थर्मल इमेज प्रोसेसिंग तकनीक के माध्यम से चीकू फल कागुणवत्ता नियंत्रण

सुलु फातिमा रेगिनॉल्ड जेबिट्टा विजू एस साहिल एस शिव गणेश के

खाद्य प्रौद्योगिकी विभाग, कलासलिंगम अनुसंधान और शिक्षा अकादमी, श्रीविल्लिपुत्तूर, तमिलनाडु
'अनुरूपी लेखकः reginold.s@klu.ac.in (सहायक प्रोफेसर (डॉ.) रेगिनॉल्ड जेबिटा)

परिचय

चीकू (मनिलकरा जपोटा), जिसे आमतौर पर सैपोडिला के नाम से जाना जाता है, एक उष्णकटिबंधीय फल है, जो अपने स्वादिष्ट स्वाद और पोषण संबंधी लाभों के लिए जाना जाता है। जैसे–जैसे उपभोक्ताओं द्वारा उच्च गुणवत्ता वाले उत्पादों की माँग बढ़ती जा रही है, ऐसी उन्नत प्रौद्योगिकियों की आवश्यकता भी बढ़ रही है जो कृषि उत्पादों की गुणवत्ता का सटीक आकलन कर सकें। चीकू फल की गुणवत्ता का मूल्यांकन करने के पारंपरिक तरीकों, जैसे दृश्य निरीक्षण और मैन्युअल पैल्पेशन, में अक्सर सटीकता और दक्षता की कमी होती है। यह लेख चीकू फल की गुणवत्ता मूल्यांकन में क्रांति लाने के लिए थर्मल इमेज प्रोसेसिंग तकनीकों की क्षमता के विषय में लिखा गया है।

थर्मल इमेजिंग: सिद्धांत और अनुप्रयोग

थर्मल इमेजिंग, जिसे इन्फ्रारेड थर्मोग्राफी के रूप में भी जाना जाता है, एक परिष्कृत इमेजिंग तकनीक है, जो वस्तुओं द्वारा उनके सतह के तापमान के आधार पर उत्सर्जित इन्फ्रारेड विकिरण को मापती है। यह तकनीक इस तथ्य पर निर्भर करती है कि पूर्ण शून्य से ऊपर तापमान वाली सभी वस्तुएं अवरक्त विकिरण उत्सर्जित करती हैं। चीकू फल के मामले में, तापमान में भिन्नता चयापचय प्रक्रियाओं, नमी की मात्रा और पकने के दौरान बदलने वाले अन्य भौतिक कारकों के कारण होती है। थर्मल इमेजिंग इन तापमान अंतरों का पता लगा सकती है, जो फल की सतह पर गर्मी वितरण पैटर्न का एक दृश्य प्रतिनिधित्व प्रदान करती है।

थर्मल इमेजिंग का कार्य सिद्धांत

थर्मल कैमरे, जिन्हें इन्फ्रारेड कैमरे या थर्मोग्राफिक कैमरे के रूप में भी जाना जाता है, में एक इन्फ्रारेड डिटेक्टर सरणी होती है, जो इन्फ्रारेड स्पेक्ट्रम में उत्सर्जित विकिरण के प्रति संवेदनशील होती है। ये डिटेक्टर उत्सर्जित विकिरण को विद्युत संकेतों में परिवर्तित करते हैं, जिनका उपयोग थर्मोग्राम छवि बनाने के लिए संशोधितकिया जाता है। थर्मोग्राम में प्रत्येक पिक्सेल एक विशिष्ट तापमान मान से मेल खाता है।

कृषि और खाद्य उद्योग में अनुप्रयोग

कृषि और खाद्य उद्योग में थर्मल इमेजिंग के विविध अनुप्रयोग से बढ़ रहे हैं। चीकू फल के संदर्भ में, थर्मल इमेजिंग को

https://doi.org/10.52151/aet2023473.1671

विभिन्न उद्देश्यों के लिए नियोजित किया जा सकता है:

■ परिपक्वता का आकलन: जैसे ही चीकू फल पकता है, चयापचय गतिविधि और नमी की मात्रा में परिवर्तन से तापमान में बदलाव होता है। थर्मल इमेजिंग इन विविधताओं का पता लगा सकती है, जिससे उत्पादकों को उनके अद्वितीय थर्मल हस्ताक्षर के आधार पर पके फल की पहचान करने की जानकारी मिलती है।

■ दोष का पता लगाना: चीकू फल में आंतरिक दोष, जैसे चोट लगना या कीड़ों का संक्रमण, पारंपरिक दृश्य निरीक्षण के माध्यम से पता लगाना मुश्किल हो सकता है। थर्मल इमेजिंग इन दो ों के कारण होने वाली तापमान संबंधी विसंगतियों को प्रकट कर सकती है, जिससे शीघ्र पहचान और छंटाई संभव हो सकेगी।

■ गुणवत्ता ग्रेडिंग: चीकू फल के थर्मल पैटर्न का विश्लेषण करके, एकरूपता, बनावट और नमी आदि विशिष्ट गुणवत्ताओं का अनुमान लगाया जा सकता है। यह जानकारी विभिन्न गुणवत्ता स्तरों के अनुसार फलों की ग्रेडिंग करने में सहायता कर सकती है।

■ कटाई का समय: थर्मल इमेजिंग फल के आंतरिक तापमान का आकलन करके कटाई के लिए इष्टतम समय निर्धारित करने में सहायता कर सकती है। यहविधि सुनिश्चित करती है कि चीकू फल को उसकी चरम परिपक्वता परही तोड़ा जाए, जो श्रेष्ठतर स्वाद और पोषण गुणवत्ता में योगदान देता है।

■ कटाई के बाद की निगरानी: भंडारण और परिवहन के मध्य, तापमान परिवर्तन फलों की गुणवत्ता को प्रभावित कर सकता है। तापमान में उतार–चढ़ाव के क्षेत्रोंका निरीक्षण और नियंत्रण करने के लिए थर्मल इमेजिंग का उपयोग किया जा सकता है।

चीकू गुणवत्ता मूल्यांकन के लिए थर्मल छवियों का विश्लेषण

थर्मल छवियों के विश्लेषण की प्रक्रिया में कई चरण सम्मिलित हैं। सबसे पहले, सटीक और सुसंगत परिणाम सुनिश्चित करने के लिए ध्वनि में कमी, अंशांकन और तापमान सामान्यीकरण जैसे पूर्व–प्रसंस्करण चरण महत्वपूर्ण हैं। इसके बाद, चीकू फल को पृष्ठभूमि से अलग करने और संभावित दोषों या दोषों की पहचान करने के लिए छवि विभाजन तकनीकों को नियोजित किया जाता है। मशीन लर्निंग मॉडल, जैसे कन्वेन्शनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन) को परिपक्वता स्तर और नमी सहित विभिन्न गुणवत्ता मापदंडों से जुड़े पैटर्न को पहचानने के लिए लेबल किए गए डेटासेट पर प्रशिक्षित किया जाता है।

पूर्व-प्रसंस्करण:

ध्वनि नियंत्रण: थर्मल छवियां ध्वनि के विभिन्न स्रोतों से प्रभावित हो सकती हैं। प्री–प्रोसेसिंग तकनीक, जैसे फिल्टरिंग, ध्वनि को कम करने तथा छवि गुणवत्ता को बढ़ाने में सहायक होती हैं।

अंशांकन: थर्मल कैमरे से सटीक तापमान रीडिंग सुनिश्चित करने के लिए अंशांकन आवश्यक है। इस प्रक्रिया में किसी ज्ञात तापमान स्रोत के विरुद्ध कैमरे को संदर्भित करना आवश्यक है।

तापमान सामान्यीकरण: विभिन्न पर्यावरणीय स्थितियाँ तापमान रीडिंग को प्रभावित कर सकती हैं।सामान्यीकरण तापमान को एक मानक संदर्भ में समायोजित करता है, जिससे सार्थक तुलना संभव हो जाती है।

छवि विभाजन: चीकू फल को पृष्ठभूमि से अलग करने और इसे अन्य वस्तुओं से अलग करने के लिए छवि विभाजन तकनीकों का उपयोग किया जाता है। यह चरण सटीक विश्लेषण के लिए महत्वपूर्ण है क्योंकि यह फल के लिए विशिष्ट तापमान डेटा निकालने में सक्षम बनाता है (अनुजा भार्गव एवं अन्य,2021)।

थर्मल इमेज विश्लेषण के लिए मशीन लर्निंग

मशीन लर्निंग एल्गोरिदम, विशेष रूप से कन्वेन्शनल न्यूरल नेटवर्क (सीएनएन) जैसी गहन शिक्षण विधियों को थर्मल छवियों के भीतर पैटर्न को पहचानने के लिए प्रशिक्षित किया जा सकता है। इन एल्गोरिदम की सहायता से चीकू फल की विभिन्न गुणवत्ता विशेषताओं से जुड़े विशिष्ट तापमान भिन्नताओं की पहचान की जा सकती है (जोस नारंजो–टोरेस एवं अन्य,2020)।

थर्मल इमेज प्रोसेसिंग के लाभ

चीकू फल गुणवत्ता मूल्यांकन में थर्मल इमेज प्रोसेसिंग तकनीकों का उपयोग करने से कई उल्लेखनीय लाभ सामने आते हैं। सबसे पहले, यह फलों की गुणवत्ता का मूल्यांकन करने का एक तेज और गैर–विनाशकारी साधन प्रदान करता है, जिससे मैन्युअल हैंडलिंग की आवश्यकता कम हो जाती है और संभावित रूप से उपज का शेल्फ जीवन बढ़ जाता है। दूसरे, प्रौद्योगिकी आंतरिक दोषों का पता लगाने में सक्षम है जो मानवीय दृश्य निरीक्षण में प्रकट नहीं दिखते हैं, जिसके परिणाम स्वरूप अपशिष्ट में कमी और उत्पाद की गुणवत्ता अधिक सुसंगत हो जाती है। इसके अतिरिक्त, थर्मल इमेजिंग के अनुप्रयोग से उत्पाद में अन्तर के अनुसारब्रांडिंग करके कंपनियां वस्तुनिष्ठ गुणवत्ता मापदंडों के आधार पर अपने चीकू का विपणन कर सकती हैं (सोएसिलाडी एस्टी विडोडो एवं अन्य, 2023)।

चुनौतियाँ और भविष्य की दिशाएँ

हालाँकि थर्मल इमेज प्रोसेसिंग की क्षमता आशाजनक है, फिर भी कुछ चुनौतियाँ उपस्थित हैं जिनका समाधान करने की आवश्यकता है। पर्यावरणीय स्थितियाँ (परिवेश का तापमान और आर्द्रता), इमेजिंगकरते समय फलों की स्थिति और थर्मल कैमरों का अंशांकन जैसे कारक परिणामों की सटीकता को प्रभावित कर सकते हैं। इसके अलावा, मशीन लर्निंग मॉडल को लागू करने के लिए प्रभावी प्रशिक्षण के लिए पर्याप्त लेबल वाले डेटा की भी आवश्यकता होती है, जो एक संसाधन–गहन कार्य है। भविष्य के अनुसंधान प्रयासों को चीकू फल की उपस्थिति, बनावट और आकार में भिन्नता को समायोजित करने के लिए छवि प्रसंस्करण एल्गोरिदम को परिष्कृत करने पर ध्यान केंद्रित करना चाहिए। इसके अतिरिक्त, क्षेत्र में उपयोग के लिए उपयुक्त पोर्टेबल और लागत प्रभावी थर्मल इमेजिंग सिस्टम विकसित करने के प्रयास प्रौद्योगिकी की व्यावहारिकता और व्यापक रूप से अपनाने सहायक सिद्ध हो सकते हैं।

निष्कर्ष

चीकू फल गुणवत्ता मूल्यांकन में थर्मल इमेज प्रोसेसिंग तकनीकों के एकीकरण से कृषि उद्योग के परिदृश्य को नया आकार देने की क्षमता है। आंतरिक और बाहरी दोनों गुणवत्ता विशेषताओं के मूल्यांकन के लिए एक अभिनव और कुशल दृष्टिकोण की पेशकश करके, यह तकनीक आपूर्ति श्रृंखला में बर्बादी को कम करते हुए उपभोक्ता संतुष्टि को बढ़ाने में योगदान कर सकती है। जैसे–जैसे अनुसंधान और नवाचार आगे बढ़ रहे हैं, थर्मल इमेज प्रोसेसिंग न केवल चीकू फल की गुणवत्ता मूल्यांकन के लिए बल्कि कृषि के भीतर गुणवत्ता नियंत्रण के व्यापक दायरे के लिए एक परिवर्तनकारी उपकरण के रूप में खड़ा है। इन तकनीकों को अपनाकर, उत्पादक खुद को बढ़ती उपभोक्ता अपेक्षाओं के साथ जोड़ सकते हैं और अधिक टिकाऊ और कुशल कृषि प्रथाओं में योगदान कर सकते हैं।

संदर्भ

Naranjo-Torres José, Marco Mora, Ruber Hernández-García, Ricardo J Barrientos, Claudio Fredes, Andres Valenzuela. 2020. A review of convolutional neural network applied to fruit image processing. Applied Sciences, 10, no. 10, 3443.

Widodo Soesiladi Esti, Sri Waluyo, Zulferiyenni Zulferiyenni, Reza Latansya. 2023. Detection of fruit maturity of 'Cavendish'banana using thermal image processing. In AIP Conference Proceedings, Vol. 2616, no. 1. AIP Publishing.