http://krishipravahika.vitalbiotech.org/

कृषि प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका

e-ISSN: 2583 – 0430

*कृषि-प्रवाहिका: ई-समाचार पत्रिका*, (2025) वर्ष 5, अंक 10, 41-43

Article ID:488

# 3 डी फूड प्रिंटिंग: अभियान्त्रिकीय चुनौतियाँ और अनुप्रयोग

**इंजि. पूजा थुळ[1], डॉ. अभिमान सावंत[2], इंजि. मंजित खताळ[3]**

[1]शोधछात्र, प्रसंस्करण एवं खाद्य अभियांत्रिकी, कृषि अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी महाविद्यालय डॉ. बा. सा. कों. कृ. वि, दापोली - 415712

[2]प्राध्यापक एवं विभागाध्यक्ष, प्रसंस्करण एवं खाद्य अभियांत्रिकी, कृषि अभियांत्रिकी एवं प्रौद्योगिकी महाविद्यालय डॉ. बा. सा. कों. कृ. वि, दापोली-415712

[3]इंजि. मंजित खताळ (अनुसंधानकर्ता) भा.कृ.अनु.प. - प्याज एवं लहसुन अनुसंधान निदेशालय, पुणे.- 410505

*अनुरूपी लेखक

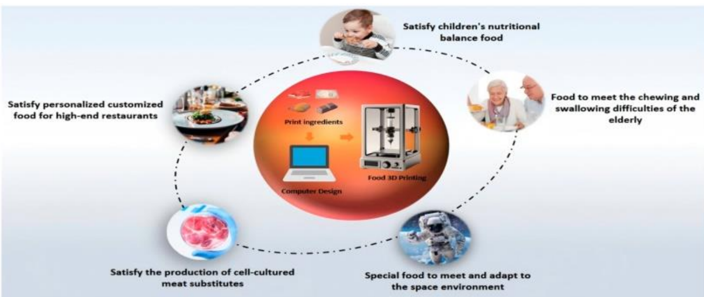
**इंजि. पूजा थुळ***

3डी फूड प्रिंटिंग एक उभरती हुई तकनीक है, जो खाद्य सामग्री का उपयोग करके परत दर परत कस्टमाइज्ड भोजन उत्पाद तैयार करने में सक्षम बनाती है। यह व्यक्तिगत पोषण, उच्च गुणवत्ता वाले व्यंजन (गौरमेट डिज़ाइन), अंतरिक्ष मिशन और सतत् खाद्य उत्पादन में महत्वपूर्ण संभावनाएँ प्रस्तुत करती है। इसके बावजूद, इस तकनीक के सामने कई अभियान्त्रिकीय चुनौतियाँ हैं, जैसे सामग्री की रियोलॉजी (viscosity और flow व्यवहार), नोज़ल जाम होना, संरचनात्मक स्थिरता, तापमान नियंत्रण और खाद्य सुरक्षा। प्रिंटर डिज़ाइन, सामग्री विज्ञान और सॉफ़्टवेयर एल्गोरिदम में सुधार इन सीमाओं को धीरे-धीरे दूर कर रहा है। यह लेख 3डी फूड प्रिंटिंग के सिद्धांत, अभियान्त्रिकीय चुनौतियाँ और अनुप्रयोग की समीक्षा करता है और आधुनिक खाद्य निर्माण व पोषण नवाचार में इसके क्रांतिकारी योगदान को उजागर करता है।

3डी फूड प्रिंटिंग एक नवोन्मेषी तकनीक है, जो एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग (3डी प्रिंटिंग) के सिद्धांतों को खाद्य उत्पादन के साथ जोड़ती है। यह आटे, चॉकलेट, प्यूरी या प्रोटीन पेस्ट जैसी खाद्य सामग्रियों का उपयोग करके परत दर परत कस्टमाइज्ड भोजन उत्पाद बनाने में सक्षम बनाती है। यह तकनीक खाद्य उत्पादन, व्यक्तिगत पोषण और पोषण वितरण को पुनर्परिभाषित करने की क्षमता रखती है और स्वास्थ्य देखभाल, अंतरिक्ष अन्वेषण और उच्च गुणवत्ता वाले भोजन जैसे क्षेत्रों में अवसर प्रदान करती है।

पारंपरिक खाद्य प्रसंस्करण में आमतौर पर मोल्डिंग, बेकिंग या एक्सट्रूज़न का उपयोग किया जाता है, जबकि 3डी फूड प्रिंटिंग खाद्य आकार, बनावट, स्वाद और पोषक तत्व संरचना पर सटीक नियंत्रण प्रदान करती है। यह तकनीक सततता के लक्ष्यों का समर्थन भी करती है, क्योंकि यह सटीक मात्रा में भोजन तैयार करके खाद्य अपशिष्ट को कम करती है और प्लांट-आधारित प्रोटीन या कीट प्रोटीन जैसी वैकल्पिक सामग्री का उपयोग करती है।

इसके बावजूद, 3डी फूड प्रिंटिंग को अपनाने में कई अभियान्त्रिकीय चुनौतियाँ आती हैं, जो सामग्री गुण, प्रिंटर डिज़ाइन और प्रक्रिया अनुकूलन से संबंधित हैं। इन चुनौतियों और उनके अनुप्रयोगों को समझना इस तकनीक को बड़े पैमाने पर व्यावसायिक बनाने के लिए आवश्यक है।




Source: https://www.mdpi.com

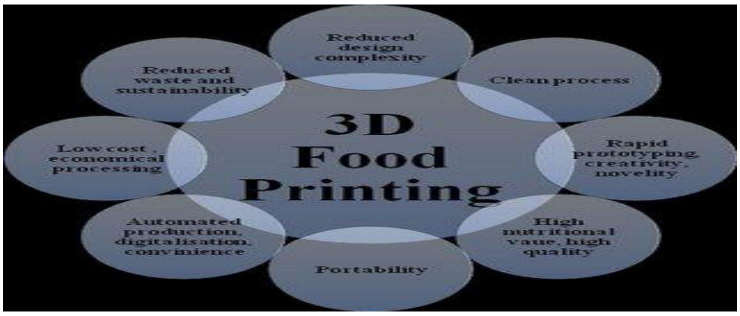
**2. 3D फूड प्रिंटिंग के सिद्धांत**

3D फूड प्रिंटिंग एक एडिटिव मैन्युफैक्चरिंग तकनीक पर आधारित प्रक्रिया है, जिसमें खाद्य सामग्री को परत दर परत जमा करके अंतिम उत्पाद का निर्माण किया जाता है। यह तकनीक पारंपरिक भोजन निर्माण की तुलना में अधिक सटीक, स्वच्छ और रचनात्मक विधि प्रदान करती है। इस प्रक्रिया में तीन प्रमुख घटक शामिल होते हैं — फूड इंक की तैयारी, प्रिंटिंग तकनीक, और कंप्यूटर-एडेड डिजाइन।

पहला चरण फूड "इंक" की तैयारी है, जिसमें खाने योग्य सामग्रियों को इस प्रकार तैयार किया जाता है कि उनमें उचित चिपचिपाहट, प्रवाह व्यवहार और यांत्रिक गुण हों, जिससे वे एक्सट्रूज़न या डिपॉज़िशन के लिए उपयुक्त बन सकें। इसमें सामान्यतः चॉकलेट, आटा, प्यूरी, जेल, और प्रोटीन पेस्ट जैसी सामग्री का उपयोग किया जाता है।

दूसरा चरण प्रिंटिंग तकनीक का होता है, जिसमें कई विधियाँ अपनाई जाती हैं जैसे — एक्सट्रूज़न-आधारित प्रिंटिंग, जिसमें खाद्य पेस्ट को नोज़ल से दबाकर निकाला जाता है; बाइंडर जेटिंग, जिसमें पाउडर फूड पर तरल बाइंडर छिड़का जाता है; और इंकजेट प्रिंटिंग, जिसमें तरल खाद्य पदार्थ की बूँदों को सटीक रूप से जमाया जाता है।

तीसरा घटक कंप्यूटर-एडेड डिजाइन है, जिसके माध्यम से फूड आइटम का 3D मॉडल तैयार किया जाता है। यह सॉफ़्टवेयर प्रिंटर को प्रत्येक परत की ज्यामिति, मोटाई और बनावट के बारे में सटीक दिशा-निर्देश देता है। इस प्रकार, 3D फूड प्रिंटिंग तकनीक तकनीकी सटीकता और खाद्य नवाचार का एक उत्कृष्ट संयोजन है।




Source: https://www.researchgate.net

**3. 3D फूड प्रिंटिंग में इंजीनियरिंग चुनौतियाँ**

हालांकि तकनीकी उन्नति हुई है, फिर भी कई इंजीनियरिंग चुनौतियाँ हैं जो 3D फूड प्रिंटिंग के व्यापक उपयोग में बाधा डालती हैं:

**3.1 सामग्री का रियोलॉजी**

- फूड इंक में शियर-थिनिंग व्यवहार होना चाहिए, यानी दबाव डालने पर उसकी चिपचिपाहट कम हो ताकि यह नोज़ल से बह सके और डिपॉज़िशन के बाद फिर ठोस हो जाए।
- लगातार बनावट और प्रवाह बनाए रखना चुनौतीपूर्ण है, खासकर जटिल सामग्री जैसे पौधे आधारित प्रोटीन या सब्जियों की प्यूरी के लिए।

**3.2 नोज़ल डिज़ाइन और जाम**

- नोज़ल को अलग-अलग चिपचिपाहट वाली सामग्री संभालने के लिए डिज़ाइन किया जाना चाहिए ताकि जाम न हो।
- कण का आकार, सामग्री का तापमान और नमी की मात्रा एक्सट्रूज़न गुणवत्ता को प्रभावित करती हैं।

**3.3 संरचनात्मक स्थिरता**

प्रिंट की गई खाद्य सामग्री को प्रिंटिंग के दौरान और बाद में अपनी आकृति बनाए रखनी चाहिए।

इसके लिए लेयर सपोर्ट या तेज़ ठोसकरण जैसी इंजीनियरिंग तकनीकों की आवश्यकता होती है ताकि यह गिर न जाए।

**3.4 तापमान नियंत्रण**

- कुछ सामग्री, जैसे चॉकलेट या पनीर, प्रिंटिंग के दौरान सही प्रवाह बनाए रखने और क्रिस्टलीकरण रोकने के लिए सटीक तापमान नियंत्रण की मांग करती हैं।
- थर्मल मैनेजमेंट बहु-सामग्री प्रिंटिंग में बहुत महत्वपूर्ण है।

**3.5 ऑटोमेशन और गति**

- 3D फूड प्रिंटिंग पारंपरिक प्रसंस्करण विधियों की तुलना में अक्सर धीमी होती है।
- गुणवत्ता सुनिश्चित करते हुए प्रिंट की गति को बढ़ाने के लिए उन्नत यांत्रिक इंजीनियरिंग और सॉफ़्टवेयर इंटीग्रेशन की आवश्यकता होती है।

**3.6 खाद्य सुरक्षा और स्वच्छता**

- 3D प्रिंटर में साफ-सफाई और संदूषण से बचाव सुनिश्चित करना अत्यंत आवश्यक है।
- प्रिंटर की सतह, नोज़ल और खाद्य भंडारण प्रणालियाँ स्वच्छता मानकों के अनुसार होनी चाहिए।

**4. 3D फूड प्रिंटिंग के अनुप्रयोग**

चुनौतियों के बावजूद, 3D फूड प्रिंटिंग ने कई क्षेत्रों में उपयोग पाए हैं:

**4.1 कस्टमाइज्ड पोषण**

- बुजुर्गों, डायबिटीज़ के रोगियों या अस्पताल में भर्ती मरीजों के लिए व्यक्तिगत भोजन तैयार करना।
- पोषक तत्वों को सटीक रूप से नियंत्रित किया जा सकता है और भोजन की बनावट को आसान सेवन के लिए संशोधित किया जा सकता है।

**4.2 गॉरमेट और कलात्मक खाद्य डिजाइन**

- शेफ़ 3D प्रिंटर का उपयोग जटिल डिज़ाइन, चॉकलेट, कैंडी और पेस्ट्री बनाने के लिए करते हैं।
- सौंदर्यपूर्ण अनुकूलन की सुविधा मिलती है, जैसे इवेंट, रेस्टोरेंट और लक्ज़री फूड प्रोडक्ट्स के लिए।

**4.3 अंतरिक्ष और सैन्य अनुप्रयोग**

- NASA और अन्य एजेंसियाँ अंतरिक्ष यात्रियों और सैनिकों के लिए 3D प्रिंटेड भोजन पर शोध कर रही हैं।
- कॉम्पैक्ट, पौष्टिक और शेल्फ-स्टेबल भोजन आवश्यकतानुसार तैयार किया जा सकता है।

**4.4 सतत भोजन उत्पादन**

- 3D प्रिंटिंग से वैकल्पिक प्रोटीन स्रोत जैसे पौधों पर आधारित सामग्री, शैवाल (Algae), या कीट प्रोटीन का उपयोग किया जा सकता है।
- सटीक हिस्सेदारी और सामग्री के अनुकूल उपयोग के माध्यम से भोजन की बर्बादी को कम किया जा सकता है।

**4.5 शोध और शैक्षिक अनुप्रयोग**

- 3D फूड प्रिंटिंग का उपयोग भोजन विज्ञान के शोध में बनावट, स्वाद और पोषण का अध्ययन करने के लिए किया जाता है।
- शैक्षणिक संस्थान इसे फूड टेक्नोलॉजी में व्यावहारिक शिक्षा के लिए प्रयोग करते हैं।

**5. भविष्य की संभावनाएँ**

3D फूड प्रिंटिंग का भविष्य बहुत उज्जवल है, क्योंकि सामग्री विज्ञान, प्रिंटर तकनीक और सॉफ़्टवेयर एल्गोरिदम में लगातार प्रगति हो रही है। कुछ उभरते रुझान हैं: मल्टी-मटेरियल प्रिंटिंग जटिल स्वाद और बनावट के लिए कई सामग्री को मिलाकर प्रिंट करना। एआई-सहायता प्राप्त प्रिंटिंग सामग्री के संयोजन, बनावट और डिज़ाइन को स्वचालित रूप से अनुकूलित करना। आईओटी और स्मार्ट किचन के साथ एकीकरण 3D प्रिंटर ऐप्स से जुड़े होंगे, जिससे रेसिपी अनुकूलन और रिमोट कंट्रोल संभव होगा। व्यावसायिक अपनाना बेकरी, अस्पताल और कैफेटेरिया जैसे बड़े पैमाने पर खाद्य उत्पादन में 3D फूड प्रिंटिंग का उपयोग।

**6. निष्कर्ष**

3D फूड प्रिंटिंग भोजन उत्पादन में एक क्रांतिकारी बदलाव का प्रतिनिधित्व करता है, जो तकनीक, पोषण और पाक कला की रचनात्मकता को जोड़ता है।हालांकि, सामग्री के गुण, प्रिंटर डिज़ाइन, संरचनात्मक स्थिरता और खाद्य सुरक्षा से जुड़ी इंजीनियरिंग चुनौतियाँ अभी भी मौजूद हैं, लेकिन सामग्री विज्ञान, रोबोटिक्स और सॉफ़्टवेयर में प्रगति इन समस्याओं को धीरे-धीरे हल कर रही है।इस तकनीक के अनुप्रयोग व्यक्तिगत पोषण, गॉरमेट डिज़ाइन, अंतरिक्ष मिशन और सतत खाद्य उत्पादन तक फैले हुए हैं।जैसे-जैसे यह क्षेत्र परिपक्व होगा, 3D फूड प्रिंटिंग भोजन निर्माण, उपभोग के पैटर्न और आहार अनुकूलन को बदलने के लिए तैयार है, और वैश्विक खाद्य चुनौतियों के लिए नवीन समाधान प्रदान करेगा।