोध पत्र प्रतियोगिता (केवल वैज्ञानिक वर्ग के लिए)	प्रथम द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन	डॉ. अभिनव दुबे ई. उरहे सुमित भाउसाहेब डॉ. विकास कुमार डॉ. पंकज पंवार
10.	हिन्दी भाषा ज्ञान प्रतियोगिता (कहूत साफ्टवेयर, ऑनलाइन) (सभी वर्गों के लिए)	प्रथम द्वितीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	डॉ लीना कुमारी श्री प्रदीप कुलहारी डॉ. पूनम डॉ. किशन कुमार पटेल श्रीमति अनुराधा श्री एस .एस वर्मा श्री अंगद दीप सिंह
11.	चित्र देखकर कहानी लिखो (सभी वर्गों के लिए)	प्रथम द्वितीय तृतीय तृतीय तृतीय प्रोत्साहन प्रोत्साहन प्रोत्साहन	डॉ. लीना कुमारी डॉ. महेश कुमार समोता श्री अनुपम कुमार चौधरी डॉ. विकास कुमार डॉ. दीपिका गोस्वामी सुश्री मुस्कान ई. रितु भरत कुकड़े ई. उरहे सुमित भाउसाहेब
12.	सरकारी कामकाज मूल रुप से हिन्दी में करने के लिए प्रोत्साहन योजना के तहत पुरस्कार	प्रथम द्वितीय तृतीय	श्रीमति सुनीता राणा श्री इकबाल सिंह श्री आर के यादव श्री अश्वनी कुमार श्री मोहन लाल श्री संजय कुमार श्री अवतार सिंह श्री राजेन्द्र कुमार रहेजा श्रीमति जसवीर कौर श्री अजय कुमार

प्रस्तुतकर्ता:
डॉ. विकास कुमार (वैज्ञानिक)
श्रीमति अनुराधा (प्रशासनिक अधिकारी)
भाकृअनुप-सीफेट, लुधियाना

1.

जुलाई-सितम्बर 2025 तिमाही हिंदी कार्यशाला का आयोजन दिनांक 08.08.2025 (शुक्रवार) को अपराह्न 2:30-5:30 बजे सभागार-1 में आयोजित की गई। एक कवियत्री, और कथाकार के रूप में प्रतिष्ठित एवं सुपर नारी शक्ति सम्मान, राजभाषा गौरव सम्मान, कुमार विकल सम्मान आदि से सम्मानित डॉ. विभा कुमरिया शर्मा आमंत्रित वक्ता थे। डॉ. शर्मा 'हिंदी की नियती - राजभाषा होकर भी पराई' विषय पर व्याख्यान दीं। डॉ विकास कुमार, वैज्ञानिक एवं प्रभारी राजभाषा प्रकोष्ठ ने कार्यशाला का संयोजन किया। भा.कृ.अनु.प.-सीफेट के अलावा भा.कृ.अनु.प.-मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना एवं भा.कृ.अनु.प.-अटारी, लुधियाना के अधिकारी भी मौजूद थे।

2.

अक्टूबर से दिसम्बर 2025 तिमाही हिंदी कार्यशाला का आयोजन 19.12.2025 (शुक्रवार) को अपराह्न 2:30-5:30 बजे सभागार-1 में आयोजित की गई। इस कार्यशाला में वक्ता के रूप में डॉ. अनीश गर्ग, साहित्य गौरव, साहित्य शिरोमणि, कविराज, मनांजलि साहित्य सम्मान से सम्मानित कवि एवं कहानीकार, वाइस चेयरमैन, चंडीगढ़ साहित्य अकादमीय साहित्य विधा प्रमुख, संस्कार भारती चंडीगढ़, अध्यक्ष, अखिल भारतीय कवि परिषद का आमंत्रित किया गया। डॉ. गर्ग 'हिंदी: संवेदना, संस्कार और संवाद की भाषा' विषय पर व्याख्यान दिया। डॉ विकास कुमार, वैज्ञानिक एवं प्रभारी राजभाषा प्रकोष्ठ ने कार्यशाला का संयोजन किया। भा.कृ.अनु.प.-सीफेट के अलावा भा.कृ.अनु.प.-मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना एवं भा.कृ.अनु.प.-अटारी, लुधियाना के अधिकारी भी मौजूद थे।

संस्थान की गौरवमयी उपलब्धियाँ

भाकृअनुप-सीफेट की प्रकाशित प्रशिक्षण पुस्तिकाएं (जुलाई-दिसम्बर, 2025)

© भाकृअनुप-सीफेट, लुधियाना

संस्थान राजभाषा कार्यान्वयन समिति वर्ष 2025 के सदस्य, भाकृअनुप-सीफेट, लुधियाना

अध्यक्ष

डॉ. नचिकेत कोतवालीवाले
निदेशक

सदस्य

डॉ. एस.के. त्यागी
प्रधान वैज्ञानिक

डॉ. दीपिका गोस्वामी
वरिष्ठ वैज्ञानिक

डॉ. के. बेमबेम
वैज्ञानिक

सुश्री अनुराधा
प्रशासनिक अधिकारी

श्री प्रमोद शर्मा
वित्त एवं लेखा अधिकारी

सदस्य सचिव

डॉ. विकास कुमार
वैज्ञानिक
प्रभारी, राजभाषा प्रकोष्ठ

संस्थान राजभाषा कार्यान्वयन समिति वर्ष 2025 के सदस्य, भाकृअनुप-सीफेट, अबोहर

अध्यक्ष

डॉ. रमेश कुमार
प्रधान वैज्ञानिक

सदस्य

डॉ. शिल्पा एस. सेल्वन
वैज्ञानिक

डॉ. रुपिंद्र कौर
विषय विशेषज्ञ

सदस्य सचिव

डॉ. महेश कुमार समोता
प्रभारी,
सहा. प्रशासनिक अधिकारी

भाकृअनुप-सीफेट

प्रसंस्करण प्रगति

अर्धवार्षिक | राजभाषा | पत्रिका

वर्ष 9 | अंक 2 | जुलाई–दिसम्बर | 2025