

बाजरे से बने खाद्य उत्पादों का एक अवलोकन

दीक्षा, शोधार्थी, एस.के.डी. विश्वविद्यालय, हनुमानगढ़ (राजस्थान)

डॉ. श्रुति पाण्डेय, सहायक आचार्य (गृहविज्ञान), एस.के.डी. विश्वविद्यालय, हनुमानगढ़
(राजस्थान)

1. समीक्षा का उद्देश्य

जलवायु परिवर्तन मिट्टी में सूखापन बढ़ाने, उच्च तापमान और पानी के संसाधनों में कमी लाने की क्षमता रखता है, जिससे प्रत्यक्ष रूप से खाद्य सुरक्षा पर प्रभाव पड़ता है। इस स्थिति के परिणामस्वरूप खाद्य मूल्यों में वृद्धि और खाद्य संसाधनों की उपलब्धता में कमी हो सकती है। इसलिए, ऐसे गैर-पारंपरिक खाद्य फसलों की खोज करने की आवश्यकता है, जिन्हें प्रतिकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों में उगाया जा सके। बाजरा, जिसके पोषण मूल्य पारंपरिक फसलों के समान हैं, कठिन परिस्थितियों में उगाया जा सकता है, जिससे यह विभिन्न खाद्य अनुप्रयोगों के लिए बहुमुखी बन जाता है। क्योंकि यह ग्लूटेन-मुक्त है, बाजरे के उत्पाद सेलियक रोग वाले व्यक्तियों के लिए लाभकारी हैं।

हाल के निष्कर्ष: बाजरा प्रोबायोटिक्स, प्रीबायोटिक्स और मादक तथा गैर-मादक पेय पदार्थों में उपयोग किया जाता है। बाजरे का व्यापक रूप से बेकरी उत्पाद जैसे ब्रेड, बिस्कुट और कुकीज़ बनाने में प्रयोग होता है। बाजरे से तैयार किए गए उत्पादों में स्वाद, बनावट और एंटी-न्यूट्रिएंट तत्वों से संबंधित कुछ कमियाँ पाई गईं। गेहूं की तुलना में, बाजरे के उत्पाद कम स्वीकार्य होते हैं। इसलिए, उनकी स्वीकार्यता बढ़ाने के लिए, बाजरे के आटे को गेहूं के आटे के साथ मिलाकर उत्पाद तैयार किए जाते हैं।

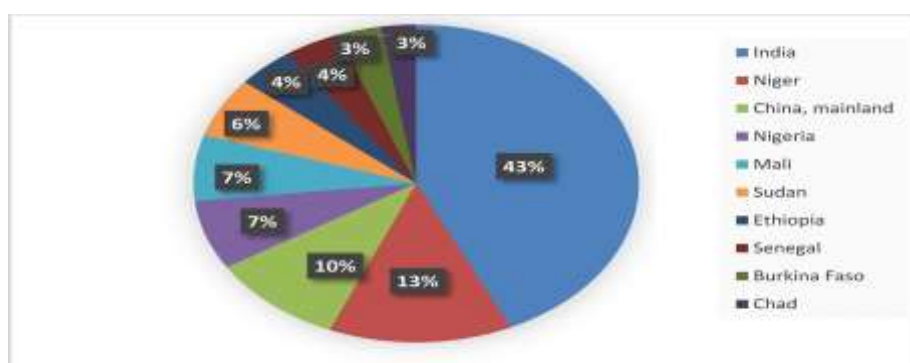
सारांश: इस लेख में विभिन्न उत्पादों के विकास और उनकी उपभोक्ता स्वीकृति पर चर्चा की गई है। भोज्य उपयोग के लिए बाजरा की फसलें पारंपरिक फसलों का एक अच्छा विकल्प हो सकती हैं। यह समीक्षा बाजरो के विविध खाद्य उपयोगों का विश्लेषण करती है।

2. परिचय

विश्व खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करना और पोषण संबंधी असमानताओं को संबोधित करना बढ़ती हुई मानव जनसंख्या के लिए महत्वपूर्ण चुनौतियां प्रस्तुत करता है। फसल विविधीकरण को बढ़ावा देना खाद्य सुरक्षा को प्रभावी ढंग से प्राप्त करने के लिए एक महत्वपूर्ण रणनीति के रूप में उभरता है। बदलते जलवायु परिस्थितियों का फसल उत्पादन को सीमित करके खाद्य सुरक्षा पर गहरा प्रभाव पड़ता है। इसलिए, पोषण और प्रौद्योगिकी के विशेषज्ञों को सीमित खेत उत्पादन से संबंधित मुद्दों का पुनर्मूल्यांकन करना चाहिए, ताकि संभावित खाद्य स्रोत के रूप में उपयुक्त फसलों की खोज की जा सके। कुमार एवं अन्य के द्वारा सुझाए गए अनुसार, बाजरा एक पोषण संबंधी विकल्प है जो बढ़ती जनसंख्या की आहार आवश्यकताओं को पूरा करने में सक्षम है।

बाजरा ऐसे अंडरयूज्ड फसलें हैं जिन्हें उन सुखी, गर्म और आर्द्र वातावरण में उगाया जा सकता है जहाँ अन्य फसलों को उगाने की संभावना कम होती है। ज्वार (सॉरघम वल्गारे; ज्वार), मोती बाजरा (पेनिसेटम ग्लॉसियम; बाजरा) को प्रमुख बाजरो के रूप में मान्यता प्राप्त है, और कई अन्य छोटे आकार के बाजरे जैसे कि रागी (इल्युसाइन कोरोकेना; रागी), फॉक्सटेल (सेतारिया इटालिका; कंगनी), प्रोसो (सज्जर ज्वार; बरी), लिटिल (पैनिकम सुमान्ड्रेस), बरनयार्ड (इचिनोक्लोआ यूटिलिस; सांवा) और कोदो बाजरा (पास्पलम सेटारियम; कोदरा) छोटे या न्यून बाजरो के रूप में दर्ज हैं। भारत दुनिया में सबसे बड़ा बाजरा उत्पादक (11,849,190 टन) है, और दूसरा उत्पादक

नाइजर (3,656,958 टन) है। (चित्र 1) संयुक्त राष्ट्र (एफएओ-यूएन) बाजरा की खेती बढ़ाने, बाजरा प्रसंस्करण के लिए तकनीक विकसित करने और लोगों द्वारा बाजरा के सेवन को बढ़ावा देने पर काम कर रहा है। वास्तव में, वर्ष 2023 को एफएओ-यूएन द्वारा अंतरराष्ट्रीय बाजरा वर्ष के रूप में स्वीकार किया गया है। इन पौधों को "स्मार्ट फसल" के रूप में मान्यता दी गई है क्योंकि ये बढ़ती आबादी के स्वास्थ्य और पोषण को बनाए रखने, पृथ्वी के पर्यावरण की सुरक्षा करने और कृषि प्रणाली को सतत बनाने में मदद करती हैं। गेंहू विशेष रूप से अपने विस्कोइलास्टिक गुणों के कारण खाद्य उत्पादों के निर्माण में व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। गेंहू में ग्लूटेन प्रोटीन होता है, जो सीलिएक रोग का कारण है, और गैर-एलर्जेनिक सामग्री में बढ़ती रुचि के चलते, खाद्य उद्योग ग्लूटेन-फ्री उत्पादों के निर्माण की ओर अग्रसर हो रहा है। गेंहू के आटे की तुलना में, बाजरा की गैर-ग्लूटेनस प्रकृति हाइड्रेशन के दौरान कम लचीला, कम सुसंगत और कम फैलाव वाला आटा बनाती है। फिर भी, बेहतर पोषण मूल्य के कारण, बाजरा न्यूट्रास्यूटिकल गुण दिखाता है और यह गैर-एलर्जेनिक है, जिससे यह कई स्वास्थ्य लाभ प्रदान करता है। इन गुणों के कारण, बाजरा ग्लूटेन-फ्री भोजन बनाने के लिए एक संभावित विकल्प हो सकता है। बाजरे मानव के लिए अत्यंत मूल्यवान पूरक पोषण स्रोत हैं, क्योंकि इनमें स्टार्च, बी विटामिन, खनिज, पॉलीसैकेराइड्स (एंटीऑक्सीडेंट्स) और आहार फाइबर जैसे आवश्यक तत्व प्रचुर मात्रा में पाए जाते हैं।



चित्र 1 : सबसे अधिक बाजरा उत्पादक 10 देश

पोषण की दृष्टि से, बाजरा में कार्बोहाइड्रेट, वसा, प्रोटीन, आहार फाइबर और खनिज सामग्री क्रमशः 60–70%, 1.5–5%, 6–19%, 12–20% और 2–4% होती है। इसमें प्रोटीन आवश्यक अमीनो एसिड्स की प्रचुर मात्रा में होते हैं, केवल लाइसिन और थ्रियोनिन को छोड़कर। ये अनाज सूक्ष्म पोषक तत्वों और फाइटोकेमिकल्स के भी अच्छे स्रोत हैं। इन्हें पोषक तत्व सामग्री के आधार पर विभिन्न खाद्य उत्पादों में उपयोग किया जाता है। बाजरे का उपयोग चपाती, रोटी, प्रीबायोटिक्स और प्रोबायोटिक्स आदि के निर्माण के लिए किया जाता है। गेहूं से बने खाद्य उत्पाद अपने बनावट और संवेदी गुणों के कारण अधिक लोकप्रिय हैं। इस लेख में बाजरे के पोषण और उनके अनुप्रयोगों का अध्ययन किया जाएगा।

3. पोषण संरचना

बाजरे पोषण की दृष्टि से अन्य अनाजों जैसे गेहूं, चावल और मकई के समान होते हैं। बाजरे के दाने (मोती बाजरा, फिंगर, फॉक्सटेल, लिटिल, बार्नयार्ड, कोदो) जो पीसने की प्रक्रिया से गुजर चुके हैं, उनमें पोषक तत्वों की संरचना अलग-अलग होती है। बाजरे में 65–75% कार्बोहाइड्रेट, 7–12% प्रोटीन, 15–20% आहार फाइबर, और 2–5% वसा होती है। पुणिया एट अल. ने बताया कि गेहूं की किस्मों में राख, वसा और फाइबर की मात्रा क्रमशः 1.52% से 1.76%, 2.62% से 3.48%, और 0.79% से 0.93% के बीच होती है। बाजरे में स्टार्च की मात्रा 60 से 75% के बीच होती है, जिसमें एमीलोपेक्टिन और एमीलोज की उपस्थिति क्रमशः 16 से 28% और 72% से 84% तक होती है, साथ ही गैर-स्टार्ची पॉलीसैकेराइड (15–20%) और शर्करा (2–3%) भी होती है। इस प्रकार, बाजरे का स्टार्च बाजरे में प्राथमिक ऊर्जा स्रोत के रूप में कार्य करता है। बाजरे के प्रोटीन में आवश्यक और गैर-आवश्यक अमीनो एसिड की उच्च मात्रा होती है। प्रोलेमिन में हाइड्रोफोबिक प्रोलाइन और ग्लूटामाइन की महत्वपूर्ण उपस्थिति देखी जाती है, जबकि आवश्यक अमीनो एसिड (EAA) का वितरण एल्ब्यूमिन और ग्लोब्युलिन में अधिक समान रूप से होता है। बाजरे के प्रोटीन में

मक्का प्रोटीन की तुलना में बेहतर आवश्यक अमीनो एसिड प्रोफाइल पाई गई है। परिणामस्वरूप, यह निष्कर्ष निकाला जाता है कि बाजरे के प्रोटीन में EAA का स्तर संबंधित प्रोटीन अंशों के अनुसार भिन्न होता है। इसके अलावा, फिंगर बाजरे के प्रोटीन की विशिष्टता सल्फर-समृद्ध अमीनो एसिड की उच्च सांद्रता में निहित है, जो इन्हें स्वास्थ्य-केंद्रित खाद्य पदार्थ और प्रोटीन-समृद्ध उत्पाद बनाने के लिए मूल्यवान बनाती है, जो प्रोटीन की कमी से संबंधित विकारों को दूर करने में सहायक हैं। लिपिड संरचना 1 से 5% के बीच भिन्न थी, जिसमें तटस्थ लिपिड, फॉस्फोलिपिड और ग्लायकोलिपिड क्रमशः 85%, 12% और 3% अनुपात में शामिल थे, जैसा कि हिमांशु आदि ने बताया। बाजरे में जैव-सक्रिय यौगिक मुख्यतः मुक्त और संयुग्मित फेनोलिक अम्लों के रूपों में पाए जाते हैं, जिनमें हाइड्रॉक्सीबेंजोइक और हाइड्रॉक्सी-सिनामिक अम्लों के व्युत्पन्न शामिल हैं।

4. बाजरे आधारित खाद्य उत्पाद

बाजरे को 'न्यूट्री-अनाज' के रूप में वर्गीकृत किया जाता है क्योंकि इसमें पर्याप्त मात्रा में प्रोटीन होता है, जिसमें संतुलित फाइटोकेमिकल, खनिज, वसा अम्ल, कार्बोहाइड्रेट और अमीनो एसिड शामिल होते हैं। बाजरे की पोषण प्रोफाइल उन्हें विभिन्न खाद्य उत्पादों में परिष्कृत और शामिल करने के लिए एक व्यवहार्य विकल्प बनाती है, विशेष रूप से ग्लूटेन-फ्री फंक्शनल फूड्स की तैयारी में।

a. बेकरी उत्पाद

(i) फ्लैटब्रेड्स

चपाती, रोटी और रोटला आमतौर पर ग्लूटेन-फ्री पैन केक जैसे खाद्य पदार्थ हैं जिन्हें गर्म पानी और बिना किण्वित बाजरा (PM) के आटे या सऊदी अरब के लोहोह जैसे किण्वित बाजरा के आटे से बनाया जा सकता है। वाइट फ्लौर (WF) में फिंगर मिलेट

मिलाने से फ्लैटब्रेड (FB) की पोषण संरचना बेहतर होती है और संभावित स्वास्थ्य लाभ भी मिलते हैं। एक शोध अध्ययन में एक्सट्रूडेड और अनएक्सट्रूडेड फिंगर मिलेट आटे के उपयोग का मिश्रित गेहूं के आटे के पेस्टिंग, टेक्सचरल और रियोलॉजिकल गुणों पर प्रभाव और इससे FB की गुणवत्ता पर क्या असर पड़ता है, इसका विश्लेषण किया गया। एक्सट्रूडेड फिंगर मिलेट (EFM) ने आटे की हैंडलिंग विशेषताओं को बदल दिया, जिससे विस्कोइलास्टिक मापांक और इलास्टिक कम्प्लायंस अधिक हो गया। इसके अलावा, मूड से 20% WF बदलकर बनाई गई FB में बेहतर फुलाव, कम प्रतिरोध, सिकुड़न और बेकिंग समय पाया गया, जबकि समान स्तर पर अनएक्सट्रूडेड फिंगर मिलेट आटे से बनी FB में ये गुण कम थे। सेंसरि मूल्यांकन में इस FB को कंट्रोल व्हाल व्हीट FB के समान रेटिंग मिली। निष्कर्ष बताते हैं कि मिश्रित आटे में EFM आटा बदलने से गेहूं फ्लैटब्रेड के रियोलॉजिकल और तकनीकी गुण बने रहते हैं। दुनिया में सीलिएक रोगियों की संख्या दिन-प्रतिदिन बढ़ रही है, और ग्लूटन-फ्री डाइट ही इसका एकमात्र समाधान है। स्वास्थ्य संबंधी चिंताओं को ध्यान में रखते हुए, इसी समूह कुमार आदि ने एक्सट्रूडेड फिंगर (10, 20 और 30%) की विभिन्न मात्रा के साथ संयुक्त मक्का आटे से ग्लूटन-फ्री अनलीवेंड FB तैयार की। लेखकों ने आटा संभालने और एफबी के निर्माण में ईएफएम आटे के महत्वपूर्ण प्रभाव की पुष्टि की। आगे, संवेदी मूल्यांकन से संकेत मिला कि मामूली रंग परिवर्तन के बावजूद, मिश्रित बिना खमीर वाले एफबी का स्वाद नियंत्रण (मक्का) के समान था। निष्कर्षों से पता चलता है कि ईएफ आटे को मिलाने से मक्का-आधारित एफबी के रियोलॉजिकल, टेक्नो-फंक्शनल और पोषण संबंधी गुणों में सुधार हो सकता है। विभिन्न फ्लैटब्रेड्स में, एक्सट्रूडेड आटे से तैयार एफबी (FB20) ने सबसे बेहतर संवेदी स्कोर (7.8) प्राप्त किया। शर्मा और गुर्जर द्वारा की गई जांच में परिष्कृत गेहूं और बाजरा आटे (एमएफ) के मिश्रण से प्राप्त मिश्रित ब्रेड के गुणों का अध्ययन किया गया, जिसमें अनुपात 3:1 था। गेहूं-बाजरा मिश्रित आटा (WMCF) फ्लैटब्रेड्स के मामले में, कुछ फ्लैटब्रेड विशेषताओं, जैसे सिकुड़न और बेक लॉस (BL), में उल्लेखनीय वृद्धि देखी गई, जबकि

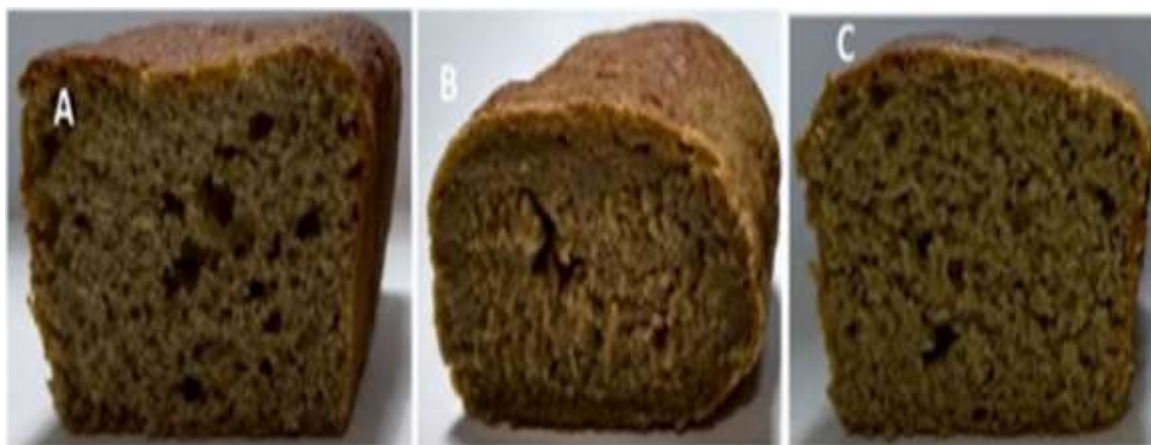
फुलाव और उपभोक्ता स्वीकार्यता में कमी आई। यह देखा गया कि गेहूं की ब्रेड ने बाजरा फ्लैटब्रेड की तुलना में सबसे अधिक संवेदी स्कोर दिखाया। पंधाल और अन्य ने निर्धारित किया कि 20% सांद्रता पर फिंगर मिलेट आटा मिलाने से आटा अनुकूल संभालने योग्य विशेषताओं और शीटिंग गुणों का प्रदर्शन करता है, जिससे अंततः समग्र रूप से स्वीकार्य गुणवत्ता की चपातियां बनती हैं।

बाजरे से तैयार की गई एफबी आमतौर पर गेहूं से तैयार की गई एफबी की तुलना में कम स्वीकार्य होती है, क्योंकि उनके संवेदी और बनावट गुणों में अंतर होता है; हालांकि, एफबी में बाजरे को शामिल करना चपातियों की तकनीकी-कार्यात्मक विशेषताओं को सुधारने और जनसंख्या में पारंपरिक मुख्य बाजरे की खपत बढ़ाने का सबसे अच्छा तरीका है।

(ii) ब्रेड

ब्रेड एक बेकरी उत्पाद है जिसमें मुख्य रूप से पानी, आटा, नमक, यीस्ट, चीनी और वसा होती है। इन घटकों को मिलाकर और किण्वन कर एक विस्कोइलास्टिक आटा तैयार किया जाता है, जिसे बाद में बेक किया जाता है। एमएफ में प्रचुर मात्रा में पोषक तत्व होते हैं और यह विस्कोइलास्टिक विशेषताएं दिखाता है, जो इसे ब्रेड फॉर्मूलेशन में शामिल करने में सहायक बनाती हैं। नेहरा और अन्य ने गेहूं और पीएम के विभिन्न अनुपात (10, 20, 30, और 40%) वाले मिश्रित आटे से तैयार ब्रेड के गुणों का परीक्षण किया। पीएम आटा जोड़ने से लोफ के वजन का भौतिक मान बढ़ गया, जबकि लोफ के आयतन में विपरीत प्रवृत्ति देखी गई। 30% तक पीएम आटा डाले गए ब्रेड फॉर्मूलेशन ने स्वीकार्य संवेदी स्कोर दिखाया। हालांकि, इस सीमा से अधिक पीएम आटा जोड़ने पर ब्रेड की गुणवत्ता अस्वीकार्य हो गई। गेहूं के आटे से तैयार ब्रेड का कुल संवेदी स्कोर 7.9 था, जबकि पीएम से तैयार ब्रेड के लिए यह 5.1 से 7.1 था। फॉक्सटेल बाजरा और गेहूं के आटे के संयोजन से तैयार ब्रेड के गुणों की जांच पासी और सहयोगियों द्वारा की गई। विभिन्न मापदंडों और संवेदी विश्लेषण के मूल्यांकन के

माध्यम से, 30% फॉक्सटेल बाजरा आटा मिलाकर तैयार ब्रेड रेडी-मिक्स को सबसे अधिक स्वीकार्य पाया गया। एक अलग अध्ययन में, **सराभाई** और सहयोगियों ने फॉक्सटेल बाजरा से बनी ग्लूटन-फ्री ब्रेड को बेहतर बनाने के लिए एंजाइम्स, विशेष रूप से ग्लूकोज ऑक्सीडेज (GO), ज़ायलानेज (XYL), और प्रोटीएज (PR) का उपयोग किया। निष्कर्षों से पता चला कि PR एंजाइम की 0.1 ग्राम/100 ग्राम मात्रा जोड़ना फॉक्सटेल बाजरा ब्रेड की तैयारी के लिए अनुकूल है, जिससे बनावट और संवेदी गुणों में सुधार आता है। ली और सहयोगियों ने ब्रेड के निर्माण के लिए बाजरा चोकर आहार फाइबर (DF) को MF में मिलाने के प्रभाव की जांच की। यह देखा गया कि जैसे-जैसे DF की मात्रा बढ़ती गई, तैयार भाप में पकी ब्रेड की कठोरता बढ़ती गई जबकि स्प्रिंगनेस में उल्लेखनीय कमी आई, जिससे संवेदी स्वीकार्यता में गिरावट आई। क्रोखिमल-मार्चाक और सहयोगियों ने भी पोषण और संवेदी गुणों पर ओट आटे के मिश्रण के प्रभाव का अध्ययन किया। उन्होंने देखा कि ओट आटे की मात्रा बढ़ने के साथ संवेदी स्कोर घटते हैं। **चित्र 2** कच्चे और प्री-कुड मिल्ड-बेस्ड ब्रेड से तैयार ब्रेड का चित्रात्मक प्रतिनिधित्व दिखाता है।



चित्र 2 : बाजरे से बना ब्रेड, A 100% कच्चा बाजरे का आटा, B 100% पूर्व-पका हुआ बाजरे का आटा, C 50% कच्चा + 50% पूर्व-पका हुआ बाजरे का आटा

(iii) कुकीज़

कुकी शब्द उच्च शब्द **koekje** से लिया गया है, जिसका अर्थ है "छोटा केक"। कुकीज़ बनाने के लिए मुख्य सामग्री आटा, वसा और चीनी हैं। शर्मा आदि के अनुसार, विभिन्न बाजरा जैसे कि कंगनी, सांवा और कोदो बाजरा को अंकुरित किया गया और मिश्रित आटे के साथ ग्लूटेन-फ्री कुकीज़ के निर्माण में उपयोग किया गया। संवेदी स्कोर से पता चला कि कुकीज़ (A2 नामित), जिन्हें अंकुरित कंगनी, सांवा और कोदो बाजरा को 70:20:10 के अनुपात में मिलाकर तैयार किया गया था, सबसे संतोषजनक मानी गई। इसके अलावा, इन कुकीज़ को सबसे अधिक पोषण मूल्य और आवश्यक कार्यात्मक विशेषताओं के रूप में वर्णित किया गया। कुकीज़ की तैयारी के लिए परिष्कृत गेहूं के आटे पर पीएम आटे के प्रभाव का अध्ययन किया गया। यह पाया गया कि पीएम कुकीज़ संतोषजनक थीं, जैसा कि उनके उच्चतम गुणवत्ता स्कोर से पता चलता है। अवोलु आदि ने विभिन्न आटे के नमूनों से कुकीज़ तैयार की, जिनमें सोयाबीन, चावल, बाजरा और टाइगर नट शामिल थे, जिन्हें किण्वन, डिब्रानिंग और माल्टिंग जैसी विभिन्न प्रसंस्करण प्रक्रियाओं से गुजारा गया। किण्वित बाजरा मिलाकर बने आटे के मिश्रण ने सबसे अधिक समग्र स्वीकार्यता स्कोर प्राप्त किया। इस शोध के निष्कर्षों ने प्रसंस्करण तकनीकों और मिश्रित आटे के निर्माण के माध्यम से आटे की गुणवत्ता और कुकीज़ को बेहतर बनाने की संभावना को उजागर किया। हुसैन आदि ने कुकीज़ तैयार की जिसमें WF में MF के विभिन्न अनुपात (0%, 25%, 50%, 75%, और 100%) शामिल किए गए। संवेदी मूल्यांकन से पता चला कि 50% से अधिक MF वाली कुकीज़ संवेदी पैनेलिस्टों द्वारा कम पसंद की गई। हालांकि, मिलेट कुकीज़ में एंटीऑक्सीडेंट क्षमता नियंत्रण कुकीज़ (WF-100%) की तुलना में उल्लेखनीय रूप से अधिक थी। गेबरमारियम आदि ने गेहूं-कटू के बीज आधारित कुकीज़ तैयार कीं। मिश्रित कुकीज़ का पोषण मूल्य देखा गया। मिलेट आधारित कुकीज़ को उनके पोषण प्रोफाइल को बढ़ाने के लिए तैयार किया जा सकता है। हालांकि, उनकी कम संवेदी

अपील के कारण, MF को WF के साथ मिलाना समग्र स्वाद को बेहतर बनाने के लिए उचित हो सकता है।

(iv) पेय पदार्थ

पौधों पर आधारित पेय पदार्थों के निर्माण में बाजरा का उपयोग इसके स्वास्थ्यवर्धक गुणों और ग्लूटेन-मुक्त प्रकृति के कारण लाभकारी परिणाम प्रदान करता है। अपने अपरिष्कृत रूप में, बाजरा आहार फाइबर और पॉलीफेनोल्स से भरपूर होता है।

(v) प्रोबायोटिक और प्रीबायोटिक

प्रोबायोटिक्स "ऐसे अपाच्य आहार घटक हैं जो विशेष रूप से बृहदान्त्र की बैक्टीरिया को उत्तेजित करते हैं ताकि मानव स्वास्थ्य में सुधार हो सके।" मंडल और सहयोगियों ने बाजरा से प्राप्त एक विशिष्ट पॉलीसैकराइड की प्रारंभिक पहचान का दस्तावेजीकरण किया, जो लार और अग्न्याशय के α -एमाइलेज द्वारा पाचन के प्रति प्रतिरोध दिखाता है। इसके अतिरिक्त, इस पॉलीसैकराइड ने L- Acidophilus और L- Brevis के साथ अनुकूल प्रोबायोटिक गतिविधि स्कोर प्रदर्शित किया। 2% अनानास क्राउन पाउडर (PCP) के साथ 1% (v/v) Lactobacillus Rhamnosus GG NCDC 347 (LGG) का उपयोग कर प्रोबायोटिक पेय, अनुकूलित सफेद फिंगर बाजरा प्रोबायोटिक पेय (OWMPB) पाया गया। प्रोबायोटिक्स वे जीवित सूक्ष्मजीव होते हैं जिनका उपयोग स्वास्थ्य लाभ प्रदान करने के लिए किया जाता है, मुख्य रूप से आंत के फ्लोरा की पुनर्स्थापना पर केंद्रित होता है। मालिनी और सहयोगियों ने लैक्टोकेसिबेसिलीयस रैमनोसस (LGG) का उपयोग करते हुए पौधों पर आधारित प्रोबायोटिक पेय में अनानास कोर पाउडर (PCP) के सफल एकीकरण को विकसित, अनुकूलित और मूल्यांकन किया। PCP-संवर्धित सफेद फिंगर बाजरा प्रोबायोटिक पेय (PAMPB) बनाने के लिए आदर्श सूत्रीकरण क्रमशः सफेद फिंगर बाजरा, चीनी, PCP

और LGG इनोकुलम के लिए 14:5:2:2 निर्धारित किया गया। बाजरा प्रोबायोटिक और प्रीबायोटिक पेय के उत्पादन के लिए अच्छी संभावना रखता है। रागी को आमतौर पर पेय तैयार करने में उपयोग किया जाता है (तालिका 1)।

उत्पाद की सामग्री	मुख्य निष्कर्ष
फ्लैटब्रेड पीएम आटा और पानी मकई में 10, 20, और 30 ग्राम/100 ग्राम एक्सट्रूडेड रागी युक्त मिश्रित आटा गेहूं का आटा और एक्सट्रूडेड रागी आटा (10, 20 और 30%) गेहूं का आटा और विभिन्न बाजरा (रागी, कंगनी, सांवा, कोदो, कुटकी, चेना) 3:1 के अनुपात में गेहूं, रागी (10, 20, 30%) ब्रेड गेहूं और पीएम (10, 20, 30, और 40%) फॉक्सटेल बाजरा आटे को 0%, 10%, 20%, 30%, और 40% (C, FP1, FP2, FP3, और FP4) मल प्रोटीन आइसोलेट और आलू स्टार्च के साथ क्रमशः 3 : 2.5 : 1 : 2 : 2 के अनुपात में गेहूं के आटे में मिलाया गया। गेहूं (50%), बाजरा (50%), एक्सोपॉलीसैकेराइड (Ep) उत्पादन जो <i>weissella confusa</i> A16 की एक स्ट्रेन द्वारा प्रेरित किया गया। तीन स्वतंत्र ब्रेड संरचनाएँ विभिन्न एंजाइम सांद्रता के	चपाती में उनके आटे की तुलना में एंटीऑक्सीडेंट गुणों में कमी देखी गई। EF आटे के मिश्रण से मक्का-आधारित FB के प्रवाह व्यवहार और पोषण संबंधी विशेषताओं में सुधार की क्षमता होती है। एक्सट्रूडेड फिंगर मिलेट आटे के साथ गेहूं का 20% प्रतिस्थापन करने पर पफिंग में सुधार और प्रतिरोध, सिकुड़न, तथा बेकिंग समय में कमी देखी गई, जो कि एक्सट्रूडेड फिंगर मिलेट आटे (20%) से बने फ्लैटब्रेड की तुलना में बेहतर था। WMCF ब्रेड में स्टार्च रेट्रोग्रेडेशन कम पाया गया। तेजी से पचने वाले स्टार्च और ग्लाइसेमिक इंडेक्स में कमी आई, जबकि धीरे-धीरे पचने वाले और रेजिस्टेंट स्टार्च के लिए विपरीत प्रभाव देखा गया जब गेहूं के आटे को मिलाया गया। रागी से समृद्ध चपातियां कम स्वीकार्य होती हैं। हालांकि, 20% रागी मिलाकर बनाई गई चपातियां पोषण और स्वाद दोनों दृष्टि से स्वीकार्य हैं। ब्रेड्स की एंटीऑक्सीडेंट विशेषताएँ उनके आटे की तुलना में बढ़ गईं। पीएम आटा जोड़ने पर संवेदी स्कोर कम हो गया। फॉक्सटेल मिलेट आटा जोड़ने से पोषण और एंटीऑक्सीडेंट गुणों में सुधार हुआ। परिणामों से पता चला कि एप्स की उपस्थिति ने स्थानीय अनाज के आटे से बने ब्रेड की स्वीकार्यता में सुधार किया। दिलचस्प बात यह है कि 50% से

साथ तैयार की गई (GO 0.05 and 0.1 g/100 g, XYL 0.05 और 0.1 g/100 g, and PR 0.05 और 0.1 g/100 g) कच्चा (100%), पूर्व-पका (100%), और कच्चा + पूर्व-पका (50 + 50%) मिल्ड-आधारित ब्रेड बिस्किट गेहूं का आटा, कांगणी (सांवा) का आटा, कार्बोक्सीमिथाइलसेलुलोज (सीएमसी) अंकुरित रागी और बंबारा मूंगफली आटे के मिश्रण रागी और गेहूं का आटा (60:40 और 70:30) कुकीज ज्वार 25% के साथ 75% बाजरा, ज्वार 50% के साथ 50% बाजरा, और ज्वार 75% के साथ 25% मैदा: कुटकी आटा कंगनी आटा, फिश फ्लाइंग आटा, गेहूं का आटा आटे के मिश्रण फॉक्सटेल, सांवा, और कोदो मिलेट के आटे को 80:15:5, 70:20:10, 60:25:15, 50:30:20, 40:35:25, 35:35:30 के अनुपात में मिलाकर तैयार किए गए परिष्कृत गेहूं का आटा और भुना हुआ पीएम आटा इस्तेमाल किया गया मफिन्स और केक मफिन्स सांवा मिलेटय परिष्कृत गेहूं का आटा केक चना मिलेट, मक्का का आटा, केक आटा	अधिक उपभोक्ताओं ने 50% मिलेट आटे से बने ब्रेड का स्वाद सुखद पाया। संवेदी गुणों के मामले में, पीआर युक्त ब्रेड का स्वाद, सुगंध और समग्र गुणवत्ता बेहतर है। कच्चा + प्रीकुड (50 + 50%) मिल्ड-आधारित ब्रेड ने एंटीऑक्सीडेंट क्षमता में महत्वपूर्ण सुधार किया और साथ ही ब्रेड की कठोरता को कम करने और विशिष्ट आयतन को बढ़ाने में भी योगदान दिया। गेहूं-100 और CFMB-0.1 (0.1% CMC-संशोधित कंगनी बाजरा बिस्किट) को सबसे अधिक संवेदी रेटिंग मिली, और FMB-100 की कुल स्वीकृति सबसे कम थी। 80-90% अंकुरित रागी (GFM) को 20% बंबारा ग्राउंडनट (GBGN) के साथ मिलाने से एक ऐसा बिस्किट तैयार हुआ जिसमें पोषण, एंटीऑक्सीडेंट, बनावट और संवेदी गुण अच्छे थे। अध्ययनों से पता चला कि रागी-गेहूं आटा मिश्रण (60%:40) ने बिस्किट की गुणवत्ता में सुधार किया। 60%:40 मिश्रण से तैयार बिस्किट की कठोरता बढ़ गई। 25% ज्वार और 75% बाजरा वाले कुकीज में सबसे अधिक नमी, प्रोटीन, वसा, कुल फेनोलिक सामग्री, एंटीऑक्सीडेंट क्षमता और सबसे अधिक मात्रा में पोटैशियम, सोडियम, मैग्नीशियम और कैल्शियम पाया गया। (30% मैदा और 70% कुटकी के आटे) से तैयार की गई कुकीज अच्छी गुणवत्ता की कुटकी कुकीज बनाने के लिए सबसे उपयुक्त हैं। गेहूं, कंगनी और तली हुई मछली के आटे को 70:15:15 के अनुपात में मिलाकर तैयार की गई
---	---

प्रिबायोटिक्स पीसीपी (1–3% w/v), टेबल शुगर (5% w/v), और जीएमएफ (14% w/v) पीसीपी, एलजीजी	कुकीज ने स्वीकार्यता स्कोर में सबसे उच्च स्तर प्रदर्शित किया। मिलेट्स के अंकुरण से प्रोटीन, फाइबर, कुल पॉलीफेनोलिक सामग्री और एंटीऑक्सीडेंट गतिविधियों में सुधार हुआ। यह देखा गया कि पीएम कुकीज में Fe, Ca और P की मात्रा अधिक थी। टेक्सचर: अधिक मिलेट आटे के साथ कठोरता, स्प्रिंगिनेस, कोहेसिवनेस और च्यूइनेस कम हो गई। मिलेट ने केक की बनावट को कम किया लेकिन उपभोक्ता स्वीकृति बनी रही। यह पाया गया कि 14% अंकुरित WFM आटा (GMF) और 2% PCP को 100 मिली पानी में मिलाना OWMPB प्राप्त करने के लिए सबसे अच्छा मिश्रण था, जिसमें 1% LGG इनोक्युलेट किया गया। अनुकूलित स्थिति में 2% PCP और 2% LGG इनोकुलम के साथ WFM प्रोबायोटिक पेय शामिल है, जिससे 6 घंटे में वांछित प्रोबायोटिक (LGG) लोड प्राप्त किया जा सकता है।
--	--

तालिका 1 बाजरा आधारित खाद्य उत्पाद और पेय

(vi) मदिरा और गैर-मदिरा पेय

ज्वार-बाजरे से बने पेय, जिनमें मादक और गैर-मादक दोनों प्रकार जैसे मालवा, बांटू, पोम्बे, और अपारदर्शी या काफिर बियर शामिल हैं, अन्य उत्पादों की तुलना में अधिक प्रचलित हैं। नेपाल में पारंपरिक शराब-आधारित पेय जांध, फिंगर मिलेट के उपयोग से तैयार किया जाता है, जैसा कि तामांग आदि द्वारा प्रलेखित किया गया है। कुनुन्जाकी एक व्यापक रूप से उपभोग किया जाने वाला किण्वित गैर-मादक पेय है, जो मक्का, ज्वार/बाजरा, मसाले और चीनी से तैयार किया जाता है। म्बेगे एले, जो

ज्वार, बाजरा और केले के मिश्रण से बनी बियर है, का औद्योगीकरण, पैकेजिंग और वाणिज्यीकरण चिबुकु शेक नाम से किया गया है। यह पेय विशेष रूप से बोत्सवाना, जाम्बिया और जिम्बाब्वे जैसे क्षेत्रों में लोकप्रिय बना हुआ है।

5. खाद्य उत्पादों में बाजरे की सीमाएँ

बाजरा खाद्य उत्पादन में गेहूं का एक उपयुक्त विकल्प है। हालांकि, बाजरे से बने उत्पाद अक्सर संवेदी स्वीकृति में चुनौतियों का सामना करते हैं। विशेष रूप से बेकरी उत्पादों में, उनकी विस्कोइलास्टिक विशेषताएँ गेहूं की तुलना में कम होती हैं, जिससे उनकी स्वीकार्यता घट जाती है। इसके अलावा, बाजरा-आधारित उत्पादों में आमतौर पर कठोर बनावट, अधिक वजन और कम छिद्रयुक्त संरचना होती है। साथ ही, बाजरे का कम वांछनीय स्वाद और खुशबू उत्पाद निर्माण में इसकी उपयोगिता को सीमित करता है। इसके अतिरिक्त, बाजरे में एंटी-न्यूट्रिएंट्स की उच्च मात्रा होती है, जो आवश्यक पोषक तत्वों के अवशोषण में बाधा डाल सकती है, जिससे उपभोग के लिए यह एक महत्वपूर्ण चिंता का विषय बन जाता है। इन समस्याओं को कम करने के लिए उचित पकाने की विधियाँ अत्यंत आवश्यक हैं। साथ ही, बाजरे में गॉयट्रोजेन्स होते हैं, जो ऐसे यौगिक हैं जो आयोडीन के अवशोषण में बाधा डालकर थायरॉयड की कार्यप्रणाली को प्रभावित कर सकते हैं, विशेष रूप से अत्यधिक मात्रा में। इन सीमाओं के बावजूद, बाजरा सामान्यतः पौष्टिक माना जाता है और इसमें फाइबर, एंटीऑक्सीडेंट्स और आवश्यक पोषक तत्व प्रचुर मात्रा में होते हैं, जिससे यह विभिन्न स्वास्थ्य लाभ प्रदान करता है। यह संतुलित आहार में एक मूल्यवान जोड़ हो सकता है, विशेष रूप से उन लोगों के लिए जो वैकल्पिक अनाज या ग्लूटेन-फ्री विकल्प तलाश रहे हैं।

6. निष्कर्ष

यह समीक्षा पत्र बाजरे के पोषण और खाद्य अनुप्रयोगों की जांच करता है। उपलब्ध आंकड़ों को देखते हुए, यह स्पष्ट है कि बाजरा विभिन्न खाद्य अनुप्रयोगों के लिए महत्वपूर्ण संभावनाएं प्रदर्शित करता है। अपनी सूखा-प्रतिरोधी प्रकृति के कारण, बाजरा कम उपजाऊ भूमि में भी पनप सकता है, जहाँ अन्य फसलें उगाने में कठिनाई होती है। किए गए अध्ययनों के निष्कर्षों से यह निष्कर्ष निकाला गया है कि बाजरे के दानों में कई स्वास्थ्य-संवर्धनकारी घटक होते हैं, जिनमें आहार फाइबर, खनिज, विटामिन और फाइटोकेमिकल्स, विशेष रूप से फेनोलिक यौगिक शामिल हैं। ये घटक प्रमुख अनाजों में पाए जाने वाले घटकों के तुलनीय हैं और साथ ही कई संभावित स्वास्थ्य लाभ भी प्रस्तुत करते हैं। बाजरे के पोषण गुणों के कारण, इनका उपयोग विभिन्न खाद्य उत्पादों के निर्माण में किया जाता है। हालांकि, बाजरे के उत्पादों की बनावट और संवेदी विशेषताएँ इन्हें गेहूँ के उत्पादों की तुलना में कम स्वीकार्य बनाती हैं। बाजरा-आधारित उत्पादों की स्वीकार्यता बढ़ाने के लिए आगे और शोध करना आवश्यक है। पीएम और रागी का उपयोग खाद्य उत्पादों के निर्माण में आमतौर पर उनके अनुकूल स्वाद और फ्लेवर प्रोफाइल के कारण किया जाता है।

संदर्भ सूची

1. श्रीवास्तव एस, आर्य सी. मिलेट्स: कुपोषण और पोषण सुरक्षा। इन: कुमार ए, त्रिपाठी एमके, जोशी डी, कुमार वी, संपादक। मिलेट्स एंड मिलेट टेक्नोलॉजी। सिंगापुर: स्प्रिंगर 2021. पृष्ठ 81-100।
2. अडे कुनले ए, ल्यू डी, ऑर्सेट वी, राघवन वी। भारत में कृषि व्यवसायों-स्मॉल मिलेट्स वैल्यू चेन-को बढ़ाने में मदद करना। एग्रीकल्चर (स्विट्जरलैंड)। 2018;8(3):44.
3. कुमार ए, टोमर वी, कौर ए, कुमार वी, गुप्ता के। बाजरा: कृषि और पोषण संबंधी चुनौतियों का समाधान। एग्रीकल्चर फूड सिस्टोरिटी। 2018;7(1):1-15।

4. अन्नोर जीए, मारकोन एम, बर्टीफट ई, सीथारामन के। बाजरे के स्टार्च का भौतिक और आणविक चरित्रण। सीरियल केमिस्ट्री। 2014;91(3):286–92।
5. एफएओ, (संयुक्त राष्ट्र का खाद्य और कृषि संगठन) (2022)। सांख्यिकी विभाग। [http%//www-fao-org/faostat/en/#data/QC](http://www-fao-org/faostat/en/#data/QC) (10 फरवरी 2024 को एक्सेस किया गया)।
6. केन-पोटाका जे, अनिता एस, त्सुसाका टीडब्ल्यू, बोथा आर, बुडुमुरु एम, उपाध्याय एस, नेदुमरन एस। शहरी भारत में बाजरा और ज्वार की खपत व्यवहार का मूल्यांकन: एक बड़े पैमाने का सर्वेक्षण। फ्रंट सस्टेनेबल फूड सिस्टम्स। 2021;5:680777।
7. बिरानिया एस, रोहिल्ला पी, कुमार आर, कुमार एन। बाजरा की कटाई के बाद प्रसंस्करण: मूल्य संवर्धित उत्पादों पर समीक्षा। इंटरनेशनल जर्नल ऑफ केमिकल स्टडीज। 2020;8(1):1824–9।
8. देवी पीबी, विजयभारती आर, सत्यबामा एस, मल्लेशी एनजी, प्रियदर्शिनी वीबी। फिंगर मिलेट (एल्यूमीन कोराकाना एल.) पॉलीफेनॉल्स और आहार फाइबर के स्वास्थ्य लाभ: एक समीक्षा। जे साइंस टेक्नोल। 2014;2014(51):1021–40।
9. अन्नोर जीए, टाइल सी, मारकोन एम, रागई एस, मार्टी ए। मिलेट्स में अन्य अनाजों की तुलना में स्टार्च और प्रोटीन पाचनशीलता धीमी क्यों होती है? ट्रेंड्स फूड साइ। 2017;66:73–83।
10. पवार वीडि, माचेवाड जीएम। पोषक तत्व उपलब्धता में सुधार के लिए फॉक्सटेल मिलेट की प्रोसेसिंग। जे फूड प्रोसेस प्रिजर्व। 2006;30(3):269–79।
11. भट्टाचार्य आर, खैरवाल आईएस, ब्रामेल पीजे, रेड्डी केएन। भौगोलिक वितरण और मात्रात्मक गुणों के आधार पर पर्ल मिलेट खेनिसेटम ग्लौकुम (एल.) आर. ब्र., का कोर संग्रहण स्थापित करना। यूफाइटिका। 2007;155:35–45।
12. सालेह एस, झांग क्यू, चैन जे, शेन क्यू। मिलेट अनाज: पोषण गुणवत्ता, प्रसंस्करण, और संभावित स्वास्थ्य लाभ। कॉम्प्रिहेन्सिव रिव्यू फूड साइंस फूड सेफ्टी। 2013;12(3):281–95। (यह लेख मिलेट उपयोग को बढ़ावा देने के लिए पोषण संबंधी चुनौतियों, सीमाओं, और भविष्य की संभावनाओं की खोज करता है)
13. सिराहा एके, संधू केएस, कौर एम। भारत में उगाई गई पर्ल मिलेट किस्मों के आटे की भौतिक-रासायनिक, कार्यात्मक और एंटीऑक्सीडेंट गुण। फूड मेज कैरेक्ट। 2016;10(2):311–8।

14. शर्मा बी, गुज्जाल एचएस। गेहूं के आटे को विभिन्न छोटे मिलेट आटे से बदलने पर बिना खमीर वाली फ्लैट ब्रेड के आटे और स्टार्च पाचनशीलता की गुणवत्ता विशेषताओं में संशोधन। इंटरनेशनल जर्नल बायोलॉजिकल मैक्रोमॉल। 2019;141:117–24।
15. नेहरा एम, सिराहा एके, पुनिया एस, कुमार एस। गेहूं और बाजरे के मिश्रित ब्लेंड का उपयोग करके ब्रेड तैयारी के लिए प्रक्रिया मानकीकरण: पोषण, एंटीऑक्सीडेंट और संवेदी दृष्टिकोण। करंट रिसर्च न्यूट्रिशन फूड साइंस। 2021;9(2):511–20. (यह लेख बेकरी उद्योग में बाजरे के अनुप्रयोगों का अन्वेषण करता है।)
16. पासी पी, कौर के, कौर जे, कौल एस। गुणवत्ता विशेषता, ब्रेड बनाने के गुण और फॉक्सटेल बाजरे से युक्त ब्रेड रेडी-मिक्स की भंडारण स्थिरता। जे स्टोर्ड प्रोडक्ट रिसर्च। 2023;104:102208.
17. बायरेश टीएस, मालिनी बी, कविता एल, सुनील सीके, चिदानंद डीवी, वेंकटचलपति एन। सफेद रागी (फिंगर मिलेट) वेगन प्रोबायोटिक पेय के विकास पर अनानास क्राउन पाउडर के प्रोबायोटिक प्रभाव का अध्ययन। फूड एंड ह्यूमैनिटी। 2023;1:742–52.
18. मालिनी बी, सुनील सीके, रॉसन ए, विद्यालक्ष्मी आर, वेंकटचलपति एन। अनानास कोर पाउडर का सफेद रागी वेगन प्रोबायोटिक पेय पर प्रभाव: पोषण, संवेदी और भंडारण। फूड केम एडवांस। 2024;4:100593.
19. यूसुफ एल, होउ डी, लियाकत एच, शेन क्यू। बाजरा: प्रसंस्करण के दौरान इसके पोषण और कार्यात्मक परिवर्तनों की समीक्षा। फूड रिसर्च इंटरनेशनल। 2021;142:110197. (यह समीक्षा बाजरा प्रसंस्करण के बारे में विस्तृत जानकारी प्रदान करती है, जो उद्योग, उपभोक्ताओं और इस क्षेत्र के शोधकर्ताओं के लिए लाभकारी है।)
20. पुनिया एस, संधू केएस, सिराहा एके। गेहूं (ट्रिटिकम एस्टिवम एल) की प्रोटीन सामग्री में अंतर: कार्यात्मक, पेस्टिंग, रंग और एंटीऑक्सीडेंट गुणों पर प्रभाव। जे सऊदी सोसाइटी एग्रीकल्चर साइंस। 2019;18(4):378–84.
21. हिमांशु सीएम, सोनावणे एसके, आर्या एसएस। बाजरे के पोषण और न्यूट्रास्यूटिकल गुण: एक समीक्षा। विलन जर्नल न्यूट्रिशन डाइट। 2018;1(1):1–10।

22. राव डी, भास्करचारी के, आर्लीन क्रिस्टीना जीडी, सुधा देवी जी, विलास एटी। बाजरे के पोषण और स्वास्थ्य लाभ। आईसीएआरआई भारतीय बाजरा अनुसंधान संस्थान (आईआईएमआर) (2017):पृष्ठ:112।
23. सचदेव एन, गूमर एस, सिंह एलआर, पाठक वीएम, अग्रवाल डी, चौहा आरके। बाजरा बीज प्रोटीन की वर्तमान स्थिति और इसके अनुप्रयोग: एक व्यापक समीक्षा। एप्लाइड फूड रिसर्च। 2023;3:100288।
24. डेक्का एस, पॉल ए, विद्यालक्ष्मी आर, महेन्द्रन आर। बाजरे के उपयोग के लिए संभावित प्रसंस्करण तकनीकें: एक अद्यतन व्यापक समीक्षा। जर्नल फूड प्रोसेसिंग इंजीनियरिंग। 2023;46:—14279।
25. शाहिदी एफ, चंद्रशेखरा ए. बाजरा अनाज के फेनोलिक्स और रोग जोखिम में कमी तथा स्वास्थ्य संवर्धन में उनकी भूमिका: एक समीक्षा। जे फंक्शनल फूड्स। 2013;5(2):570—81।
26. डायस—मार्टिन्स एएम, पेसन्हा केएलएफ, पाचेको एस, रोड्रिग्स जेएएस, कार्वाल्हो सीडब्ल्यूपी। ब्राजील में मोती बाजरा (*Pennisetum glaucum* (L-) R- Br-) का संभावित उपयोग: खाद्य सुरक्षा, प्रसंस्करण, स्वास्थ्य लाभ और पोषण उत्पाद। फूड रिसर्च इंटरनेशनल। 2018;109:175—86।
27. उस्मान एमए। लोहोह की तैयारी के दौरान मोती बाजरा के पोषक तत्व और प्रतिपोषक तत्वों की मात्रा पर पारंपरिक किण्वन प्रक्रिया का प्रभाव। जे सऊदी सोसाइटी एग्रीकल्चर साइंसेज। 2011;10(1):1—6।
28. कुमार पी, कौर सी, जंभ एचके। एक्सट्रूडेड फिंगर मिलेट के साथ गेहूं की बिना खमीर वाली रोटी में रियोलॉजिकल, टेक्सचरल और तकनीकी संशोधन। जे टेक्सचर स्टडीज। 2021;52(3):400—9।
29. कुमार पी, कौर सी, रुद्र एसजी, अरोड़ा बी। एक्सट्रूडेड फिंगर मिलेट मिश्रित मक्का की रोटी की रियोलॉजी और गुणवत्ता को बेहतर बनाता है। इंटरनेशनल जे गैस्ट्रोनोंमी फूड साइंस। 2023;31:100638।
30. पंधाल ए, खटकर बीएस, यादव डीएन, छीकारा एन। फिंगर मिलेट का संपूर्ण गेहूं की रोटी (चपाती) के पोषण, रियोलॉजिकल और पेस्टिंग प्रोफाइल पर प्रभाव। सीरियल केमिस्ट्री। 2019;96(1):86—94।

31. गोएसेर्ट एच, लेमन पी, बिज्जेबियर ए, डेलकोर जेए। ब्रेड क्रम्ब में स्टार्च विघटनकारी एंजाइमों के एंटीफर्मिंग प्रभाव। जे एग्रीकल्चर फूड केमिस्ट्री। 2009;57(6):2346–55।
32. सराभाई एस, तमिलसेल्वन टी, प्रभासंकर पी। ग्लूटेन-फ्री कंगनी बाजरा ब्रेड में सुधार के लिए एंजाइमों की भूमिका: इसकी गुणवत्ता, बनावट, रियोलॉजिकल और पेस्टिंग गुणों पर प्रभाव। एलडब्ल्यूटी – फूड साइंस टेक्नोलॉजी। 2021;137:110365।
33. ली वाई, एलवी जे, वांग एल, झू वाई, शेन आर। बाजरा चोकर आहार फाइबर और बाजरा आटे का आटा विकास, भाप में पकी ब्रेड की गुणवत्ता, और इन विट्रो पाचन पर प्रभाव। एप्लाइड साइंस। 2020;10(3):912।
34. क्रोचमल-मरजाक बी, टोबियास-सालाच आर, कास्जुबा जे। गेहूं की ब्रेड की पोषण और संवेदी गुणवत्ता पर जई के आटे के जोड़ने का प्रभाव। ब्रिटिश फूड जर्नल। 2020;122(7):2329–39।
35. जाइडनबोस एस, हम्फ्री-टेलर वी, रिगली सी। कुकीज, बिस्किट और क्रैकर्स: उत्पादों की विविधता। इन: रिगली सी, संपादक। अनाज विज्ञान का विश्वकोश। लंदन: एल्सवियर 2004। पृ. 313–317।
36. शर्मा एस, सक्सेना डीसी, रियार सीएस। लघु बाजरा के आटे के मिश्रण से तैयार ग्लूटेन-फ्री कुकीज की पोषण, संवेदी और इन-विट्रो एंटीऑक्सीडेंट विशेषताएँ। जर्नल ऑफ सीरियल साइंस। 2016;72:153–61।
37. फ्लोरेंस एसपी, उरुज ए, आशा एमआर, राजीव जे। मोती बाजरा (पेनिसेटम टायफोइडियम) से तैयार कुकीज की संवेदी, भौतिक और पोषण गुणवत्ता। जर्नल ऑफ फूड प्रोसेस टेक्नोलॉजी। 2014;5(10):1000377।
38. अवोलू ओओ, ओलारेवाजू ओए, अकिनाडे एओ। विभिन्न प्रसंस्करण से गुजरने वाले मोती बाजरा आटे के जोड़ने का एंटीऑक्सीडेंट्स, पोषण, पेस्टिंग विशेषताओं और चावल-आधारित मिश्रित आटे की कुकीज की गुणवत्ता पर प्रभाव। जर्नल ऑफ न्यूट्रिशन हेल्थ फूड इंजीनियरिंग। 2017;7(2):00232।
39. हुसैन एस, मोहम्मद एए, अलमारी एमएस, इब्राहीम एमए, अब्दो-कासेम एए, सेराग एल-दिन एमएफ, अलमाइमन एसएएम। गेहूं/बाजरा आटा कुकीज: भौतिक, बनावट, संवेदी गुण और एंटीऑक्सीडेंट क्षमता। फूड साइंस टेक्नोलॉजी इंटरनेशनल। 2020;26(4):311–20।

40. गेबरेमारियम एफडब्ल्यू, मेलाकु ईटी, सुंदरमूर्ति वीपी, वोल्डेमारियम एचडब्ल्यू। गेहूं-कटू के बीज आधारित मिश्रित आटे से कार्यात्मक कुकीज का विकास। हेलियॉन। 2024;10(2):24443।
41. सिचोन्स्का पी, जियानो एम। बाजरा पेय पदार्थों का उत्पादन और उपभोक्ता स्वीकृति। इनटेकओपन। 2021। <https://doi-org/105772/intechopen-94304>।
42. मंडल एस, अग्रवाल एस, बालासुब्रमणियन ए, माजी एस, शिट एस, बिस्वास पी, डे एस। एक जल अघुलनशील की संरचनात्मक विश्लेषण पर्ल बाजरा से पॉलीसैकराइड और इसकी प्रीबायोटिक गतिविधि का मूल्यांकन। इंटरनल बायोल मैक्रोमोल। 2023;253:126469।
43. तु सी, तांग एस, अजी एफ, हू डब्ल्यू, डोंग एम। सोया दूध को एक नए फंक्शनल पेय में बदलने के लिए कोम्बुचा कंसोर्टियम का उपयोग। जर्नल फंक्शनल फूड्स। 2019;52:81–9।
44. अदेबियी जेए, ओबाडिना एओ, अदेबो ओए, कायितेसी ई। अफ्रीका में किण्वित और माल्टेड बाजरा उत्पाद: पारंपरिक धात्रीय खाद्य पदार्थों से औद्योगिक मूल्य-वर्धित उत्पादों तक की यात्रा। क्रिटिकल रिव्यू फूड साइंस न्यूट्रिशन। 2018;58:463–74।
45. तमांग जेपी, सरकार पीके, हेसेल्टाइन सीडब्ल्यू। दार्जिलिंग और सिक्किम के पारंपरिक किण्वित खाद्य पदार्थ और पेयदृष्टिक समीक्षा। जर्नल साइंस फूड एग्रीकल्चर। 1988;44:375–85।
46. अदेयेमी टी, उमर एस। कुनुन जाकी, एक बाजरा आधारित पेय की गुणवत्ता विशेषताओं के निर्माण विधि का प्रभाव। नाइजीरियन फूड जर्नल। 1994;12:34–40।
47. कोम्पाओरे-सेरेमे डी, हामा-बा एफ, टैपसोबा एफडब्ल्यूबी, मैनर एच, मैना एनएच, डिको एमएच, सवादोगो-लिंगानी एच। वीसला कन्फ्यूसा 116 एक्सोपॉलीसैकराइड्स की उपस्थिति में गेहूं और साबुत बाजरा या ज्वार आधारित मिश्रित ब्रेड का उत्पादन और संवेदी मूल्यांकन। हेलियोन। 2023;9(3):13837।
48. पेसन्हा केएलएफ, डी मेनेजेस जेपी, डोस एंजोस सिल्वा ए, दा सिल्वा एफएमवी, टेकेइती सीवाई, कार्वाल्हो सीडब्ल्यूपी। साबुत बाजरा एक्सट्रैक्ट आटे का ग्लूटेन मुक्त ब्रेड के भौतिक-रासायनिक गुणों और एंटीहाइपरग्लाइसीमिक गतिविधि पर प्रभाव। एलडब्ल्यूटी-फूड साइंस टेक्नोलॉजी। 2021;147:111495।

49. रियाज एएच, अबेदीन एमजे, अब्दुल्ला एटीएम, सत्तार एमए, फरजाना टी। ग्लूटेन-फ्री कंगनी के बिस्किट के विकास में सीएमसी-हाइड्रोकोलॉइड्स का भौतिक-रासायनिक और संरचनात्मक प्रभाव। *हेलीयन*। 2023;9:17176।
50. चिन्मा सीई, इब्राहिम पीए, अदेदीजी ओई, एजियोचा वीसी, ओहुओबा ईयू, कोलो एसआई, अदेबो ओए। अंकुरित रागी और बंबारा ग्राउंडनट के आटे के मिश्रण से तैयार बिस्किट की भौतिक-रासायनिक गुण, इन विट्रो पाचन क्षमता, एंटीऑक्सीडेंट गतिविधि और उपभोक्ता स्वीकार्यता। *हेलीयन*। 2022;8(10):10849।
51. साहा एस, गुप्ता ए, सिंह एसआरके, भारती एन, सिंह केपी, महाजन वी, गुप्ता एचएस। आटे की संरचना और किस्म का रागी के आटे के आटे की रियोलॉजिकल गुणों और बिस्किट की गुणवत्ता पर प्रभाव। *एलडब्ल्यूटी-फूड साइंस टेक्नोल*। 2011;44(3):616-21।
52. अलजोबैर एमओ। ज्वार और बाजरा मिश्रित आटे से तैयार कुकीज के भौतिक-रासायनिक गुण और संवेदी विशेषताएँ। *फूड साइंस न्यूट्रिशन*। 2022;10(10):3415-23।
53. बिरादार एसडी, कोटेचा पीएम, गोडसे एसएन, चव्हाण यूडी। मैदा और समा के आटे से तैयार कुकीज की पोषण गुणवत्ता पर अध्ययन। *इंटरनेशनल जर्नल ऑफ करंट माइक्रोबायोलॉजी एप्लाइड साइंस*। 2020;11:4090-9।
54. पतिमाह एस, अरुंधना एआई, मुरसाहा ए, स्याम ए। कंगनी और फ्लाइंग फिश आटे से आधारित कुकीज का विकास एक फंक्शनल फूड के रूप में। *करंट रिसर्च न्यूट्रिशन फूड साइंस*। 2019;7(2):504-16।
55. गोस्वामी डी, गुप्ता आरके, मृदुला डी, शर्मा एम, त्यागी एसके। सांवा बाजरा आधारित मफिन: भौतिक, बनावट और संवेदी गुण। *एलडब्ल्यूटी-फूड साइंस टेक्नोल*। 2015;64(1):374-80।
56. झिआओ जे, ली वाई, निउ एल, चेन आर, तांग जे, टोंग जेड, झिआओ सी। किण्वित प्रोसो बाजरा चोकर आहार फाइबर जोड़ने का ग्लूटेन-फ्री प्रोसो बाजरा आधारित आटा और केक की सूक्ष्म-संरचनात्मक, भौतिक-रासायनिक और पाचन गुणों पर प्रभाव। *फूड्स*। 2023;12(15):2964.