

खाद्य फोर्टिफिकेशन के माध्यम से चावल में सूक्ष्म पोषक तत्वों की विविधता में सुधार

डॉ मनीष तिवारी¹मनीष कुमार²प्रोफेसर जीतेन्द्र के साहू¹

1 ग्रामीण विकास और प्रौद्योगिकी केंद्र, आईआईटी दिल्ली, 110 0016

2 स्कूल ऑफ इंटरडिसिप्लिनरी रिसर्च, आईआईटी दिल्ली, 110016

अनुरूपी लेखक: jksahu@iitd.ac.in

परिचय

विज्ञान और प्रौद्योगिकी में उल्लेखनीय प्रगति से चिह्नित युग में, यह स्वीकार करना हैरान करने वाला और निराशाजनक दोनों है कि वैश्विक आबादी का एक महत्वपूर्ण हिस्सा अभी भी “छिपी हुई भूख” नामक एक मूक, घातक खतरे का सामना कर रहा है। दुनिया में 700 मिलियन से अधिक लोग भूख का सामना कर रहे थे और 2022 में लगभग 2.4 बिलियन व्यक्तियों को पोष्टिक, सुरक्षित और पर्याप्त भोजन तक लगातार पहुंच नहीं थी (विश्व बैंक, 2022)। प्रसंस्कृत और सुविधाजनक खाद्य पदार्थों की खपत में वृद्धि के कारण, शहरी, उप-शहरी और ग्रामीण क्षेत्रों में अधिक वजन और मोटापे की दर में वृद्धि हुई है। दुनिया भर की आबादी में, बाल कुपोषण 2021 में प्रमुख प्रभावित क्षेत्र है। लगभग 22.3: बच्चे अविकसित थे (उनकी उम्र के हिसाब से बहुत छोटे), 6.8 प्रतिशत बच्चे कमजोर थे (उनकी ऊंचाई के लिए बहुत पतले), और 5.6 प्रतिशत पूरी आबादी में अधिक वजन वाले थे। पुरानी सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी से पहचानी जाने वाली छिपी हुई भूख, दुनिया भर में अरबों लोगों को प्रभावित करती है, खासकर उन क्षेत्रों में जहां मुख्य खाद्य पदार्थ दैनिक आहार का बड़ा हिस्सा होते हैं। इन प्रमुख खाद्य पदार्थों



में से, चावल दुनिया की आधी से अधिक आबादी के लिए जीविका के सबसे अधिक उपभोग और महत्वपूर्ण स्रोतों में से एक है। इस व्यापक मुद्दे का मुकाबला करने और मानव स्वास्थ्य और विकास को कमजोर करने वाली पोषण संबंधी कमियों को दूर करने के लिए, “राइस फोर्टिफिके इन” के नाम से

जाना जाने वाला एक अभूतपूर्व दृष्टिकोण आशा की किरण के रूप में उभरा है। यह नवोन्मेषी रणनीति छिपी हुई भूख के खिलाफ लड़ाई में एक नए युग की शुरुआत करने की क्षमता रखती है, जो एक सरल लेकिन शक्तिशाली समाधान पेश करती है जो लाखों लोगों की भलाई में काफी सुधार कर सकती है।

तालिका 1 चावल फोर्टिफिकेशन (सुदृढ़ीकरण) तकनीकों के गुण और दोष

फोर्टिफिकेशन तकनीक	परिस्थितियाँ	कार्य	गुण	दोष
डस्टिंग*	पाउडर के रूप में मिश्रित फोर्टिफिकेंट्स बनाते हैं।	विटामिन/खनिज मिश्रण इलेक्ट्रोस्टैटिक बलों के कारण अनाज की सतह पर चिपक जाता है।	सरल और लागत प्रभावी	पोषक तत्व धोने के माध्यम से हटा दिए जाते हैं।
कोटिंग	जल प्रतिरोधी खाद्य कोटिंग	लेपित गुठली को 1:50 से 1:200 के अनुपात में अनफोर्टिफाइड चावल के साथ मिलाया जाता है।	सरल और लागत प्रभावी	रंग, स्वाद को प्रभावित करता है और धोने के साथ-साथ खाना पकाने के दौरान सूक्ष्म पोषक तत्वों की हानि होती है।
निष्कर्षण (बाहर निकालना)				
ठंडा	30-50 डिग्री सेल्सियस	स्टार्च आंशिक रूप से एक्सट्रूजन के माध्यम से पकाया जाता है और अपारदर्शी फोर्टिफाइड चावल कर्नेल प्रदान करता है।	सामान्य चावल कर्नेल की नकल करता है।	उपभोक्ताओं द्वारा रंग, स्वाद के मामले में स्वीकार नहीं किया जाता है और अनफोर्टिफाइड चावल कर्नेल से अंतर करना आसान होता है।
गर्म	60-80 डिग्री सेल्सियस	पास्ता प्रेस का उपयोग करता है, लेकिन भाप के साथ एक प्रीकंडीशनर जोड़ता है, या मजबूत अनाज का उत्पादन करने के लिए भाप-इंजेक्शन डिवाइस से लैस होता है।	चावल के कर्नेल की नकल करता है और नियमित चावल (चमक और पारदर्शिता) के समान दिखता है।	इसमें है। रंग और स्वाद की दृष्टि से अंतर नहीं किया जा सकता और उपभोक्ता की स्वीकार्यता का आश्वासन देता है।
हॉट	80-110 डिग्री सेल्सियस	टिवन एक्सट्रूडर जिसमें स्टार्च पूरी तरह से जिलेटिनाइज्ड होता है	चावल की गिरी की नकल करता है और नियमित चावल के समान दिखता है	परिणामतः एफआरके 100 डिग्री सेल्सियस से अधिक फूला हुआ होता है। यह अधिक ऊर्जा-गहन है इसमें एक प्रीकंडीशनर शामिल हो सकता है, और मजबूत कर्नेल का उत्पादन करने के लिए डबल स्कू एक्सट्रूडर पर भरोसा किया जा सकता है।

स्रोत: मॉटगोमरी एवं अन्य., 2014

* पैकेज पर "खाना पकाने से पहले न धोने" के बारे में एक टिप्पणी का उल्लेख किया जाना चाहिए

*आदर्श रूप से गर्म एक्सट्रूजन विधि का उपयोग मुख्य रूप से भारत में फोर्टिफाइड चावल गिरी का उत्पादन करने के लिए किया जाता है

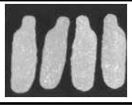
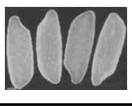
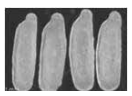
चावल फोर्टिफिकेशन वर्गों

शोधकर्ता मुख्य रूप से फोर्टिफिकेशन नामक सरती और कुशल प्रसंस्करण तकनीकों के माध्यम से कुपोषण को खत्म करने पर ध्यान केंद्रित कर रहे हैं। चावल अपने बिना पिसे हुए रूप में स्थूल

और सूक्ष्म पोषक तत्वों का एक समृद्ध स्रोत है। बिना पॉलिश किया हुआ चावल विटामिन बी1, बी6, ई और नियासिन का एक समृद्ध स्रोत है (जहरा और जबीन, 2020)। पॉलिशिंग के दौरान, इनमें से अधिकांश विटामिन (75-90 प्रतिशत) हटा दिए जाते

हैं। केवल हल्का उबालने पर ही भूरे चावल के पानी में घुलनशील विटामिन का स्तर 50 प्रतिशत से अधिक रहता है, और यह बाहरी परतों से एंडोस्पर्म में उनके प्रवास के कारण होता है (स्टीगर एट अल., 2014)। चावल की मिलिंग के दौरान वसा और सूक्ष्म

तालिका 2 चावल सुदृढ़ीकरण में उपयोग की जाने वाली एक्सट्रूजन प्रक्रिया

तकनीकिया	सम्मिश्रण और कंडीशनिंग	एक्सट्रूजन	सिपिटिंग	एफआरके	सुखाना (ड्राइंग)	ब्लेंडिंग (सम्मिश्रण)	
ठंडा निष्कर्षण	मिश्रण में पानी या भाप डालें (चावल का आटा, प्रीमिक्स, एडिटिव्स)	नमी की मात्रा 12 से 35-40 प्रतिशत तक बढ़ा देता है	विशिष्ट गुरुत्व के आधार पर एफआरके को अलग करना		नमी को 12 प्रतिशत तक कम करने के लिए 50-70 डिग्री सेल्सियस पर सुखाया जाता है।	सम्मिश्रण अनुपात आमतौर पर 0.5 प्रतिशत और 2 प्रतिशत के बीच होता है जो फोर्टिफाइड कर्नेल्स की पोषक तत्व सामग्री और फोर्टिफिकेशन के वांछित स्तर पर निर्भर करता है	फोर्टिफाइड चावल
गर्म निष्कर्षण		60.80 डिग्री सेल्सियस					
अत्यंत गर्म निष्कर्षण		80-110 डिग्री सेल्सियस					

*इसमें आयरन, फोलिक एसिड और विटामिन बी12 सूक्ष्म पोषक तत्व शामिल हैं (स्रोत: मॉटगोमरी एवं अन्य, 2014)

तालिका 3 चावल फोर्टिफिकेशन में स्वास्थ्य लाभ और सूक्ष्म पोषक तत्वों का स्तर

माइक्रोन्यूट्रिएंट	स्वास्थ्य लाभ	कमी	स्रोत	फोर्टिफिकेशन का स्तर
लोहा	ऑक्सीजन का परिवहन और भंडारण, रक्त कोशिकाओं का निर्माण,	खून की कमी	Ferric pyrophosphate Sodium Iron (III) Ethylene diamine tetra Acetate, Trihydrate (Sodium feredetate-Na Fe EDTA)	28-42.5 mg * 14-21.25 mg
जस्ता	फीमर की लंबाई बढ़ाएं, चयापचय कार्य, प्रतिरक्षा को बढ़ावा, घाव भरने के गुण	वजन घटना, बाल झड़ना, घाव भरने में कमी, त्वचा पर घाव, विकास मंदता (स्टटिंग)	Zinc oxide	10-15 mg
विटामिन ए	दृष्टि और त्वचा संबंधी समस्याओं को ठीक कर रोग प्रतिरोधक क्षमता प्रदान करता है	रतौंधी, केराटोमलेशिया, जेरोसिस	Retinyl Palmitate	500-750 µg RE**
थायमिन (विटामिन बी1)	कोएंजाइम (एंजाइमों की क्रिया को बढ़ाता है), कार्बोहाइड्रेट चयापचय, मस्तिष्क और हृदय की सामान्य कार्यप्रणाली	बेरी-बेरी, मानसिक अवसाद	Thiamine hydrochloride or Thiamine mononitrate	1-1.5 mg
राइबोफ्लेविन (विटामिन बी2)	थायमिन को विकास के लिए आवश्यक ऊर्जा, कोएंजाइम का उपयोग करने में मदद करता है	त्वचीय घाव, फोटोफोबिया, चेलोसिस	Riboflavin or Riboflavin 5'-phosphate sodium	1.25-1.75 mg
नियासिन (विटामिन बी3)	ट्रिप्टोफैन(सेरोटोनिन और मेलाटोनिन हार्मोन का अग्रदूत) का रूपांतरण	पेल्लाग्रा (एक रोग जिस में चमड़ा फट जाता है)	Nicotinamide or Nicotinic acid	12.5-20 mg
पाइरिडोक्सिन (विटामिन बी6)	कोएंजाइम, डीकार्बोक्सिलेशन (कार्बोक्सिल समूह को हटाता है और कार्बनडाईऑक्साइड छोड़ता है), डीमिनेशन (बायोजेनिक एमाइन को रोकता है)	एनीमिया, केंद्रीय तंत्रिका तंत्र को नुकसान	Pyridoxine hydrochloride	1.5-2.5 mg
फोलिक एसिड (विटामिन बी9)	ट्रांसमेथिलेशन, हीमोग्लोबिन का निर्माण, सामान्य चयापचय	मेगालोब्लास्टिक एनीमिया, न्यूरल ट्यूब दोष	Folic acid	75-125 µg
विटामिन बी 12	रक्त कोशिकाओं का उत्पादन, डीएनए विकास	हानिकारक रक्त की कमी	Cyanocobalamine or Hydroxycobalamine	0.75-1.25 µg

*कम उपलब्धता को ध्यान में रखते हुए उच्च स्तर पर जोड़ा गया

पोषक तत्वों से भरपूर चोकर की परतों को हटा दिया जाता है, जिससे आमतौर पर खाए जाने वाले स्टार्च से भरपूर सफेद चावल का उत्पादन होता है। सफेद चावल दुनिया के सबसे घनी आबादी वाले क्षेत्रों में से एक, दक्षिण-पूर्व और उत्तर-पूर्व एशिया के चावल वाले देशों में नंबर एक मुख्य भोजन है। विश्व के चावल उत्पादन का 90 प्रतिशत एशिया में उगाया और खाया जाता है। औसतन, 30 प्रतिशत कैलोरी चावल से आती है और कुछ कम आय वाले देशों में यह 70 प्रतिशत से अधिक तक बढ़ सकती है (बिन रहमान और झांग, 2023)। यह कई अफ्रीकी देशों और अमेरिका में एक महत्वपूर्ण मुख्य भोजन है।

इसलिए चावल बहुत बड़ी संख्या में लोगों तक सूक्ष्म पोषक तत्व पहुंचाने के लिए एक संभावित उत्कृष्ट उत्पाद है और इसमें सूक्ष्म पोषक तत्वों की कमी को

काफी हद तक कम करने की क्षमता है। हालाँकि, यह केवल वांछित परिणाम प्राप्त करेगा जब तक कि अंतिम उत्पाद की संवेदी विशेषताओं में स्पष्ट रूप से बदलाव नहीं किया जाता है और लोग फोर्टिफाइड चावल को अपने दैनिक आहार में शामिल करने पर आपत्ति नहीं करते हैं। इसके अलावा, सूक्ष्म पोषक तत्व पहुंचाने के लिए चावल का उपयोग तभी तक काम करेगा जब तक फोर्टिफाइड चावल आय पिरामिड के निचले स्तर के लोगों के लिए आर्थिक रूप से सुलभ है।

चावल सुदृढ़ीकरण तकनीक

चावल के फोर्टिफिकेशन की प्रक्रिया मुख्य रूप से इस्तेमाल किए गए फोर्टिफिकेंट के प्रकार, प्रीमिक्स के लिए भंडारण की स्थिति, चावल की गिरी के रूपात्मक गुणों और फोर्टिफिकेशन विधि पर निर्भर करती है।

चावल को मजबूत बनाने की कई विधियाँ हैं, जिनमें से प्रत्येक के अपने फायदे और विचार हैं जैसा कि तालिका 1 में बताया गया है। सभी विधियों में से, तापमान सीमा पर गर्म एक्सट्रूजन होता है।

फोर्टिफिकेशन तकनीक

परिस्थितियाँ कार्य गुण दोष

‘डस्टिंग’ पाउडर के रूप में मिश्रित फोर्टिफिकेंट्स बनाते हैं विटामिन/खनिज मिश्रण इलेक्ट्रोस्टैटिक बलों के कारण अनाज की सतह पर चिपक जाता है सरल और लागत प्रभावी पोषक तत्व धोने के माध्यम से हटा दिए जाते हैं।

कोर्टिंग जल प्रतिरोधी खाद्य कोर्टिंग

लेपित गुठली को 1:50 से 1:200 के अनुपात में अनफोर्टिफाइड चावल के साथ मिलाया जाता है

सरल और लागत प्रभावी रंग, स्वाद को प्रभावित करता है और धोने के साथ-साथ खाना पकाने के दौरान सूक्ष्म पोषक तत्वों की हानि होती है

निष्कर्षण (बाहर निकालना)

ठंडा 30–50 डिग्री सेल्सियस स्टार्च आंशिक रूप से एक्सट्रूजन के माध्यम से पकाया जाता है और अपारदर्शी फोर्टिफाइड चावल कर्नेल प्रदान करता है सामान्य चावल कर्नेल की नकल करता है उपभोक्ताओं द्वारा रंग, स्वाद के मामले में स्वीकार नहीं किया जाता है और अनफोर्टिफाइड चावल कर्नेल से अंतर करना आसान होता है।



गर्मरू 60–80 डिग्री सेल्सियस पास्ता प्रेस का उपयोग करता है, लेकिन भाप के साथ एक प्रीकंडीशनर जोड़ता है, या मजबूत अनाज का उत्पादन करने के लिए भाप-इंजेक्शन डिवाइस से लैस होता है चावल के कर्नेल की नकल करता है और नियमित चावल (चमक और पारदर्शिता) के समान दिखता है इसमें है रंग और स्वाद की दृष्टि से अंतर नहीं किया जा सकता और उपभोक्ता की स्वीकार्यता का आवासन देता है

हॉट 80–110 डिग्री सेल्सियस ट्विन एक्सट्रूडर जिसमें स्टार्च पूरी तरह से जिलेटिनाइज्ड होता है चावल की गिरी की नकल करता है और नियमित चावल के समान दिखता है—परिणामतः एफआरके 100 डिग्री सेल्सियस से अधिक फूला हुआ होता है।

- यह अधिक ऊर्जा-गहन है
- इसमें एक प्रीकंडीशनर शामिल हो सकता है, और मजबूत कर्नेल का उत्पादन करने के लिए डबल स्क्रू एक्सट्रूडर पर भरोसा किया जा सकता है।

स्रोत: मॉटगोमरी एवं अन्य., 2014

‘पैकेज पर “खाना पकाने से पहले न धोने” के बारे में एक टिप्पणी का उल्लेख किया जाना चाहिए रुआदर्श रूप से गर्म एक्सट्रूजन विधि का उपयोग मुख्य रूप से भारत में फोर्टिफाइड चावल गिरी का उत्पादन करने के लिए किया जाता है

संदर्भ

- Montgomery S, Rosenzweig J, Smit J. 2014. Technology for rice fortification. *Scaling up Rice Fortification in Asia*, 57.
- Zahra N, Jabeen S. 2020. Brown rice as useful nutritional source. *Pakistan Journal of Agricultural Research*, 33(3), 445.
- Steiger G, Müller-Fischer N, Cori H, Conde-Petit B. 2014. Fortification of rice: technologies and nutrients. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1324(1), 29–39.
- Bin Rahman AR, Zhang J. 2023. Trends in rice research: 2030 and beyond. *Food and Energy Security*, 12(2), e390.
- The World Bank. 2022. Poverty Overview: Development news, research, data. World Bank. [https://www.worldbank.org/en/topic/poverty/overview\(accessedon18/09/2023\)](https://www.worldbank.org/en/topic/poverty/overview(accessedon18/09/2023))
- FSSAI. 2018. Food Safety and Standards (Fortification of Foods) Regulations, 2018.

निष्कर्षण (बाह्य निकासी) प्रक्रिया

एक्सट्रूजन एक संपीड़न के साथ-साथ बहुक्रियाशील निरंतर प्रक्रिया है जिसमें वांछित क्रॉस-अनुभागीय आकार का उत्पादन करने के लिए उत्पाद को आमतौर पर मिश्रित, भाप से पकाया जाता है, आकार दिया जाता है और बनाया जाता है। स्नैक्स के रूप में कई अनाज आधारित उत्पाद, खाने के लिए तैयार और पकाने के लिए तैयार उत्पाद जैसे पास्ता, नूडल्स, फ्लेक्स और वॉटर बॉल्स को एक्सट्रूजन तकनीक का उपयोग करके संसाधित किया गया है। आजकल, चावल फोर्टिफिकेशन में एक्सट्रूजन प्रक्रिया का भी उपयोग किया जाता है और प्रसंस्करण की स्थिति अलग-अलग होती है जैसा कि तालिका 2 में दिखाया गया है। चावल का आटा, जो आम तौर पर कम गुणवत्ता वाले, गैर-दूषित टूटे हुए चावल को पीसकर बनाया जाता है, और एक प्रीमिक्स (तालिका 3) को मिलाकर एक मिश्रण तैयार किया जाता है। आटा जिसे फिर मजबूत गुठली निकालने के लिए उपयोग किया जाता है। एक प्रबलित गिरी बनाने के लिए आटे को बाहर निकाला जाता है जो दिखने में नियमित चावल के दाने जैसा दिखता है। दृढ़ गिरी की सतह पर केवल कुछ सूक्ष्म पोषक कण ही बचे हैं, जिन्हें इन तत्वों के साथ समान रूप से वितरित किया गया है। इससे पर्यावरणीय जोखिम कम होता है और इस प्रकार, सूक्ष्म पोषक तत्वों का क्षरण होता है। सूखे एफआरके में पानी की मात्रा 14 प्रतिशत या उससे कम है, जो भंडारण स्थिरता में सुधार करती है।

अनुशांसा

चावल के सुदृढ़ीकरण की अवधारणा छिपी हुई भूख के खिलाफ वैश्विक लड़ाई में एक आशाजनक और अभिनव दृष्टिकोण का प्रतिनिधित्व करती है। चावल को मजबूत बनाने की मूल बातों में इन कमियों को दूर करने के लिए चावल को आवश्यक विटामिन और खनिजों, जैसे आयरन, फोलिक एसिड और विटामिन बी 12 के साथ-साथ अन्य सूक्ष्म पोषक तत्वों से समृद्ध करना शामिल है। चावल सुदृढ़ीकरण कई लाभ प्रदान करता है, जिसमें समुदायों के बीच इसकी व्यापक स्वीकृति, लागत-प्रभावशीलता और मापनीयता शामिल है।

यह एक बड़ी और विविध आबादी तक पहुंचने का अवसर प्रदान करता है, जिससे यह लाखों व्यक्तियों की पोषण स्थिति में सुधार के लिए एक कुशल रणनीति बन जाती है, खासकर कम आय वाले देशों में।

जबकि चावल सुदृढ़ीकरण में अपार संभावनाएं हैं, इसके सफल कार्यान्वयन के लिए सरकार और निजी क्षेत्र के बीच सहयोग की आवश्यकता है। यह यह सुनिश्चित करने के लिए कड़े गुणवत्ता नियंत्रण उपायों की भी मांग करता है कि फोर्टिफाइड चावल लगातार अनुशंसित पोषण मानकों को पूरा करता है।