मोमी मक्का: औद्योगिक अनुप्रयोग, आर्थिक महत्व एवं भावी संभावनाएं

अभिजित कुमार दास, शुभांक दीक्षित, सुदीप नंदी, श्रेया वेनादन, बहादुर सिंह जाट, भारत भूषण एवं जे. सी. शेखर

भाकृअनुप—भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)

संवादी लेखक का ई—मेल: das-myself@gmail.com

मोमी मक्का का इतिहास

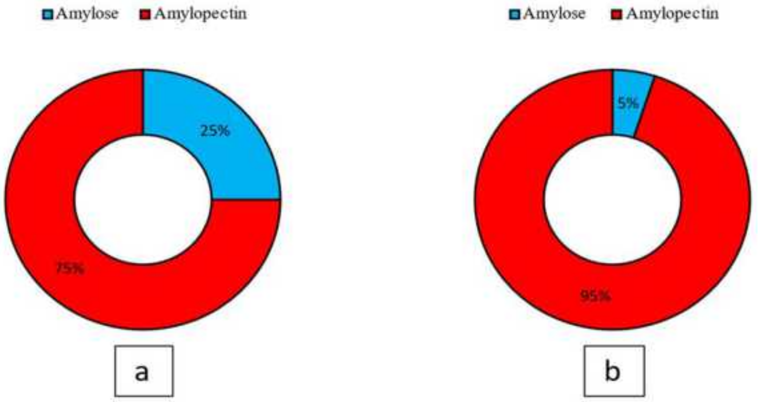
मक्का (जीया मेज) भारत में चावल और गेहूं के बाद तीसरी सबसे महत्वपूर्ण अनाज फसल है। मक्का मुख्य रूप से खाद्य, चारा, सौदंर्य और दवाई उद्योगों के साथ—साथ बायोएथेनॉल उत्पादन में कच्चे माल के रूप में उपयोग किया जाता है। फसल के जीवन चक्र के विभिन्न चरणों में मक्का पौधे के प्रत्येक भाग का उपयोग विभिन्न प्रकार के आर्थिक उत्पादों के उत्पादन के लिए किया जा सकता है। मोमी मक्का, जिसे लोकप्रिय रूप से चिपचिपा मक्का या ग्लूटेन (लसलसा) मक्का के रूप में जाना जाता है, एक उच्च आर्थिक, पोषण और प्रसंस्करण मूल्य की फसल है। यह मक्का के प्रकारों के वर्गीकरण में नवीनतम जोड़ है, जिसमें डेंट कॉर्न, फ्लिंट कॉर्न, आटा मक्का, पॉड कॉर्न, पॉपकॉर्न, स्वीट कॉर्न, बेबी कॉर्न, हाई एमाइलोज कॉर्न, वैक्सी कॉर्न आदि शामिल हैं। मोमी मक्का को पहली बार 1909 में चीन में खोजा गया था और बाद में एशिया के अन्य स्थानों में यह पाया गया। दक्षिण—पश्चिमी चीन में यूनान प्रांत को चीनी मोमी मक्का का उद्गम केंद्र माना जाता है। यह पादप प्रजनन के दृष्टिकोण से मक्का की सबसे कम उपयोग की जाने वाली किस्मों में से एक है, जिस पर अब तक बहुत कम ध्यान दिया गया है। मोमी मक्का के भ्रूणपोष (एंडोस्पर्म) में लगभग 100% एमाइलोपेक्टिन होता है जो उच्च चिपचिपाहट, तेजी से पाचन और अच्छा प्रकाश संप्रेषण का गुण प्रदान करता है। वर्ष 1909 में कोलिन्स द्वारा वैक्सी—प्रकार के मक्का को संयुक्त राज्य अमेरिका में लाया गया था जो कि कृषि अनुसंधान स्टेशनों पर एक जिज्ञासा बनी रही। द्वितीय विश्व युद्ध के दौरान ईस्ट इंडीज से कसावा (टैपिओका) स्टार्च की आपूर्ति बंद होने के बाद, मोमी कॉर्न को स्टार्च के एक उपयुक्त विकल्प के रूप में पाया गया। वर्ष 1940 के दशक में, IOWA (आईओडब्ल्यूए) कृषि अनुसंधान स्टेशन के आनुवंशिकीविदों ने मोमी मक्का को उच्च उपज देने वाले संकर के रूप में विकसित किया। मोमी मक्का को एक अनुबंध फसल के रूप में लाने के बाद, इसका स्टार्च तेजी से एक मूल्यवान खाद्य स्टार्च के रूप में विकसित हुआ है । हालांकि अन्य सभी —एमाइलोपेक्टिन स्टार्च, जैसे कि मोमी ज्वार, ग्लूटिनस चावल, मोमी गेहूं और सभी —एमाइलोपेक्टिन आलू स्टार्च भी केवल एमाइलोपेक्टिन अणुओं से बने होते हैं, लेकिन इन्हें मोमी मक्का की तरह अभी औद्योगिक स्वीकृति नहीं मिल रही है, क्योंकि मोमी मक्का गुणवत्तायुक्त तेल और प्रोटीन उत्पाद की भी आपूर्ति करता है।

जैव रासायनिक पहलू:

मक्का के दानो का एक बड़ा भाग स्टार्च (लगभग 70%) के साथ—साथ प्रोटीन (7—13%) और कुछ मात्रा में तेल, शर्करा, विटामिन और खनिजों से बना होता है। अनाज का स्टार्च मनुष्यों, पालतू जानवरों और कुक्कुट के लिए ,भोजन के साथ—साथ औद्योगिक अनुप्रयोगों का ,एक महत्वपूर्ण स्त्रोत है। जनसंख्या वृद्धि और पर्यावरणीय गिरावट को कम करने के लिए, कृषि फसलों के लिए, बेहतर आनुवारक सुधार रणनीतियों में रुचि बढ़ रही है। आज के समय में अनाज स्टार्च उत्पादन में प्रगति विशेष रूप से महत्वपूर्ण है क्योंकि स्टार्च दैनिक मानव आहार के 55% से 75 प्रतिशत हिस्से के साथ विभिन्न औद्योगिक और दवाई निर्माण उद्योगों में प्रयोग होता हैं। मक्का के दानो में स्टार्च की गुणवत्ता और मात्रा में बदलाव मक्का सुधार के लिए, एक प्रमुख लक्ष्य बना हुआ है। विभिन्न अध्ययनों में पाया गया है कि मक्का के भ्रूणपोष (एंडोस्पर्म) में स्टार्च की मात्रा में 60—75 प्रतिशत की व्यापक भिन्नता दर्ज की गई है। मक्का स्टार्च दो प्रकार के ग्लूकन होमोपोलिमर अर्थात एमाइलोज और एमाइलोपेक्टिन से बना होता है। दोनों के बीच के अंतर को तालिका 1 में दर्शाया गया है। मोमी मक्का में लगभग 95 प्रतिशत, एमाइलोपेक्टिन और 5 प्रतिशत, एमाइलोज होता हैं (कुछ अध्ययन मक्का स्टार्च में लगभग 100 प्रतिशत, एमाइलोपेक्टिन की रिपोर्ट करते हैं), जबकि सामान्य

तालिका 1 : एमाइलोज और एमाइलोपेक्टिन के बीच प्रमुख अंतर

एमाइलोज	एमाइलोपेक्टिन
यह डी–ग्लूकोज इकाइयों की सीधी–श्रृंखला बहुलक है।	यह डी–ग्लूकोज इकाइयों का शाखित–श्रृंखला बहुलक है।
मक्का के दानों में 20–25 प्रतिशत स्टार्च होता है ।	मक्का के दानों में 75–80 प्रतिशत स्टार्च होता है।
यह पानी में घुलनशील है ।	यह पानी में अघुलनशील है।
सीधी श्रृंखला संरचना ।	शाखित श्रृंखला संरचना ।
इसमें दो ग्लूकोज इकाइयों के बीच α & 1,4–ग्लाइकोसिडिक बॉन्ड होते हैं ।	इसमें सीधी श्रृंखला में दो ग्लूकोज इकाइयों के बीच α&1,4–ग्लाइकोसिडिक बॉन्ड होते हैं और शाखाओं में α&1,6–ग्लाइकोसिडिक बॉन्ड होते हैं।



चित्र 1: (a) सामान्य मक्का एवं (b) मोमी मक्का में एमाइलोज और एमाइलोपेक्टिन का अनुपात

मक्का में 25 प्रतिशत, एमाइलोज और 75 प्रतिशत, एमाइलोपेक्टिन होता हैं, जिसे चित्र 1 में दर्शाया गया हैं ।

मोमी मक्का की आनुवंशिकी :

मोमी मक्का में मोमी (WX) जीन की अशक्त उत्परिवर्तन की विशेषता होती है जो की ग्रेन्युल बाउंड स्टार्च सिंथेज I (GBSSI) एंजाइम के लिए एन्कोड (कूटलेखन) करता है, जो बदले में मक्का के स्टार्च जैवसंश्लेषण मार्ग में एमाइलोज के संश्लेषण के लिए जिम्मेदार होता है जो भ्रूणपोष (एंडोस्पर्म) और पराग में एमाइलोज की मात्रा का निर्धारण करता है। मोमी या वैक्सी जीन (WX) में उत्परिवर्तन एडीपी ग्लूकोज के एमाइलोज में रूपांतरण को कम करता है और एमाइलोपेक्टिन उत्पादन में वृद्धि कर मोमी फेनोटाइप को बढ़ावा देता है। अपने दोषपूर्ण चयापचय के कारण, मोमी मक्का में स्टार्च के प्राथमिक स्रोत के रूप में एमाइलोपेक्टिन होता है। मक्का में वैक्सी जीन गुणसूत्र 9 की छोटी भुजा पर स्थित एक एकल अप्रभावी जीन (WX) द्वारा कोडित होता है जिसको पहली बार 1909 में कोलिन्स और केम्पटन द्वारा खोजा गया था। मक्का के मोमी जीन के अनुक्रमण के शुरुआती प्रयास क्लोसजेन और उनके सहयोगियों द्वारा किए गए थे। WX जीन 3718 बीपी से बना हुआ है जिसमें 14 एक्सॉन और 13 इंट्रोन्स शामिल है। इस जीन के आणविक स्तर पर 50 से अधिक उत्परिवर्ती एलील ज्ञात हैं जिनमें से अधिकांश ट्रांसपोजेबल तत्वों के अंतर्वेशन, एसी डीएस (उत्प्रेरक पृथक्करण) एसपीएम एन (सप्रेसर–म्यूटेटर एन्हांसर) और रेट्रोट्रांसपोंजोंस से उत्पन्न हुए हैं या मोमी जीन के वैकल्पिक स्प्लिसिंग से उत्परिवर्तन के कारण बने है। जो डीएनए स्तर पर अदृश्य होते हैं। मोमी जीन में और उसके आसपास के क्षेत्र को उत्परिवर्तन हॉटस्पॉट के रूप में पहचाना गया है जो कि इस स्थान के कई उत्परिवर्ती युग्मों की पहचान करता है।

औद्योगिक उपयोग : मोमी मक्का का अत्यधिक महत्व होने के कारण इसका उपयोग विभिन्न प्रकार के उद्योगों में किया जाता है जो निम्नलिखित है :

खाद्य और खाद्य उद्योग

भारत के उत्तर पूर्वी हिमालयी क्षेत्रों और चीन, कोरिया, वियतनाम, थाईलैंड आदि दक्षिण पूर्व एशियाई देशों में मोमी मक्का का सेवन ताजे खाद्य पदार्थों के रूप में किया जाता है (पके हुए, हरे भुट्टे ,एक लोकप्रिय नाश्ता हैं इसके अलावा डिब्बाबंद मक्का के भुट्टे, त्वरित फ्रोजन मक्का के भुट्टे और फ्रोजन मक्का के भुट्टे आदि) । मोमी मक्का के स्टार्च को व्यापक रूप से थिकनेस (गाढ़ापन), बाइंडर्स, स्टेबलाइजर्स और खाद्य योजकों के रूप में उपयोग किया जाता है। गेहूँ के आटे के साथ मोमी मक्का के मिश्रणों का उपयोग अच्छे भौतिक गुण, भोजन की मुलायम बनावट, चमकदार उपस्थिति, अनुकूल चिपचिपापन और स्वाद के साथ चटनी बनाने में किया जाता है। इसमें एक उच्च आकार प्रतिधारण गुण होता है। देशी मोमी मक्का स्टार्च से बना गाढ़ा सॉस, आलू स्टार्च से बने सॉस की तुलना में काफी अधिक स्थिरता दिखाई देती है। इस स्टार्च में उच्च चिपचिपाहट के कारण यह स्नैक्स का विस्तार करने में सक्षम होता है। यह प्रसंस्करण प्रक्रिया के दौरान टूटने के प्रतिरोधी है। मोमी मक्का स्टार्च में प्रतिगमन की प्रवृत्ति कम होती है, और इसलिए हिमशीत खाद्य उद्योग में इसका व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। स्टार्च में, एमाइलोज से, एमाइलोपेक्टिन अनुपात का इसकी पाचनशक्ति पर महत्वपूर्ण प्रभाव डालता है। मोमी स्टार्च की तुलना में सामान्य स्टार्च कम सुपाच्य होता है, और उच्च–, एमाइलोज स्टार्च की कच्चे और पके दोनों रूपों में कम पाचनशक्ति होती है। इसकी तेजी से सुपाच्य प्रोफाइल के कारण खिलाड़ियों के लिए, तत्काल ऊर्जा खाद्य पदार्थों की तैयारी के लिए, इसे आदर्श खाद्य पदार्थ बनाती है। ब्रेड बनाने के लिए मोमी मक्का स्टार्च को इमल्सीफायर के विकल्प के रूप में इस्तेमाल किया जा सकता है, जिससे ब्रेड की गुणवत्ता में सुधार होता है। गुतिरेज और सहकर्मियों (2015) ने एक उच्च गुणवत्ता वाली मोमी मक्का 80:20 (मोमी मक्काः सामान्य मक्का स्टार्च) खाद्य फिल्म बनाई है जिसका उपयोग खराब होने और रोगजनक विकास को नियंत्रित करने के लिए, खाद्य सामग्री की पैकेजिंग में किया जा सकता है जिससे खाद्य पदार्थों की भंडारण अवधि बढ़ जाती है।

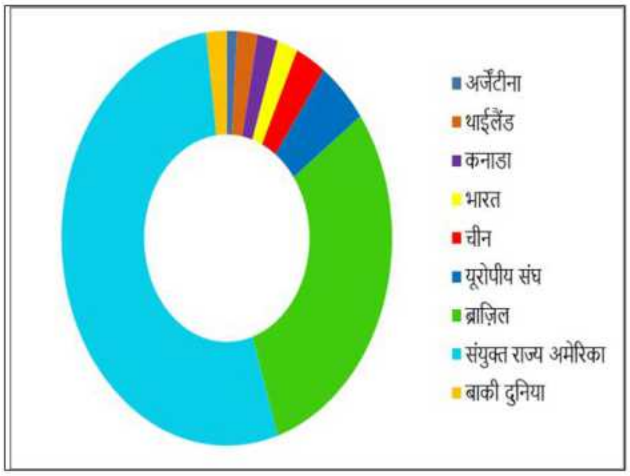
जैव इथेनॉल उत्पादनः

भारत पेट्रोलियम आधारित ईंधन के प्रमुख उपभोक्ताओं में से एक है और इसकी बढ़ती मांग को पूरा करने के लिए अधिकांश पेट्रोलियम पदार्थ विदेशों से आयात किए जाते हैं। ऐसा अनुमान है कि कुछ समय बाद पेट्रोलियम ईंधन का वैश्विक भंडार वैश्विक मांग के आधे हिस्से को ही पूरा कर पाएगा। दुनिया भर के प्रमुख ईंधन खपत करने वाले देश बायो–इथेनॉल जैसे वैकल्पिक ईंधन संसाधनों के विकास में अधिक रुचि दिखा रहे हैं। जीवाश्म ईंधन की कमी और खपत की बढ़ती चिंताओं के बीच विदेशी तेल आपूर्ति पर मनमानी भारत की भारी निर्भरता ऊर्जा सुरक्षा के लिए चिंता का कारण बन रही है। जलवायु परिवर्तन के इस दौर में बायो–एथेनॉल जैसे वैकल्पिक और नवीन ऊर्जा संसाधनों पर निवेश की बहुत आवश्यकता है क्योंकि बायो–एथेनॉल ही एकमात्र विकल्प है जो जीवाश्म ईंधन पर हमारी निर्भरता को दूर कर सकता है। इथेनॉल, या इथेनॉल, एक रंगहीन, ज्वलनशील और वाष्पशील तरल पदार्थ है जिसका पेय पदार्थों, सॉल्वेंट्स और ईंधन के उत्पादन में व्यापक रूप से प्रयोग किया जाता है। इथेनॉल को पेट्रोकेमिकल के हाइड्रेशन या जैविक रूप से सरल कार्बोहाइड्रेट के खमीर किण्वन के माध्यम से कृत्रिम रूप से उत्पादित किया जाता है। परंपरागत रूप से स्टार्च या चीनी समृद्ध फसलें जैसे मीठी ज्वार, गन्ना, चुकंदर, गेहूं का भूसा, केले का स्यूडोस्टेम, कसावा, आलू आदि का उपयोग बायो–इथेनॉल के उत्पादन में किया जाता रहा है, हालांकि, संयुक्त राज्य अमेरिका में इथेनॉल का उत्पादन लगभग पूरी तरह से मक्का से होता है। खाना पकाने के साथ एक पारंपरिक किण्वन प्रक्रिया में मोमी गेहूं और मोमी मक्का में गैर–मोमी समकक्षों की तुलना में स्टार्च–इथेनॉल रूपांतरण क्षमता अधिक पाई गई है। सामान्य और मोमी मक्का दोनों में इथेनॉल उत्पादन सकारात्मक रूप से दाने की स्टार्च मात्रा से संबंधित होता है। मोमी मक्का (93%) की औसत स्टार्च–इथेनॉल रूपांतरण दक्षता सामान्य मक्का (88%) की तुलना में काफी अधिक है। एमाइलोज अवयव और स्टार्च–इथेनॉल रूपांतरण दक्षता के बीच एक नकारात्मक सहसंबंध पाया गया है। एक अलग अध्ययन में अलग–अलग एमाइलोज सामग्री के साथ अलग–अलग मक्का स्टार्च का उपयोग किया गया, जिसमें पाया गया कि 0% एमाइलोज मक्का स्टार्च से दोनों पारंपरिक एवं शीत–किवन प्रक्रिया में 30% से 70%, एमाइलोज मक्का स्टार्च की तुलना में अधिक इथेनॉल उत्पादन हुआ।

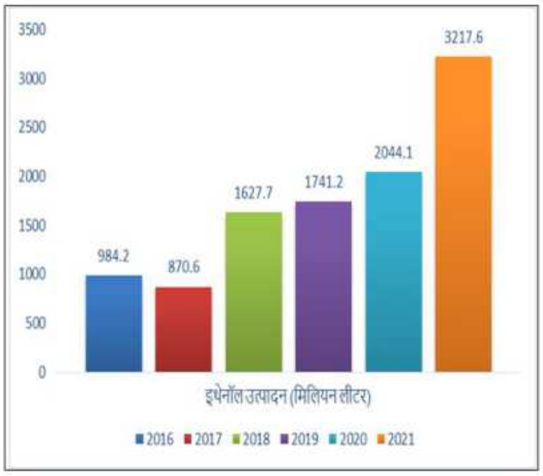
बायो–इथेनॉल आमतौर पर दो प्रक्रियाओं, ड्राई मिलिंग और वेट मिलिंग द्वारा तैयार किया जाता है। ड्राई मिलिंग अधिक

लोकप्रिय प्रक्रिया है और 70 प्रतिशत से ज्यादा बायो–इथेनॉल का उत्पादन ड्राई मिलिंग से किया जाता है, जबकि वेट मिलिंग बायो–इथेनॉल के उत्पादन का एक अधिक कुशल तरीका है लेकिन अभी भी अपने प्रारंभिक चरण में है। बायो–इथेनॉल उत्पादन की ड्राई मिलिंग प्रक्रिया के दौरान कई उप–उत्पादों का उत्पादन होता है, जिसमें डिस्टिलर के अनाज पशु आहार (10% नमी), मक्का डिस्टिलर का तेल और बायोजेनिक कार्बन डाइऑक्साइड शामिल हैं। सामान्य मक्का की तुलना में मोमी मक्का की अधिक स्टार्च–हाइड्रोलिसिस दर है। परिणामों से यह भी पता चला है कि मोमी मक्का में सामान्य मक्का के बराबर स्टार्च मात्रा होने पर भी मोमी मक्का में शीत किण्वन प्रक्रिया द्वारा इथेनॉल का अधिक उत्पादन होता हैं।

नवीकरणीय ईंधन संघ (RFA) के अनुसार पिछले 6 वर्षों में ईंधन के रूप में विश्व में इथेनॉल उत्पादन और भारत में बायो–इथेनॉल उत्पादन (मिलियन लीटर में) के आंकड़े चित्र 2 में दर्शाए गए हैं।



(क)



(ख)

चित्र 2 (क) ईंधन के रूप में इथेनॉल के विश्वव्यापी उत्पादन का पाई चार्ट (ख) भारत में पिछले 6 वर्षों के दौरान बायो–इथेनॉल उत्पादन (मिलियन लीटर में)।

पेस्टिंग और कागज उद्योग

स्टार्च और डेक्सट्रिन लंबे समय से विभिन्न अनुप्रयोगों में चिपकने वाली सामग्री के रूप में उपयोग किए जाते हैं। आणविक संरचना और चिपकने वाली विशेषताओं में मोमी मक्का स्टार्च सामान्य मक्का स्टार्च से भिन्न होता है। मोमी मक्का स्टार्च को जिलेटिनाइज करना अपेक्षाकृत सरल है, जिसके कारण एक स्पष्ट चिपचिपा चिपकने वाला पेस्ट बनता है, जिसका गोंद उद्योग में उपयोग किया जाता है। चिपकने वाले पदार्थों में मोमी मक्का स्टार्च एक प्रमुख स्टार्च घटक है क्योंकि आम तौर पर एमाइलोपेक्टिन स्रोतों से प्राप्त गोंद में उच्च चिपचिपापन होता हैं। सामान्य मक्का से तैयार गोंद इसकी कम एमाइलोपेक्टिन मात्रा (75%) के कारण खराब प्रदर्शन करता है, जबकि मोमी मक्का में 95 प्रतिशत एमाइलोपेक्टिन होता है, जो इसे उच्च गुणवत्ता वाले गोंद के लिए उपयुक्त बनाता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में मोमी मक्का स्टार्च पेस्ट का उपयोग आमतौर पर बोतल लेबल, स्टिकर, लिफाफा चिपकने वाले पदार्थ, गोंद टेप आदि बनाने के लिए किया जाता है। सामान्य मक्का से बने एडिसिव (चिपकाने वाले पदार्थ) आम तौर पर पानी के सीधे संपर्क में आने से या उच्च आर्द्रता में ठीक से काम नही करते है, जबकि मोमी मक्का से तैयार एडिसिव में पानी के विरुद्ध प्रतिरोधी–गुण होता है, जो उन्हें अघुलनशील बनाती है, एवं इससे तैयार पेस्टिंग ऐसी परिस्थितियों में भी ठीक से काम करते है। इस प्रकार के स्टार्च का उपयोग लहरदार बोर्ड, पेपर बैग, पेपर बॉक्स, लैमिनेटेड पेपरबोर्ड, स्पाइरल–बाउंड ट्यूब, गम्ड लेबल, गम्ड टेप और अन्य गमिंग वस्तुओं के निर्माण में चिपकने वाली सामग्री के रूप में किया जाता है।

मोमी मक्का विकसित करने की तकनीकें :

मार्कर असिस्टेड सिलेक्शन (एमएएस) के माध्यम से अंर्तगमन

लगभग 200 wx उत्परिवर्ती एलील हैं जो या तो प्राकृतिक (यादृच्छिक) उत्परिवर्तन के माध्यम से अनायास उत्पन्न हुए हैं या गैर– कुलीन लाइनों में CRISPR-Cas लक्षित उत्परिवर्तन के माध्यम से उत्पन्न हुए हैं। मोमी विशेषता के लिए बैकक्रॉसिंग द्वारा wx उत्परिवर्ती एलील को कुलीन अंतः प्रजातों (इनब्रेड लाइनों) में प्रवेश (अंतः गमन) करके मार्कर की सहायता से चयन के बाद मोमी संकर विकसित की गई हैं। हुसैन और सहकर्मियों (2017) द्वारा भाकृअनुप – भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान में विदेशी मोमी जनक का उपयोग करते हुए 24 विविध मोमी अंतःप्रजातों का एक सेट विकसित किया है । एसएसआर (SSR) मार्करों का उपयोग करते हुए मोमी एलील के आणविक लक्षण वर्णन में phi027, phi022, phi061 नामक तीन मार्कर अत्यधिक बहुरूपी पाए गए और वर्तमान में इनका उपयोग भारतीय मोमी मक्का प्रजनन में मार्कर असिस्टेड सिलेक्शन (MAS) द्वारा मोमी (फेनोटाइप) लक्षण के चयन के लिए किया जा रहा है। अंतः गमन में आमतौर पर वाणिज्यिक संकर उत्पादन के लिए आवर्ती जनक (रिकरन्ट पैरेंट) से बैकक्रॉसिंग करने एवं सेल्फिंग द्वारा अंत प्रजात प्राप्त करने में छह से सात पीढ़ियां लगती है। भारत में पहला मोमी मक्का संकर तालुकदार एवं सहकर्मियों ने बनाया था जिसमें एमजीयू– 102–wx*1* से मोमी जीन को तीन कुलीन अंतः प्रजात एचकेआई 1105, एचकेआई 1323, एचकेआई 1128 में डाला गया तथा बाद में संकर बनाने के लिए इन अंतःप्रजातों को आपस में क्रॉस किया गया।मोमी विशेषता को जीन–आधारित SSR phi022 का उपयोग करके जीनोटाइपिंग किया गया और संकरों में औसतन 96.7 प्रतिशत एमाइलोपेक्टिन पाया गया । मोमी संकरों की पैदावार समकक्ष गैर–मोमी संकरों की तुलना में ~5% कम होती है। मोमी की उपज में कमी का मुख्य कारण अंतः गमन से लिंकेज ड्रैग गुणों या मोमी उत्परिवर्तन से wx स्टार्च गुणों में परिवर्तन के कारण हो सकता है।

क्रिस्पर कैस 9 (CRISPR Cas 9) की मध्यस्थता से उत्परिवर्ती वैक्सी लोकस की अनुवांशिक अभियांत्रिकी

मोमी जीन में बदलाव के लिए Crisper Cas 9 तकनीक का प्रयोग किया जा सकता है जिसके परिणामस्वरूप ट्रांसक्रिप्शन की प्रकिया में परिवर्तन से एमाइलोज की मात्रा में कमी आती है। कोर्टेवा एग्रीसाइंस, यूएसए ने 2019 में पहली बार इसका सफलतापूर्वक प्रयास करते हुए CRISPR मोमी संकर विकसित किए जिनका प्रदर्शन प्राकृतिक मोमी म्यूटेंट के समान दर्ज किया गया। आनुवंशिक रूप से संशोधित (GM) मोमी मक्का के दाने में 97 प्रतिशत से अधिक एमाइलोपेक्टिन होता है और इस प्रकार अनिवार्य रूप से एमाइलोज लगभग ना के बराबर होता है। प्रयुक्त तकनीक को SDN-1CRISPR-Cas9 के तहत वर्गीकृत किया गया और मरम्मत तंत्र के उपयोग के बिना डीएनए को काटने और कोशिका की मरम्मत को ट्रिगर करने के लिए साइट–डायरेक्टेड न्यूक्लीज (SDN) की एक जोड़ी का प्रयोग किया गया। परिणामी ट्रांसजेनिक म्यूटेंट पौधों को फिर एक पारंपरिक संकर के साथ क्रॉस किया गया। फिर उन पौधों का चयन करने के लिए संतति की जांच की गई, जिनमें अनुवांशिक अभियांत्रिकी की प्रक्रिया से कोई बाहरी (अवांछनीय) डीएनए नहीं था। CRISPR-Cas9 के साथ जीनोम एडिटिंग और बेहतर ट्रांसफॉर्मेशन तकनीकों में मोमी संकर उत्पादन में लगने वाले समय को कम करने और बैकक्रॉसिंग के दौरान उत्पन्न होने वाले लिंकेज ड्रैग को खत्म करने की क्षमता है।

मोमी मक्के में भावी संभावनाएं :

भारत में मोमी मक्का सुधार कार्यक्रम अभी अपनी प्रारंभिक अवस्था में है क्योंकि मोमी मक्का को अभी तक अन्य मक्का प्रकारों (फ्लिंट कॉर्न, पॉपकॉर्न, बेबी कॉर्न, स्वीट कॉर्न, डेंट कॉर्न, आटा मक्का, आदि) की तरह व्यावसायिक महत्व नहीं मिला है। मोमी लाइनों सहित भारतीय मक्का जर्मप्लाज्म में दाना स्टार्च, एमाइलोज और एमाइलोपेक्टिन घटकों की परिवर्तनशीलता की

गहन समझ, स्टार्च–लक्षित प्रजनन कार्यक्रमों में इन जीनोटाइप के उपयोग में सहायता करेगी। मोमी मक्का को बहुत कम आनुवंशिक विविधता के लिए जाना जाता है, जो कि इसकी सीमित खेती और भारत के कुछ उत्तर पूर्वी क्षेत्रों में उपयोग के कारण हो सकता है। सामान्यत अधिकांश मोमी जीनोटाइप कम उपज देने वाले और शस्य विज्ञान की दृष्टि से कमजोर होते हैं। भारतीय मोमी और गैर मोमी मक्का के जीनोटाइप में अनुवांशिक विविधता की अपार क्षमता मौजूद है जिसको समझने व खोजने की जरूरत है जिससे मोमी मक्का के विविधीकरण और बेहतर मोमी संकरों के विकास में सहायता मिलेगी। मोमी मक्का औद्योगिक अनुप्रयोगों के लिए अपार संभावनाएं हैं, और बेहतर मोमी संकर भारत में खाद्य, आसंजक (गोंद) और ऊर्जा उद्योगों को मजबूती और बढ़ावा मिलेगा। वतर्मान में ऐसे बहुत कम अध्ययन उपलब्ध हैं जो आणविक स्तर (डीएनए) पर भारतीय मोमी मक्का जर्मप्लाज्म की विशेषता बताते हैं। नतीजतन, भारतीय मोमी मक्का लाइनों के बीच मोमी विशेषता के विकास का प्रगतिशील मार्ग अस्पष्ट है। अतः भारतीय मक्का के मोमी लोकस की डीएनए अनुक्रमण, अभिव्यक्ति विश्लेषण, उत्परिवर्तन तंत्र की समझ, उत्परिवर्ती फेनोटाइप अभिव्यक्ति में नियामक तत्वों की भूमिका आदि के माध्यम से व्यापक लक्षण वर्णन की आवश्यकता है। ताकि इनका मक्का प्रजनन में कुशलतापूर्वक और प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा सके।

भारत के विकास में हिंदी का योगदान अति महत्वपूर्ण हैं,
यदि हम भारत को विकसित देश के रूप में देखना चाहते हैं
तो हिंदी के महत्व को हम सबको समझना होगा।
हिन्दी हमारे राष्ट्र अभिव्यक्ति का सरलतम स्त्रोत है।

- सुमित्रानंदन पंत