

## रंगीन मक्का: प्रकार और खाद्य उपयोगिता

भारत भूषण<sup>1</sup>, बहादुर सिंह जाट<sup>1</sup>, प्रदीप कुमार<sup>1</sup>, मनोज कुमार महावर<sup>2</sup>, भूषण बिब्बे<sup>3</sup>, सुमित कुमार अग्रवाल<sup>1</sup>  
प्रियाजोय कर<sup>1</sup> सतीश कुमार<sup>3</sup> एवं मनेश चंद्र डागला<sup>1</sup>

<sup>1</sup>भाकृअनुप-भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)

<sup>2</sup>भाकृअनुप-केंद्रीय कपास प्रौद्योगिकी अनुसंधान संस्थान, मुम्बई (महाराष्ट्र)

<sup>3</sup>भाकृअनुप-प्याज और लहसुन अनुसंधान निदेशालय, पुणे (महाराष्ट्र)

संवादी लेखक का ई-मेल: buddingbiochemist@gmail.com

मक्का, जिसे विभिन्न नामों से पुकारा और जाना जाता है, आज के दौर में सुपरफूड की तरह इस्तेमाल किया जा रहा है। दुनिया भर में मक्का की खेती विभिन्न कृषि-जलवायु परिस्थितियों में व्यापक रूप से की जाती है। वर्तमान समय में मक्का दुनिया के कई हिस्सों में एक मुख्य भोजन बन गया है जहाँ मक्का का कुल उत्पादन गेहूँ या चावल से अधिक है। मनुष्यों द्वारा सीधे उपभोग किए जाने के अलावा, मक्का का उपयोग पशु चारा एवं खाद्य, पोल्ट्री फीड, बायो-इथेनॉल और मक्का स्टार्च के लिए भी किया जाता है। भारत में मक्का की खेती साल भर की जाती है यद्यपि मुख्य रूप से यह खरीफ की फसल है, तथा कुल वार्षिक मक्का क्षेत्र का 85 प्रतिशत खरीफ मौसम में खेती की जाती है। हालांकि, समय और तकनीक के साथ, शरद मक्का की खेती एक विकल्प के रूप में उभरी है। मक्का भारत में चावल और गेहूँ के बाद तीसरी सबसे महत्वपूर्ण अनाज की फसल है जिसकी देश के कुल खाद्यान्न उत्पादन में लगभग 10 प्रतिशत हिस्सेदारी है।

वर्तमान समय में कई मक्का प्रारूपों की खेती की जाती हैं, लेकिन आम तौर पर इन्हें पांच प्रमुख श्रेणियों में विभाजित किया जाता है जिनमें, स्वीट कॉर्न, फ्लोर कॉर्न, पॉपकॉर्न, फील्ड कॉर्न और पिलंट कॉर्न मुख्य है तथा अन्य प्रारूपों में मोमी मक्का, सजावटी मक्का और पॉड मक्का शामिल हैं। मक्का का प्रत्येक प्रारूप दाने के आकार, रंग और दाने में स्टार्च की मात्रा पर आधारित होती है। यह मुख्य रूप से पशुओं के चारे के रूप में या भोजन के रूप में उपयोग किया जाता है क्योंकि इसका मोटा, बाहरी आवरण एक छोटे, स्टार्ची केंद्र को ढके रहता है। सामान्यतः पिलंट कॉर्न, डेंट कॉर्न के समान ही होता है।

### क्या है रंगीन मक्का?

सामान्य : मक्का के भुट्टे को भूनकर या स्वीट कॉर्न के रूप में सीधे खाने के लिए बेचा जाता है, इनका रंग मुख्यतः पीला होता है जिसका हम सभी ने इनका लुत्फ उठाया है। पीली मक्का के

अलावा कुछ क्षेत्रों में मक्का लाल, नीले, बैंगनी और काले रंगों में भी उगाई जाती है। रंगीन मक्का की खेती हमारे देश में हजारों सालों से की जा रही है और प्राचीन काल से हमारी खाद्य प्रणाली का एक प्रमुख हिस्सा रही है। स्थानीय लोगों के बीच काफी लोकप्रिय होने के कारण उत्तर-पूर्व के लोग लंबे समय से रंगीन मक्का की खेती कर रहे हैं। रंगीन मक्का की खेती मुख्य रूप से मिजोरम राज्य में एक बड़े पैमाने पर की जाती है। हालांकि, रंगीन मक्का की खेती कर्नाटक में आदिवासी समुदायों द्वारा भी की जाती है। इसकी उत्पादकता कम होने के कारण रंगीन मक्का का उत्पादन बहुत ज्यादा मात्रा में नहीं हो पाता है जिससे देश में मक्का की मांग को पूरा नहीं कर पाती है। इसलिए इन क्षेत्रों में स्थानीय लोग इसे उगाकर स्वयं के लिए ही उपयोग करते हैं।

मक्का में रंग के लिए कई वर्णक जिम्मेदार होते हैं और हर रंग में हल्के, मध्यम और गहरे शेड्स मिलते हैं। यह शेड्स वर्णक (पिगमेंट) के प्रकार, उनकी मात्रा और दानों में उनकी स्थितियों पर निर्भर करती है। मक्का पर पैटर्न को सफेद, नीले, लाल, सुनहरे और पीले रंग के दाने के पैचवर्क के साथ कैलिको-पैटर्न कहा जाता है। प्रायः मक्का में ये रंग विभिन्न प्रकार के एंथोसायनिन तत्व के कारण होते हैं। एंथोसायनिन मक्का के दानों के पेरिकार्प और एल्यूरोन में मौजूद होता है जिसके कारण मक्का रंगीन होती है। रंगीन मक्का को पिलंट कॉर्न (Flint corn) की श्रेणी में रखा जा सकता है। पिलंट कॉर्न, जिसे भारतीय मक्का भी कहा जाता है जो कई रंगों, लाल रंग से लेकर सफेद रंग के दानों में उपलब्ध है।

### रंगीन मक्का का इतिहास

पश्चिम मैक्सिकन लोगों द्वारा बहुरंगी मक्का के बारे में पौराणिक कथाओं में लिखा गया है। उन कथाओं में वहां के लोग एक ही तरह का भोजन बहुत समय से खाकर ऊब गए थे। इसलिए वे हर दिन कुछ नया और अलग भोजन खाना चाहते थे जो सबसे अलग भी दिखे और उसे खाने का मन भी करे। इस तरह



के भोजन की खोज में एक बार कुछ युवा इककठे होकर सड़कों पर घूमने चल पड़े और उन्हें दूर पहाड़ी के ऊपर एक मंदिर मिला जो पांच देवियों के लिए प्रसिद्ध था। ये देवियाँ मक्का के पांच रंगों का प्रतीक थीं। इन रंगों की देवियों को स्थानीय लोग बहुत ही पवित्र मानते थे और इन्हें सुंदर रंगों की देवी कहते थे। युवाओं ने सफेद मक्का, पीली मक्का, लाल मक्का, नीली मक्का और काली मक्का को अपनी जीवन शैली में ढालने के लिए इनको अपने साथ ले जाने का प्रण किया। उन युवाओं ने ब्लू कॉर्न (नीली मक्का) को अपनी सर्वश्रेष्ठ देवी के रूप में चुना और उसके साथ घर लौट आए।

## रंगों की उपयोगिता

हाल के वर्षों में मानव आहार में प्राकृतिक रंगों की उपयोगिता और उनके फायदे को दुनिया भर में स्वीकार किया गया है। रंग आम तौर पर उपभोक्ता के खरीद व्यवहार को प्रभावित करता है क्योंकि उपभोक्ता भोजन और पेय के स्वाद और स्वास्थ्य गुणों को उसके रंग से आंकते हैं। लगभग 90 प्रतिशत क्रेता उत्पाद के रंग को देखने के बाद उनके कथित स्वाद संबंधित निर्णय लेते हैं। रंगीन फल और सब्जियाँ प्रत्यक्ष रूप से यह सुझाव देते हुए नजर आते हैं कि रंग जीवन में स्वाद लाता है। खाद्य और पेय निर्माता उपभोक्ताओं का ध्यान आकर्षित करने के लिए अपने उत्पादों के लिए बेहतरीन रंगों का उपयोग करने पर जोर देते हैं। कंपनियों को पता है कि जब लोग आमतौर पर खाने वाले पदार्थों में किसी विशिष्ट रंग को देखते हैं तो उनकी तुरंत प्रतिक्रिया होती है कि इसका स्वाद चखा जाए।

प्रसंस्करण के दौरान खाद्य और पेय पदार्थ आमतौर पर रंग खो देते हैं। अतः रंगों का उपयोग खाद्य पदार्थों और पेय पदार्थों में उन रंगों को बहाल करने, बैच-टू-बैच रंग भिन्नता को कम करने, स्वाभाविक रूप से पाए जाने वाले रंगों को बढ़ाने, या उत्पाद को आकर्षित बनाने के लिए किया जाता है। रंगों के लिए कुछ रसायनों का प्रयोग किया जाता है जो रासायनिक अभिक्रिया द्वारा प्राप्त होते हैं। उनके उत्पादन की कम लागत के कारण, इन सिंथेटिक्स का उपयोग अभी भी एशिया के बाजार पर हावी है। इन सिंथेटिक्स के कई नुकसान भी हैं, ये न केवल पर्यावरण को नुकसान पहुंचाते हैं, बल्कि इनसे बने खाद्य पदार्थों का सेवन

स्वास्थ्य को भी नुकसान पहुंचाता है। उपभोक्ता अब ऐसे उत्पाद चाहते हैं जो प्राकृतिक अवयवों से बने हों, और ऐसे उत्पादों की बढ़ती उपभोक्ता मांग के कारण, प्राकृतिक रंगों के उत्पादन में वृद्धि ने सिंथेटिक रंगों को पीछे छोड़ दिया है।

## प्राकृतिक रंगों के स्रोत

प्राकृतिक रंग कृषि, जैविक या खनिज स्रोतों से प्राप्त किए जाते हैं। हमारे पास सरल निष्कर्षण प्रक्रिया और इसके सुरक्षित उपयोग का एक लंबा इतिहास है। प्राकृतिक रंगों का विकास प्राकृतिक रंगों से बने उत्पादों में निहित है। इसके अलावा, प्राकृतिक अवयवों से बने खाद्य पदार्थों और पेय पदार्थों की उपभोक्ता मांग बहुत ही महत्वपूर्ण है। फलों की तुलना में काले चावल, बैंगनी गेहूं और बैंगनी मक्का जैसे अनाज एंथोसायनिन के लिए प्रसिद्ध निर्जल संसाधन सामग्री हैं। प्रसंस्करण उद्योगों के लिए मक्का एक कम लागत वाला एंथोसायनिन स्रोत है क्योंकि यह विदेशी फलों की तुलना में सस्ता एवं आसानी से उपलब्ध है। यह रंगीन फूलगोभी या मूली की तुलना में अधिक उपज देने वाला स्रोत भी है। एक अन्य लाभ यह है कि कठोर रंग के अनाज की शेल्फ लाइफ (shelf life), नरम खराब होने वाले फलों की तुलना में अधिक होती है।

## रंगों के अनेकों फायदे

इस बात के पर्याप्त प्रमाण हैं कि ये जैवसक्रिय (bioactive) अणु बहुक्रियाशील क्षमताओं में काम करते हैं। साहित्य में कई अध्ययन उपलब्ध हैं जो एंथोसायनिन (anthocyanin) और कैरोटीनॉयड (carotenoids) जैसे अणुओं की जैव सक्रियता को एंटीऑक्सिडेंट (antioxidant), एंटी-हाइपरटेंसिव (anti-hypertensive) के रूप में दर्शाते हैं। एंथोसायनिन जैसे अणु (molecule) में न्यूट्रास्युटिकल और फार्मास्युटिकल उद्योगों में अनुसंधान और उपयोग की अपार संभावनाएं हैं। यूरोपीय संघ ने बैंगनी मक्का एंथोसायनिन को E163 (iv) श्रेणी के तहत रखा है।

## रंगीन मक्का की बाजार

मुख्य रूप से समाज के गरीब वर्गों के लिए पोषण की दृष्टि से खाद्य फसलें अधिक महत्वपूर्ण हैं। हम रोजमर्रा की जिंदगी में इस्तेमाल होने वाले आटे को रंग से नहीं जोड़ते हैं जबकि आम



लोग सफेद, भूरे और पीले आटे का इस्तेमाल कर रहे हैं। अगर अनाज का दाना रंग वाला है तो उसके आटे में भी रंग की झलक मिलती है, हालांकि रंग बदलने से उसके स्वाद में कोई फर्क नहीं पड़ता है। रंगीन आटे से रंगीन चपाती और दुसरे अन्य खाद्य उत्पाद तैयार किये जा सकते हैं। मक्का एंथोसायनिन में पीएच मान 2-8 पर रंगों की एक विस्तृत श्रृंखला होती है, इसलिए उनका उपयोग डिजाइनर खाद्य पदार्थ तैयार करने के लिए किया जा सकता है। ये उत्पाद सभी को अपनी ओर आकर्षित करते हैं। इस दृष्टि से रंगीन मक्का किसी भी खाद्य-आधारित उद्योग में खाद्य पदार्थों के मूल्यवर्धन के लिए महत्वपूर्ण संसाधन सामग्री है। रंगीन मक्का का उपयोग न केवल भोजन के लिए किया जाता है, बल्कि इसका उपयोग पशुओं के चारे के लिए भी किया जा सकता है। इसमें मैग्नीशियम, पोटैशियम और स्टार्च भरपूर मात्रा में पाया जाता है, जो किसी को भी स्वस्थ बनाने में सक्षम है।

## रंगीन मक्का की खेती

रंगीन मक्का के दाने फ्लिंट कॉर्न (Flint corn) प्रकार के भी होते हैं। सामान्यतः रंगीन मक्का की खेती सामान्य मक्का की तरह होती है। लेकिन मुख्य रूप से उष्ण-कटिबंधीय क्षेत्रों में रंगीन मक्का की अधिक उपज प्राप्त होती है। रंगीन मक्का की खेती के लिए कुछ महत्वपूर्ण बातें:

1. रंगीन मक्का के खेती के लिए महत्वपूर्ण है कि इसे आवश्यक अलगगव में लगाया जाये तथा साथ ही एक खेत में एक ही रंग की मक्का लगानी चाहिए, जिससे अन्य मक्का के परागण के कारण उत्पादित दानों के रंग में किसी तरह की मिलावट न हो, तथा एक खेत का उत्पाद एक समान हो।
2. रंगीन मक्का की खेती के लिए उस क्षेत्र का तापमान 20 से 30 डिग्री सेल्सियस तक का होना चाहिए।
3. बीजों के अच्छे अंकुरण एवं पौधों की प्रारंभिक वृद्धि के लिए बुवाई के समय खेत में हल्की नमी बनाएं रखनी चाहिए।
4. फसल में सिंचाई के लिए 450 से 660 मिमी पानी की आवश्यकता होती है अतः सिंचाई की उचित व्यवस्था करनी चाहिए।
5. सामान्यतः मक्का की फसल लगभग सभी प्रकार की मिट्टी में, जहाँ पानी के निकासी की अच्छी व्यवस्था हो उगाई जा

सकती है। रंगीन मक्का की अच्छी पैदावार के लिए सामान्य तौर पर दोमट मिट्टी बहुत अच्छी मानी जाती है।

6. इसके साथ ही उस मिट्टी में लवणों और क्षारीय गुणों की संतुलित मात्रा होनी चाहिए।
7. मक्का के बीजों की बुवाई हाथ से या सीडड्रिल द्वारा की जाती है जिसमें कतार से कतार की दूरी 75 सेंटीमीटर रखनी चाहिए एवं एक हेक्टेयर में पौधों की संख्या लगभग 55,000 होनी चाहिए।
8. मक्का की फसल में पोषक तत्वों की पूर्ति के लिए समय-समय पर जिंक सल्फेट और नाइट्रोजन का छिड़काव करना होता है।
9. एक हेक्टेयर खेत में लगभग 35 से 55 क्विंटल रंगीन मक्का का उत्पादन किया जा सकता है, जिसका बाजार मूल्य प्रति क्विंटल 3000 से 4000 रुपये है। इस तरह एक हेक्टेयर में सवा से डेढ़ लाख रुपये तक मक्का की पैदावार हो जाती है।

## प्राकृतिक रंगों के फायदे और नुकसान

एंथोसायनिन वर्णक में लाइकोपीन और कारमाइन की तुलना में एक उच्च स्थिरता सूचकांक होता है, जो खाद्य, सौंदर्य प्रसाधन और कपड़ा क्षेत्र में FDC RED 40, Allura Red AC जैसे सिंथेटिक रंग या रंगों की जगह ले सकता है। लेकिन यह एक चुनौतीपूर्ण कार्य है क्योंकि प्राकृतिक रंगों की आवश्यक मात्रा कृत्रिम रंगों की तुलना में बहुत अधिक होती है। इसका अर्थ यह है कि रंग की गहनता लाने के लिए प्राकृतिक रंग की मात्रा का अधिक उपयोग किया जाता है। इसके विपरीत सिंथेटिक रंगों में उच्च टिंक्टोरियल (tinctorial) शक्ति होती है और कम मात्रा की जरूरत पड़ती है। एंथोसायनिन एक बहुत ही संवेदनशील वर्णक है, यह उच्च पीएच, तापमान और प्रकाश के तहत अस्थिर हो जाता है।

उद्योगों में सामग्री का पूर्व-उपचार, प्रसंस्करण प्रक्रिया का प्रकार और जैविक खाद्य मैट्रिक्स सीधे तौर से एंथोसायनिन की अस्थिरता को बढ़ा सकते हैं और किसी भी औद्योगिक प्रक्रिया की सफलता के लिए सीमित कारक हैं। दूसरा, यह धातु आयनों और ऑक्सीजन के प्रति अतिसंवेदनशील है। परिणाम स्वरूप, अन्य रंगों, अनुकूलित निष्कर्षण, प्रसंस्करण और अनुकूलित भंडारण



स्थितियों के साथ इनके व्यवहार का पता लगाना आवश्यक है। आंशिक रूप से इनकी उच्च जैवनिम्नीकरणीयता (biodegradability) के कारण न्यूट्रास्युटिकल/फार्मास्युटिकल उद्योग में एंथोसायनिन के व्यापक उपयोग के लिए जैव उपलब्धता एक बड़ी बाधा है। इसके अलावा, रंगीन मक्का के समृद्ध स्रोतों का पता लगाना और उनका अधिकतम औद्योगिक उपयोग इसके प्रचार प्रसार में सबसे अच्छी रणनीति हो सकती है। एंथोसायनिन के अधिकतम न्यूट्रास्युटिकल प्रभाव का दोहन करने के लिए, न केवल इसकी संरचना और इसके संरचना-कार्य संबंध को समझना आवश्यक है बल्कि एंथोसायनिन के स्थिर अणु प्राप्त करने के लिए इसकी समृद्ध विविधता का पता लगाना भी अति आवश्यक है।

### एंथोसायनिन का स्थिरीकरण

एंथोसायनिन की स्थिरता को शहद, गैलिक एसिड और अन्य पौधों के रंजक या अर्क के परस्पर क्रिया से बढ़ाया जा सकता है। अतः स्थिरीकरण के लिए इन योगशील (additives) के उपयोग और होने वाले लाभों का पता लगाया जा रहा है। प्रसंस्करण के दौरान सह-वर्णक गठन (co-pigments) भी उनकी कुल स्थिरता को प्रभावित करता है। इस स्थिरता के लिए अन्तर-आण्विक परस्परता (intermolecular interaction) और स्टैकिंग (stacking) प्रभाव शामिल हैं। एक मॉडल बेवरेज सिस्टम में, गैर-एसीलेटेड पेलागॉनिडिन (non-acylated pelargonidin) समृद्ध अर्क के साथ सी-ग्लाइकोसिल फ्लेवोन (c-glycosyl

flavone) की परस्पर क्रिया ने शेल्फ-लाइफ को 50 प्रतिशत तक बढ़ाया है। पेक्टिन या स्टार्च युक्त भोजन के साथ अनएसिलेटेड एंथोसायनिन (unacylated anthocyanins) का सेवन एंथोसायनिन पर विटामिन सी के विनाशकारी प्रभाव को कम करता है।

### रंगीन मक्का के प्रकार

रंगीन मक्का को रंगों के आधार पर तीन श्रेणियों में बांटा गया है। पहली श्रेणी में बैंगनी, दूसरी श्रेणी में नीली मक्का, और तीसरी श्रेणी में लाल मक्का है। एंथोसायनिन मुख्य रूप से बैंगनी मक्का की मोटी बीजकोष (pericarp) में मौजूद होता है, जबकि बीजांकुर (germ) निकालने के बाद यह काफी मात्रा में कम हो जाता है। पारंपरिक प्रसंस्करण में बैंगनी मक्का के बीजकोष में एंथोसायनिन की उच्च मात्रा की पुष्टि की गई है, जहां मक्का को सिर्फ पानी में भिगोने से ही उसमें एंथोसायनिन की मात्रा भरपूर पाई गई है। नीली मक्का में जहां बीजकोष पतला होता है, एंथोसायनिन एल्यूरोन (aleurone) परत में केंद्रित होता है। नीली मक्का की एल्यूरोन परत में एंथोसायनिन की उच्च मात्रा की पुष्टि ग्रिट्स (grits) में मौजूद एंथोसायनिन की मात्रा द्वारा की गई है। हल्की लाल मक्का में एंथोसायनिन मुख्य रूप से बीजकोष में होता है जबकि मैजेंटा लाल मक्का में एंथोसायनिन बीजकोष के साथ-साथ एल्यूरोन या भ्रूणपोष में होता है। लाल मक्का में कुछ वर्णक जैसे फ्लोबैफोन मुख्य रूप से मौजूद होते हैं।

बीजकोष (Pericarp)	एल्यूरोन (Aleurone)	रंग
एंथोसायनिन	—	बैंगनी
—	एंथोसायनिन	हल्का नीला या गुलाबी
एंथोसायनिन	एंथोसायनिन	गहरे रंग
एंथोसायनिन और फ्लोबाफीन	—	गहरा लाल
फ्लोबाफीन (Phlobaphene)	एंथोसायनिन (पेलागॉनिडीन)	मध्यम लाल
फ्लोबाफीन	—	संतरी या हल्का लाल



मक्का के खाने योग्य भाग जैसे दाने के अलावा, एंथोसायनिन अखाद्य भागों जैसे भुट्टे के गुल्ली (shank), भूसी और रेशम से भी प्राप्त किया जा सकता है। औद्योगिक पैमाने पर भूसी को दस गुना अधिक एंथोसायनिन मात्रा के लिए चुना जा सकता है। दाने की तुलना में मक्का के शंक (shank) में एंथोसायनिन की मात्रा चार गुना से अधिक पाई गयी है। पहाड़ी इलाकों (highlands) में मक्का के भुट्टों में एंथोसायनिन की मात्रा मैदानी इलाकों (lowlands) की तुलना में अधिक होती है। थाईलैंड मक्का किस्म के रेशे में भी एंथोसायनिन की प्रचुर मात्रा पाई गई है।

### रंगीन मक्का के खाद्य उत्पाद

दुनिया के कुछ हिस्सों में रंगीन पेय और मिठाइयां जैसे पेरू के पेय चिची मोरदा (chichi morada) और मजामोरा मोरदा (mazamorra morada) की तैयारी में फलों के रंगों के साथ मक्का स्टार्च का उपयोग सदियों से किया जाता रहा है। बेंगनी मक्का के अर्क से समृद्ध कई मादक और गैर-मादक पेय तैयार किए जाते हैं, जिन्हें तल्लोली (Tlaolli), एटोल, टेजुइनो, या पोज़ोल कहा जाता है। दुनिया के कुछ हिस्सों में डेसर्ट जैसे पोलेंटाया टैमलेस जैसे कुछ अन्य खाद्य व्यंजन मक्का प्रेमियों की संख्या में वृद्धि करते हैं। एंथोसायनिन से भरपूर इतालवी कुकीज़ बहुत ही स्वादिष्ट होती है और शौक से खाई जाती है। रंगीन मक्का माल्ट को कारमेल (caramel) माल्ट के साथ मिलाकर कई प्रकार के खाद्य पदार्थ भी तैयार किए जाते हैं। बड़ी संख्या में एंथोसायनिन अर्क या सांद्र का उपयोग करके रंगीन अनाज से बेकरी खाद्य उत्पादों को तैयार किया गया है। सबसे अधिक उपभोग किये जाने वाले मक्का आधारित उत्पाद बिस्कुट, कुकीज़, चिप्स, पॉपकॉर्न, मक्का दही या किण्वित पेय पदार्थ हैं। सफेद मक्का से प्राप्त मात्रा में एंथोसायनिन मिलाकर तैयार किए गए टॉर्टिला देखने में बहुत ही आकर्षक होते हैं। एंथोसायनिन मिलाने से टॉर्टिला के रियोलॉजी (Rheology) पर प्रभाव भी पड़ता है। स्प्रे सूखे (spray dried) या फ्रीज सूखे (freeze dried) काले मक्का के एंथोसायनिन के उपयोग से तैयार रंगीन कुकीज़ को खाने वालों द्वारा बहुत सराहना की गई है। इसका स्वाद और फायदे लाजवाब है।

### एंथोसायनिन की जैव उपलब्धता

एंथोसायनिन के अवशोषण और चयापचय में खाद्य मैट्रिक्स, खाद्य सामग्री या सॉल्वेंट्स की बहुत महत्वपूर्ण भूमिका होती है। ट्रांसपोर्टर के प्रतिस्पर्धी व्यवहार के कारण चीनी और एंथोसायनिन का एक साथ सेवन मूत्र में एंथोसायनिन उत्सर्जन को कम कर सकता है। दूसरी ओर, शराब एंथोसायनिन पिगमेंट (pigment) के अवशोषण को प्रभावित नहीं करती है। हालांकि, एल्कोहल मेटिलिकरण (methylation) या संयुग्मन (conjugation) को तेज कर सकता है जिससे प्लाज्मा से एंथोसायनिन की निकासी हो सकती है। ब्लू कॉर्न (नीली मक्का) व्युत्पन्न गुलाबी कुकीज़ की बेकिंग प्रक्रिया में कार्बनिक अम्ल के प्रयोग से एंथोसायनिन के अधिक प्रतिधारण में मदद मिलती है। ब्लू कॉर्न से तैयार बेकड स्नैक्स में लाल स्नैक्स (4.51 mg/kg dm) की तुलना में अधिक एंथोसायनिन मात्रा (50 mg/kg dm) होती है। हालांकि, उत्पाद व्यावसायीकरण के लिए इन उत्पादों का संवेदी मूल्यांकन भी अनिवार्य है।

### रंगीन मक्का – स्वास्थ्यवर्धक

रंगीन मक्का का बहुत से खाद्य और पेय पदार्थों में उपयोग होने के साथ इसके बहुत सारे स्वास्थ्यवर्धक लाभ भी होते हैं।

1. रंग-बिरंगी खूबसूरत मक्का देखने में बहुत सुन्दर दिखती है जो हमारी आंखों (आंखों की रोशनी) के लिए बहुत अच्छी होती है।
2. रंगीन मक्का हमारे तंत्रिका तंत्र को बेहतर बनाने के साथ रक्तचाप को नियंत्रित करने और गुर्दे को स्वस्थ रखने में मदद करता है।
3. सभी रंगीन मक्का किस्में एंटीऑक्सीडेंट से भरपूर होती हैं। जब स्वास्थ्य की बात आती है, तो हम कार्बोहाइड्रेट या वसा की तुलना में प्रोटीन खाना पसंद करते हैं। रंगीन मक्का, विशेष रूप से लाल रंग की किस्म तुलनात्मक रूप से अधिक प्रोटीन और 45 प्रतिशत अधिक एंटीऑक्सीडेंट होते हैं। रंगीन मक्का में सबसे शक्तिशाली एंटीऑक्सीडेंट CG3 होता है, जिसमें एंटी-एजिंग (उम्र बढ़ने से रोकने) गुण होते हैं।
4. रंगीन मक्का के रेशे (silk) भी सूजन-रोधी पदार्थों के रूप में काम करते हैं।



5. इसके अलावा रंगीन मक्का चूहों में कार्सिनोजेनिक कोशिकाओं को कम करने में भी मददगार पाई गई है।

एंथोसायनिन के उच्च सेवन, साथ ही साथ अन्य दवाओं के सहवर्ती उपयोग पर सावधानी से विचार किया जाना चाहिए क्योंकि दवाओं और एंथोसायनिन के चयापचय के तंत्र समान हैं। एंटीबायोटिक का नियमित सेवन एंथोसायनिन को खाने वाले माइक्रोबायोटा को नष्ट कर सकता है और मल के माध्यम से एंथोसायनिन की अत्यधिक हानि हो सकती है। एंथोसायनिन के ग्लूकोरोनोसिल (glucuronosyl) बंधन ग्लूटाथियोन-एस-ट्रांसफरेज़ (GST), भेषज परिवहक (drug transporters) और भेषज चयापचय एंजाइमों को प्रभावित करता है जो दवाओं, विषाक्त पदार्थों या प्रो-कार्सिनोजेन्स के विषहरण में शामिल होते हैं। इसका मतलब यह है कि एंथोसायनिडिन का जैव-रूपांतरण (bio-transformation) अन्य दवाओं के जैव-रूपांतरण को रोकता है जिससे समग्र ड्रग मेटाबोलिज्म प्रभावित होता है।

## अन्य लाभ

रंगीन मक्का को प्राकृतिक रंग के प्रतिनिधि (agent) के रूप में भी इस्तेमाल किया जा सकता है। बकरियों को एंथोसायनिन युक्त मक्का आहार खिलाने से मटन के स्वाद में सुधार पाया गया है। रंगीन मक्का की किस्मों की खूबसूरती को देखते हुए लोग इन्हें अपने घरों में आभूषण या सजावटी सामग्री के रूप में भी इस्तेमाल करते हैं।

## भावी संभावनाएं

विश्व में मक्का के बढ़ते उपयोग को देखते हुए आने वाले समय में रंगीन मक्का की उपयोगिता को एक बहुत बड़े स्तर पर देखा जा सकता है। जैसा कि आज के समय में जहाँ कृत्रिम रंगों का खाद्य और पेय पदार्थों में बहुत ज्यादा उपयोग हो रहा है तो रंगीन मक्का को इसके विकल्प के रूप में भी देखा जा सकता है। हालांकि रंगीन मक्का में एंथोसायनिन की उच्च मात्रा के स्थिरीकरण के साथ अधिक मात्रा वाली एंथोसायनिन किस्मों का विकास आने वाले समय में रंगीन मक्का के विस्तार को बढ़ाने में बहुत उपयोगी सिद्ध होगा।

हिन्दी को आप हिन्दी कहें या हिन्दुस्तानी,  
मेरे लिए तो दोनों ही एक है।  
हमारा कर्तव्य यह है कि हम अपना  
राष्ट्रीय कार्य हिन्दी भाषा में करें।

- महात्मा गाँधी

