

# फील्ड टू फोर्क (खेत से खाने तक): फसल कटाई के बाद और आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन के माध्यम से खाद्य सुरक्षा को आगे बढ़ाना



डॉ. मुरारी लाल गौर

पीएचडी (जल विज्ञान, आईआईटी रुड़की) FIASWC, FRMSI, FIAH

डॉ. मुरारी लाल गौर, डॉ. सी.वी. रमन विश्वविद्यालय वैशाली, बिहार के माननीय कुलपति हैं, उन्होंने आईआईटी रुड़की से डॉक्टरेट की उपाधि प्राप्त की है। उनके पास भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद (आईसीएआर) और विश्वविद्यालय प्रणालियों में 40 वर्षों का मिश्रित पेशेवर अनुभव है, जिसमें उन्होंने प्रधान वैज्ञानिक, एचओडी, प्रिंसिपल, डीन, एडीआर आदि जैसे उच्च-स्तरीय पदों पर कार्य किया है। उन्होंने कई संगठनों (एनएएआरएम हैदराबाद, आईएआरआई नई दिल्ली, आईआईएसडब्ल्यूसी देहरादून, आईजीएफआरआई झांसी, एएयू आनंद) और एनएआरएम डोमेन (जल, वाटरशेड, वन, खाद्य, चारा, जल विज्ञान, घास के मैदान) के लिए आरएंडडी, अकादमिक और नेतृत्व के तहत प्रमुख भूमिकाओं में काम किया है।

सार

बढ़ती आबादी और खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने की आवश्यकता की दोहरी चुनौती से जूझ रहे विश्व में, कटाई के बाद और आपूर्ति श्रृंखला (पीएचएससी) प्रबंधन ध्यान के महत्वपूर्ण क्षेत्र हैं। खाद्य और कृषि संगठन (एफएओ) का अनुमान है कि मानव उपभोग के लिए उत्पादित लगभग एक-तिहाई खाद्य पदार्थ वैश्विक स्तर

पर नष्ट या बर्बाद हो जाता है, जो प्रति वर्ष लगभग 1.3 बिलियन टन है। इन नुकसानों को कम करने, खाद्य सुरक्षा को बढ़ाने और टिकाऊ कृषि पद्धतियों को सुनिश्चित करने के लिए कुशल पीएचएससी आवश्यक हैं। कटाई से लेकर उपभोक्ता की मेज तक कृषि उपज की यात्रा बहुआयामी और जटिल है, जहाँ आपूर्ति श्रृंखला नेटवर्क को निर्बाध रूप से जोड़ने की आवश्यकता है ताकि यह सुनिश्चित किया जा सके कि इस प्रक्रिया में कोई समय बर्बाद न हो क्योंकि इससे खराब होने वाली वस्तुओं की बर्बादी होती है। यह छोटा लेख खाद्य आपूर्ति को सुरक्षित करने में प्रमुख कारकों के रूप में दक्षता, मूल्य संवर्धन और पता लगाने योग्यता पर जोर देते हुए पीएचएससी प्रबंधन के बेहतर संस्करणों की उभरती संभावनाओं की खोज करता है।



वैश्विक स्तर पर खाद्य पदार्थों की बर्बादी और अपव्यय की चुनौती से निपटने के लिए स्मार्ट उपकरणों और प्रौद्योगिकियों के लाभों का दोहन करने के तरीकों के साथ-साथ प्रमुख तत्वों और संबंधित अनुकूलन को चिन्हित किया गया है, जिसमें इसके गुणात्मक और मात्रात्मक चित्र शामिल हैं।

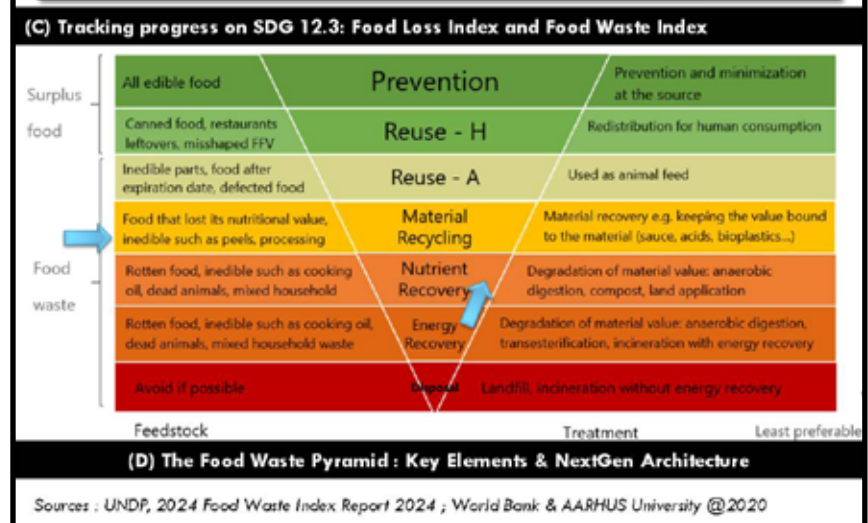
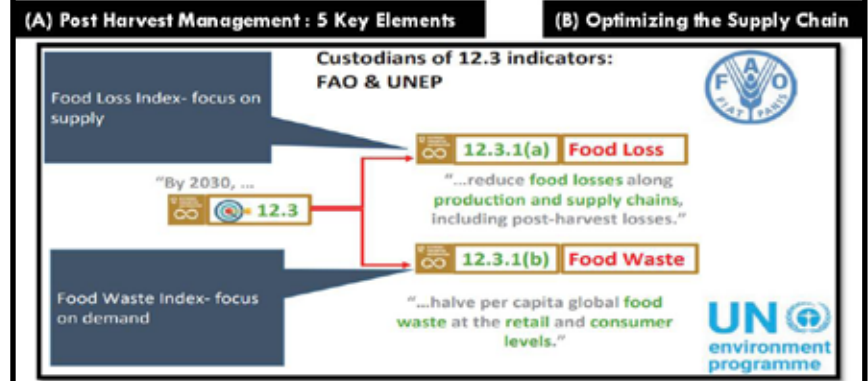
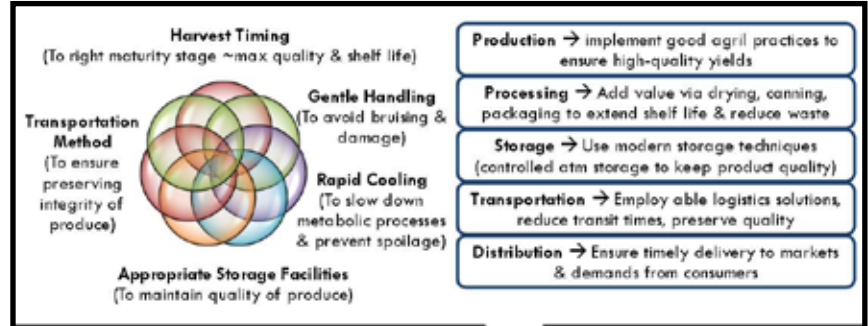
कटाई के बाद प्रबंधन (पीएचएम) का महत्व पीएचएम में ऐसी प्रक्रियाएँ शामिल हैं जो कटाई के बाद कृषि उत्पादों की गुणवत्ता बनाए रखती हैं और उनके शेल्फ जीवन को बढ़ाती हैं। कटाई के बाद प्रभावी प्रबंधन खाद्य हानि को काफी हद तक कम कर सकता है, जो खाद्य सुरक्षा में एक महत्वपूर्ण कारक है। खाद्य और कृषि संगठन (एफएओ) की रिपोर्ट है कि मानव उपभोग के लिए उत्पादित लगभग एक-तिहाई खाद्य पदार्थ वैश्विक स्तर पर नष्ट या बर्बाद हो जाते हैं। भारत जैसे देशों में, ये नुकसान मुख्य रूप से खराब कटाई के बाद की प्रथाओं के कारण होते हैं। उचित पीएचएम में समय पर और कुशल कटाई, ठंडा करना, भंडारण, प्रसंस्करण, पैकेजिंग और परिवहन शामिल हैं। उदाहरण के लिए, कटे हुए फलों और सब्जियों को तुरंत ठंडा करने से श्वसन दर धीमी हो सकती है और खराब होने में देरी हो सकती है। नियंत्रित वातावरण वाली आधुनिक

भंडारण सुविधाएँ खराब होने वाले खाद्य पदार्थों की शेल्फ लाइफ को और बढ़ा सकती हैं, बर्बादी को कम कर सकती हैं और यह सुनिश्चित कर सकती हैं कि खाद्य पदार्थ उपभोक्ताओं तक इष्टतम स्थिति में पहुँचें।

दक्षता के लिए आपूर्ति श्रृंखला को बढ़ाना: अन्य क्षेत्रों के विपरीत, कृषि क्षेत्र में आपूर्ति श्रृंखला एक अत्यधिक जटिल नेटवर्क है जिसमें किसान, प्रोसेसर, वितरक, खुदरा विक्रेता, उपभोक्ता सहित कई हितधारक शामिल होते हैं और सभी अत्यधिक अनिश्चित और असमान परिस्थितियों में। एक कुशल आपूर्ति श्रृंखला हमेशा यह सुनिश्चित करती है कि उत्पाद खेतों से उपभोक्ताओं तक तेजी से पहुँचे, जिससे पारगमन समय कम हो और नुकसान कम से कम हो। इंटरनेट ऑफ थिंग्स (आईओटी), ब्लॉक चेन और आर्टिफिशियल इंटेलिजेंस (एआई) जैसी उन्नत तकनीकें परिवहन और भंडारण के दौरान उत्पाद की स्थिति की निगरानी/प्रबंधन करके, वास्तविक समय के डेटा प्रदान करके और खेत से कांटे तक उत्पाद की यात्रा को ट्रैक करने के लिए एक पारदर्शी और अपरिवर्तनीय खाता प्रदान करके आपूर्ति श्रृंखला में क्रांति ला सकती हैं, जिससे हितधारकों के बीच विश्वास और जवाबदेही का निर्माण होता है।

मूल्य संवर्धन: कच्चे कृषि उत्पादों को अधिक मूल्यवान वस्तुओं में बदलना, उनकी शेल्फ लाइफ बढ़ाना, बर्बादी को कम करना और बाजार में उनकी बिक्री को बढ़ाना, यह केवल 'मूल उत्पाद' से परे एक बड़ा कदम है। डिब्बाबंदी, फ्रीजिंग, सुखाने और पैकेजिंग जैसी गतिविधियाँ बर्बादी को काफी कम कर सकती हैं और उपभोक्ताओं को सुविधाजनक, लंबे समय तक चलने वाले उत्पाद प्रदान कर सकती हैं। मूल्य-वर्धित उत्पाद किसानों के लिए नए बाजार खोलते हैं और उनकी आय बढ़ाते हैं। छोटे पैमाने की प्रसंस्करण इकाइयों में निवेश करके और मूल्य-संवर्द्धन तकनीकों में किसानों को प्रशिक्षित करके, ग्रामीण समुदाय खाद्य सुरक्षा में योगदान करते हुए स्थायी आजीविका बना सकते हैं।

**संपूर्ण ट्रेसिबिलिटी: सटीकता सुनिश्चित करना और विश्वास का निर्माण करना**  
कृषि आपूर्ति श्रृंखला में ट्रेसिबिलिटी एक और अभिनव हस्तक्षेप के रूप में उभर रही है; जिसका वास्तव में मतलब है, खेत से उपभोक्ता तक उपज की आवाजाही को ट्रैक करना। यह कई लाभ प्रदान करता है जैसे; (1) अपने भोजन की सुरक्षा और गुणवत्ता को सुनिश्चित करने के लिए आवश्यक जानकारी के माध्यम से उपभोक्ता



चित्र- 1 पीएचएससी प्रबंधन और खाद्य हानि/अपव्यय सूचकांक के प्रमुख तत्वों पर सचित्र दृश्य

का विश्वास, यहाँ तक कि भोजन की उत्पत्ति और इसे कैसे संभाला गया है; (2) ट्रेसिबिलिटी सिस्टम आपूर्ति श्रृंखला में सभी हितधारकों को उनके कार्यों के लिए उत्तरदायी बनाता है, ताकि संदूषण/खराब होने जैसे मुद्दों से निपटा जा सके और उनका पता लगाया जा सके जिससे त्वरित सुधारवात्मक कार्रवाई की जा सके; और (3) यह खाद्य सुरक्षा मानकों के साथ नियामक निकायों के अनुपालन की सुविधा प्रदान करता है। आधुनिक ट्रेसिबिलिटी समाधान ब्लॉक चेन जैसी तकनीकों का लाभ उठाते हैं, जो आपूर्ति श्रृंखला में प्रत्येक लेनदेन और आवाजाही का

छेड़छाड़-रहित रिकॉर्ड प्रदान करते हैं, जो बदले में उपभोक्ता वफादारी और विश्वास का बेहतर स्तर बनाता है।

**पीएचएससी को बढ़ाने के लिए रोबोटिक्स का उपयोग**

हाल के दिनों में, पीएचएससी में रोबोटिक्स का एकीकरण गुणवत्ता, सुरक्षा और दक्षता को बढ़ाने के लिए एक और परिवर्तनकारी अवसर प्रस्तुत करता है। खाद्य प्रणाली की मांग के कारण प्रक्रियाओं को अनुकूलित करने, अपशिष्ट को कम करने, श्रम की कमी का प्रबंधन करने और

खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करने के लिए अभिनव समाधानों की आवश्यकता होती है। स्मार्ट तकनीकें (सामग्री विज्ञान, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, सेंसर) खाद्य क्षेत्र में अवसरों के क्षेत्र में क्रांति ला रही हैं, जहाँ रोबोटिक उन्नति सबसे हालिया विकल्प हैं। यह कुशल भंडारण और पुनर्प्राप्ति से लेकर स्वचालित इन्वेंट्री प्रबंधन और सुरक्षा सुधारों तक कई मानक अनुप्रयोग प्रदान करता है। बेहतर चैम्बू प्राप्त करने के लिए, रोबोटिक्स अपने प्रमुख चरणों जैसे गुणवत्ता नियंत्रण, कटाई के बाद छंटाई, भंडारण, पिकिंग और पैकिंग, ग्रेडिंग, छंटाई, पैकेजिंग, पैलेटाइजिंग और मोबाइल रोबोट के माध्यम से भंडारण और सामग्री प्रवाह का प्रबंधन करने की विविधता को बढ़ा सकते हैं। ये रोबोट उत्पाद की गुणवत्ता और भंडारण की स्थिति की वास्तविक समय की निगरानी, इन्वेंट्री प्रबंधन को स्वचालित करने, स्थान उपयोग को अनुकूलित करने आदि की सुविधा भी प्रदान कर सकते हैं, जिससे खेत से कांटे तक ताजा उपज की अखंडता सुनिश्चित होती है। नेक्स्टजेन चैम्बू विशेषज्ञों के लिए नीचे दिए गए दृष्टिकोणों का अपना महत्व है,

- गुणवत्ता प्रबंधन और हानि में कमीरू ताजा कृषि उपज अक्सर बहुत जल्दी खराब हो जाती है, और आपूर्ति श्रृंखला के विभिन्न चरणों में महत्वपूर्ण खाद्य हानि होती है (खुदरा तक पहुँचने से पहले भी 30 प्रतिशत से अधिक)। मानक संचालन प्रक्रियाओं, ग्रेडिंग, छंटाई, तथा अनुकूलित परिवहन और भंडारण स्थितियों के माध्यम से इसके 5 प्रमुख तत्वों (चित्र-1 ए और बी) का प्रभावी कार्यान्वयन समय की मांग के रूप में उभर रहा है। रोबोटिक्स ऐसी आपूर्ति श्रृंखला में सटीक, सुसंगत हैंडलिंग और निगरानी प्रदान करके महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकता है।

- रोबोटिक ग्रैस्पिंग और मैनिपुलेशनरू हालाँकि ताजे खाद्य पदार्थों की हैंडलिंग/प्रसंस्करण में स्मार्ट रोबोट तेजी से ज़रूरी होते जा रहे हैं, फिर भी पारंपरिक औद्योगिक रोबोट भी कम लागत पर काफी प्रभावी ढंग से दोहराए जाने वाले कार्य (पिकिंग, मूविंग, स्टैकिंग, पैलेटाइजिंग) करते हैं। हाल के दिनों में सहयोगी रोबोट (कोबोट्स) की अवधारणा भी फल-फूल रही है, जहाँ रोबोट साझा कार्यस्थलों में मनुष्यों के साथ काम करते हैं। कोबोट्स अक्सर सेंसर और सुरक्षा सुविधाओं से लैस होते हैं, जो उन्हें विभिन्न कार्यों के लिए लचीला और सुरक्षित बनाते हैं। ताजी उपज को संभालने में प्राथमिक चुनौती बिना नुकसान पहुँचाए या रोगाणुओं को फैलाए उनकी जटिल, विविध विशेषताओं का प्रबंधन करना है। खाद्य अपशिष्ट और खाद्य हानि पर डाउनस्केल किए गए सूचकांक और प्रमुख खाद्य हानि पिरामिड



(चित्र 1 सी और डी) की वैश्विक रूप से अपनाई गई वास्तुकला को इस तरह की ग्रैस्पिंग और मैनिपुलेशन से बेहतर ढंग से समझा जा सकता है।

- ग्रैस्पिंग समाधानों में नवाचाररू ताजे उत्पादों की रोबोटिक हैंडलिंग में संपर्क-आधारित (इलेक्ट्रिक, वायवीय, हाइड्रोलिक, मल्टी-बॉडी ग्रिपर) और वायु-आधारित तंत्र (सक्शन कप, लेविटेशन ग्रिपर) दोनों शामिल हैं। उन्नत सामग्रियों से बने सॉफ्ट एंड-इफ़ेक्टर्स, व्यावसायिक रूप से व्यवहार्य होते जा रहे हैं, जो नाजुक ताजी उपज के लिए लचीले, स्वच्छ समाधान प्रदान करते हैं। ये नवाचार न्यूनतम क्षति और संदूषण सुनिश्चित करते हैं, व्यक्तिगत और बैच दोनों स्तरों पर गुणवत्ता को संरक्षित करते हैं।

- रोबोटिक नेविगेशन और स्वायत्त मोबाइल रोबोट (एएमआर) रू एएमआर परिवहन और सामग्री प्रवाह को अनुकूलित करके कटाई के बाद की रसद को बेहतर बनाता है। ये रोबोट स्वायत्त रूप से गोदामों में नेविगेट कर सकते हैं, इन्वेंट्री का प्रबंधन कर सकते हैं और भंडारण और पुनर्प्राप्ति, निगरानी और गुणवत्ता जाँच जैसे कार्य कर सकते हैं। वे अपने आस-पास की चीजों पर प्रतिक्रिया करते हैं, निर्दिष्ट पथों का अनुसरण करते हैं, बाधाओं के आसपास नेविगेट करते हैं और अलग-अलग पेलोड को संभालते हैं।

- गुणवत्ता-संवेदनशील गोदाम स्वचालनरू गोदामों में खराब होने वाले उत्पादों के प्रबंधन के लिए जटिल इन्वेंट्री सिस्टम की आवश्यकता होती है, जिसमें उत्पाद के खराब होने की संभावना, गुणवत्ता-संचालित मांग पूर्वानुमान और स्थिरता जैसे कारकों पर विचार किया जाता है। उनकी

परिवहन क्षमताएं उन्हें गुणवत्ता आकलन के आधार पर उत्पादों को स्थानांतरित करने की अनुमति देती हैं, जिससे इष्टतम भंडारण और हैंडलिंग की स्थिति सुनिश्चित होती है।

#### निष्कर्ष

निष्कर्ष के तौर पर, वैश्विक खाद्य अपशिष्ट और हानि को कम करने के लिए मजबूत कटाई के बाद और आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन के माध्यम से खाद्य सुरक्षा को प्रभावी ढंग से नेविगेट करना महत्वपूर्ण है, जैसा कि यहाँ दर्शाए गए अंतर्राष्ट्रीय खाद्य अपशिष्ट और खाद्य हानि सूचकांकों द्वारा रेखांकित किया गया है। खेत से लेकर कांटे तक रणनीतिक प्रथाओं को लागू करके, हम खाद्य उपलब्धता, स्थिरता और लचीलापन बढ़ा सकते हैं, जिससे वैश्विक कृषि के लिए अधिक सुरक्षित भविष्य सुनिश्चित हो सके। कटाई से लेकर उपभोक्ता की मेज तक कृषि उपज की यात्रा चुनौतियों से भरी होती है, जिसके लिए कटाई के बाद के प्रबंधन को प्राथमिकता देकर और खेत से कांटे तक ट्रेसबिलिटी सुनिश्चित करने के लिए आपूर्ति श्रृंखला दक्षता को बढ़ाकर नए मुद्दों पर काबू पाने के लिए ठोस प्रयासों की आवश्यकता होती है, और इस प्रकार खाद्य हानि को कम करना और खाद्य सुरक्षा में सुधार करना होता है।

