अंक–6

कृषि चेतना

2023

भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान
लुधियाना–141004

वार्षिक पत्रिका

अंक : 6 वर्ष : फरवरी 2023

कृषि चेतना

भाकृअनुप-भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान
लुधियाना-141004

संपादक मण्डल :

बी.एस.जाट
प्रदीप कुमार
ममता गुप्ता
दीपमोहन महला
भारत भूषण
मनेश चन्द्र डागला
सुमित कुमार अग्रवाल

प्रकाशक :

निदेशक
भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान
पी.ए.यू. परिसर, लुधियाना–141004
दूरभाषः **0161-2440047**
फैक्सः **0161-2430038**
ई–मेलः **pdmaize@gmail.com**
वैबसाइटः **iimr.icar.gov.in**

नोट इस पत्रिका में प्रकाशित सभी लेख, रचनायें तथा उनमें व्यक्ति विचार एवं चित्र लेखकों के निज़ी हैं, संपादक अथवा प्रकाशक इसमें प्रकाशित किसी भी विचार अथवा चित्र के लिए उत्तरदायी नहीं हैं।

आवरण पृष्ठ पर दिए गए चित्रों का योगदान :

डॉ. प्रदीप कुमार, बी.एस.जाट एवं पीएच. रोमेन शर्मा

मुद्रकः

प्रिंटिंग सर्विस कंपनी
मॉडल टाऊन, लुधियाना–141001
दूरभाषः **0161-2410896, 098880-21624**
ई–मेलः **decentpublish@gmail.com**

निदेशक की कलम से ...

मुझे यह जानकर अत्यन्त प्रसन्नता हो रही है कि भाकृअनुप– भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान एवं देश भर में फैले अपने अखिल भारतीय समन्वित अनुसंधान परियोजना केंद्रों के शोधकर्ताओं के सामूहिक प्रयासों, किसानों की कड़ी मेहनत और केंद्र सरकार के सह्योग के कारण पिछले दो दशक के दौरान मक्का के उत्पादन एवं उत्पादकता में कई गुणा वृद्धि हुई है। निश्चित रूप से शोध के साथ–साथ विस्तार नीतियों में सुधार और शोध अनुसार तालमेल स्थापित करने से ही यह सम्भव हो पाया है। इसमें मक्का उत्पादन की नवीनतम तकनीकियों का विकास, खरपतवार, रोग व कीटों का समुचित प्रबंधन, सरकारी नीतियाँ, सार्वजनिक–निजी भागीदारी आदि का प्रमुख योगदान रहा है। भारत के कृषि उद्योग, अर्थव्यवस्था एवं उपभोक्ताओं के हितों को ध्यान में रखते हुए मक्का के उत्पादन में निरन्तर वृद्धि देश में खाद्य सुरक्षा सुनिश्चित करती है। साथ ही मक्का का दुसरे देशों को निर्यात करके विदेशी मुद्रा अर्जित की जा रही है। विगत वर्षों के दौरान विज्ञान एवं प्रौद्योगिकियों को मक्का की खेती से जुड़ी चुनौतियों के समाधान के लिए प्राथमिकता के आधार पर उपयोग किया गया है। किसानों को अति शीघ्र नई किस्मों का बीज उपलब्ध कराने के लिए अभिनव प्रयास किए जा रहे हैं। विशेष रूप से बदलते मौसम के अनुकूल मक्का का अधिक उत्पादन एवं पशुधन हेतु स्वास्थ्यवर्धक पोषण–युक्त किस्मों को विकसित करने पर ध्यान केंद्रित किया गया है। सभी प्रकार की मक्का पर संस्थान कार्य कर रहा है। पॉप–कार्न्की अनूठी किस्मों के विकास पर जोर दिया जा रहा है। पूरे देश में मक्का रोग और कीटों के समुचित प्रबंधन पर भी संस्थान के वैज्ञानिक निरंतर नज़र बनाये हुए है। इसका एक उदाहरण फाल आर्मी वर्म को नियंत्रित करके दिखाया है। मक्का अचार किसानों के बीच उनके पशुओं हेतु बहुत प्रसिध है जिसका श्रेय भी मैं अपने वैज्ञानिकों को देता हूँ। मैं मक्का के प्रति समर्पित सभी अनुसंधान एवम् प्रसार सहयोगियों को हितधारकों की विस्तृत श्रृंखला की मांगों को पूरा करने के लिए उनकी प्रतिबद्धता के लिए आभार व्यक्त करता हूँ। सभी पाठकों एवं हितधारकों की आवश्यकताओं को ध्यान में रखते हुए कृषि चेतना के इस अंक में लाभप्रद वैज्ञानिक जानकारी को संकलित किया गया है। कृषि चेतना का यह अंक मक्का विशेषांक है जिसमें भारत में मक्का उत्पादन : वर्तमान परिदृश्य और आत्मनिर्भरता, मक्का आधारित फसल विविधीकरण, मक्का में पोषक तत्व प्रबंधन, संरक्षण कृषि में खरपतवार प्रबंधन, विशिष्ट मक्का, समन्वित कीटप्रबंधन, मक्का के भंडारित अनाज कीट एवं उनका प्रबंधन, मक्का– चारा, मक्का फसल के मुख्य रोग एवं प्रबंधन, मक्का में आलू का अन्तःफसल और फसल उत्पादन तकनीक, मक्का में अन्य फसल प्रजातियों के सापेक्ष स्पीड ब्रीडिंग की स्थिति और संभावनाएं, मोमी मक्का, रंगीन मक्का, मक्का की जंगली प्रजातियों का महत्व जैसे आलेखों को समाहित किया गया है । हम भविष्य में भी आधुनिक प्रौद्योगिकियों एवं समग्र प्रथाओं पर ध्यान केंद्रित करते हुए देश के मक्का के नीति नियंताओं, उद्यमियों, शोधकर्ताओं, प्रगतिशील किसानों एवं अन्य हितधारकों को लाभान्वित करने के लिए शोध व विकास कार्यों में अपने उत्कृष्ट कार्यों से निरन्तर योगदान देते रहेंगे। मुझे उम्मीद है कि कृषि चेतना के इस अंक में प्रकाशित लेखों को पढ़कर हमारे किसान भाई और बहनें भी लाभान्वित होंगे। जय किसान, जय विज्ञान !

आपका

अनुक्रमणिका

क्रम संख्या	विवरण	पृष्ठ संख्या
	निदेशक की कलम से	i
1.	विशेष मक्का : अर्ध–शहरी क्षेत्रों में कृषि लाभप्रदता बढ़ाने के लिए एक बेहतर विकल्प	1–11
2.	रंगीन मक्काः प्रकार और खाद्य उपयोगिता	12–17
3.	मोमी मक्काः औद्योगिक अनुप्रयोग, आर्थिक महत्व एवं भावी संभावनाएं	18–23
4.	बदलती जलवायु के नकारात्मक प्रभाव के प्रति मक्का की प्रतिरोधक, क्षमता बढ़ाने में जंगली प्रजातियों का उपयोग	24–30
5.	भारत में मक्का आधारित फसल विविधीकरण का महत्व	31–42
6.	मक्का– चारे का एक उत्तम स्त्रोत	43–47
7.	संरक्षण कृषि में खरपतवार प्रबंधन	48–52
8.	भारत में मक्का उत्पादन : वर्तमान परिदृश्य और आत्मनिर्भरता	53–57
9.	मक्का की उच्च उत्पादकता और लाभप्रदता हेतु पोषक तत्व प्रबन्धन	58–63
10.	मृदा पर एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन तकनीक का प्रभाव	64–65
11.	भंडारित मक्का में कीट एवं उनका प्रबंधन	66–70
12.	मक्का : आलू अन्त – फसल उत्पादन तकनीक	71–75
13.	मक्का फसल के मुख्य रोग एवं उनका प्रबंधन	76–80
14.	खरीफ मक्का में शाकनाशियों द्वारा खरपतवार नियंत्रण : एक बेहतर विकल्प	81–84
15.	जीन एडिटिंगः मक्का सुधार हेतु भविष्य	85–89
16.	मक्का में अन्य फसल प्रजातियों के सापेक्ष स्पीड ब्रीडिंग की स्थिति और संभावनाएं	90–94
17.	ई– नाम : कृषि बाजारों का डिजिटलीकरण	95–98

विशेष मक्का : अर्ध–शहरी क्षेत्रों में कृषि लाभप्रदता बढ़ाने के लिए एक बेहतर विकल्प

प्रदीप कुमार, बी.एस.जाट, मनेश चन्द्र डागला, भारत भूषण, अंकुश शर्मा, धीरेंद्र कुमार, सुमित कुमार अग्रवाल, मुकेश चौधरी, चिकप्पा जी.कर्जगी, एस.एल.जाट एवं भूपेंद्र कुमार

भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)

संवादी लेखन का ई–मेल : pardeepkumar656@gmail.com

परिचय :

मक्का प्रकृति में पाई जाने वाली सबसे विविध फसलों में से एक है जिसको दुनिया भर में व्यापक रूप से खाद्य, चारा एवं औद्योगिक फसल के रूप में बड़े पैमाने पर उगाया जाता है। मक्का को वानस्पतिक अवस्था में काटकर हरे चारे के रूप में एवं दूधिया अवस्था पर काटकर इससे साईलेज बनाकर प्रयोग किया जाता है जो कि पशुओं के लिए एक बहुत पौष्टिक आहार होता है। भुट्टों में सिल्क बनने की अवस्था के दौरान, अपरिपक्व एवं अनिषेचित भुट्टों को तोड़कर, बेबी कॉर्न के रूप में प्रयोग किया जा सकता है, जो कि एक पौष्टिक सब्जी/स्लाद माना जाता है। दाने बनने की अवस्था में या परिपक्वता से पहले, मक्का के भुट्टों को भूनकर या स्वीट कॉर्न के रूप में उपयोग किया जा सकता है। फसल के परिपक्व होने पर अनाज और अन्य उत्पाद प्राप्त होते है जिनका उपयोग भोजन, पशु चारा, जैव ईंधन उत्पादन आदि के लिए किया जा सकता है। इस प्रकार, मक्का के पौधे के प्रत्येक भाग को उसके जीवन चक्र के विभिन्न चरणों में विभिन्न आर्थिक उत्पादों के रूप में उपयोग किया जा सकता है। इसीलिए इसे खाद्य फसलों की कामधेनु कहा जाता है। हाल के वर्षों में, विशेष मक्का जैसे स्वीट कॉर्न, बेबी कॉर्न और पॉपकॉर्न की लोकप्रियता के कारण इनकी मांग काफी बढ़ी है। पिछले कुछ वर्षों में, मुख्य रूप से शहरी क्षेत्रों की घरेलू मांग को पूरा करने के लिए भारत अन्य देशों से विशेष मक्का का आयात कर रहा था। परिणामस्वरूप, सार्वजनिक और निजी दोनों क्षेत्रों के संस्थानों द्वारा विशेष मक्का पर अनुसंधान किया जा रहा है, जिसके तहत विभिन्न संकर किस्मों का विकास किया गया है (तालिका :2)। इस प्रकार, विशेष मक्का की बढ़ती मांग, परिनगरीय क्षेत्रों में इसकी व्यावसायिक खेती, और उच्च उपज वाले संकरों की उपलब्धता, भविष्य में भारत में विशेष मक्का के तहत क्षेत्र में वृद्धि का संकेत देती है। जिसके परिणाम स्वरूप, भारत ने अन्य देशों को बेबी कॉर्न और स्वीट कॉर्न का निर्यात करना शुरू कर दिया है। इस प्रकार, भारतीय किसान, विशेष रूप से परिनगरीय क्षेत्रों में, विशेष मक्का की खेती से अपनी कृषि लाभप्रदता बढ़ा सकते हैं। इस लेख में, हम विशेष मक्का की उत्पादन तकनीक और इसकी कृषि संबंधी लाभप्रदता पर संक्षेप में चर्चा करेंगे।

विशेष मक्का और इसकी उत्पादन तकनीक

सामान्य तौर पर, स्वीट कॉर्न और बेबी कॉर्न को उनकी कम शेल्फ लाइफ (जल्दी खराब होना) के कारण इसको परिनगरीय कृषि के लिए अनुशंसित किया जाता है। इनकी जल्दी खराब होने की प्रकृति के कारण कटाई के तुरंत बाद कोल्ड स्टोरेज या पास की प्रसंस्करण इकाइयों में पहुंचाया जाना चाहिए। विशेष मक्का की आनुवंशिकी पर किए गए अध्ययन में पाया गया है कि मक्का में मिठास, क्यूपीएम, और मोमी जैसे विशेष लक्षण अप्रभावी जीनों द्वारा नियंत्रित होते हैं जबकि पॉपिंग और उच्च तेल लक्षणों में, जिनिया प्रभाव के कारण बदलाव होते हैं। इसके अलावा बेबी कॉर्न में परागण से बचने और अनिषेचित कोमल भुट्टों को सुनिश्चित करने के लिए सावधानी रखनी चाहिए। इसलिए, अन्य प्रकार के मक्का द्वारा पराग संदूषण से बचने के लिए सभी विशेष मक्का को अलग–अलग मौसम या जगह में उगाया जाना चाहिए।

विशेष मक्का में फसल प्रबंधन

किसी भी फसल से अच्छा उत्पादन प्राप्त करने के लिए उचित फसल प्रबंधन बहुत जरूरी है। आम तौर पर, विशेष मक्का के लिए शस्य क्रियाए सामान्य मक्का के समान ही होती हैं। हालाँकि, विशेष मक्का के विशेष लक्षणों की पहचान को बनाए रखना इनकी व्यावसायिक सफलता के लिए महत्वपूर्ण है। अतः विशेष मक्का की खेती के लिए निम्नलिखित बिंदु सफल लाभप्रद खेती में सहायक होंगे ।

- विशेष मक्का की उन्नत खेती के लिए उपयुक्त खेत और उच्च उत्पादक संकरों का चयन करना चाहिए।

- उपयुक्त फसल चक्र अपनाकर मिट्टी की उर्वरा शक्ति को बनाए रखें।
- विशेष मक्का की खेती करते समय मक्का की अन्य फसलों से उचित अलगाव दूरी बनाए रखें।
- सर्वोत्तम कृषि पैकेज और प्रणाली का पालन करें।
- फसल में प्रभावी खरपतवार नियंत्रण के लिए, बुवाई के 2–3 दिन बाद एट्राजीन, 600 ग्राम ए.आई./एकड़ (हल्की मिट्टी में) और 400 ग्राम ए.आई./एकड़ (भारी मिट्टी में) का छिड़काव वांछनीय है।

तालिका 1. विशेष मक्का की अन्तराल , बीज दर और बुवाई का समय

विवरण	पॉपकॉर्न	स्वीट कॉर्न	बेबी कॉर्न
पंक्ति से पंक्ति x पौधे से पौधे के बीच अन्तराल (से.मी.)	60x20	75x25	50x15
बीज दर (क्रिगा/एकड़)	3 से 4	2 से 2.5	10 से 12
बुआई का समय (खरीफ)	उत्तर भारत में जून के अंतिम सप्ताह से 20 जुलाई तक		
बुवाई का समय (रबी/सर्दी)	उत्तर भारत में अक्टूबर के अंतिम सप्ताह से 15 नवंबर तक		
बुवाई का समय	उत्तर भारत में फरवरी के प्रथम सप्ताह से 15 फरवरी तक		
बुवाई का समय	दक्षिण भारत में सुनिष्चित सिंचित दशाओं में वर्ष भर		

पॉपकॉर्न

पॉपकॉर्न एक विशेष प्रकार की फ्लिंट मक्का होती है जिसका पौधा भी सामान्य मक्का की तरह ही होता है। पॉपकॉर्न के दाने का आकर छोटा एवं अंडाकार/गोल होता है और इसमें एक छोटा सख्त भ्रूणपोष होता है। इसका परीक्षण वजन (टेस्ट वेट) भी सामान्य मक्का की तुलना में कम होता है और गर्म होने पर उच्चतम पॉपिंग क्षमता देता है। इसके अलावा यह भी पाया गया कि पॉपकॉर्न का कठोर पेरिकार्प (बीजकोध) और अंदर का नरम स्टार्च पॉपिंग के लिए महत्वपूर्ण हैं। सामान्य तौर पर, सामान्य मक्का और पॉपकॉर्न में पोपिंग प्रतिशत और पोपिंग विस्तार के अनुपात में अंतर होता है और यह पॉप होने के बाद पॉपकॉर्न और सामान्य मक्का के बीच मूल आयतन में विस्तारित (पॉपिंग के बाद) का अनुपात 5 से 15 गुणा भिन्न होता है। पॉपकॉर्न को दानों की परिपक्व अवस्था पर काटकर मानव उपभोग के लिए बेचा जाता है, इसे माइक्रोवेव या पारंपरिक उपयोग के लिए बिना पॉप किये या सादे अथवा फ्लेवर–एडेड पॉप्ड उत्पाद के रूप में पैक करके बेचा जा सकता है। पॉपकॉर्न का उपयोग दुनिया के कई हिस्सों में, खासकर शहरों में एक आम स्नैक आइटम के रूप में किया जा रहा है। पॉपकॉर्न अपने हल्के, झरझरा और कुरकुरे बनावट के कारण लोगों के बीच बहुत लोकप्रिय हैं। हवा में नमी के अवशोषण से बचाने के लिए पॉपकॉर्न का ताजा सेवन करना बेहतर होता है। इसके अलावा पॉपकॉर्न के आटे का इस्तेमाल कई तरह के पारंपरिक व्यंजन बनाने में भी किया जा सकता है।

पॉपकॉर्न में पोपिंग क्यों होती है ?

पॉपकॉर्न के दाने की पेरिकार्प की मोटाई का पॉप विस्तार की मात्रा के साथ एक प्रबल सकारात्मक संबंध है। पॉपकॉर्न के पेरिकार्प की ऊष्मीय प्रसार और तापीय चालकता सामान्य मक्का की तुलना में 2.0 से 2.9 गुणा अधिक है, जो सामान्य मक्का और पॉपकॉर्न के पेरिकार्प में संरचनात्मक अंतर की भूमिका को दर्शाता है। शोध के निष्कर्षों से पता चला है कि पॉपकॉर्न का पेरिकार्प अधिक संरचनात्मक रूप से व्यवस्थित होता है, जिसमें, सामान्य मक्का की तुलना में सेल्युलोज की अधिक क्रिस्टलीय व्यवस्था और उच्च स्तर की फाइब्रिलर पैकिंग होती है, जो काफी हद तक अनाकार होती है। ऊष्मीय विसारकता और विस्तार मात्रा (पॉपिंग के बाद) के बीच एक उच्च सकारात्मक सहसंबंध स्थापित है, जो

बताता है कि पॉपकॉर्न और सामान्य मक्का में एंडोस्पर्म स्टार्च के प्रकार की पॉपिंग में भूमिका होती है। अनुसंधान में यह भी पाया गया है कि भ्रूणपोष स्टार्च के प्रकार की तुलना में पेरिकार्प पॉपिंग के लिए अधिक योगदान देता है। जब पॉपकॉर्न के दानों को 180 डिग्री सेल्सियस तक गर्म किया जाता है तो दाने की नमी भाप में बदलने से आंतरिक दबाव 135 पीएसआई तक बढ़ जाता है, जिससे पॉपकॉर्न के अंदर का नरम स्टार्च फूल जाता है और फट जाता है, परिणामस्वरूप दाने के अन्दर का हिस्सा बाहर जाता है और पॉप ध्वनि उत्पन्न होती है।

आर्थिक महत्व

आम तौर पर, पॉपकॉर्न कम उपज देने वाली फसल है इसलिए इसकी लाभप्रदता पॉपकॉर्न की गुणवत्ता और अनुबंध, कृषि मूल्य पर निर्भर करती है। भारत में, पॉपकॉर्न बड़े पैमाने पर नहीं उगाया जाता है और आज भी भारत मुख्य रूप से संयुक्त राज्य अमेरिका और अर्जेंटीना से पॉपकॉर्न आयात कर रहा है। पॉपकॉर्न का आर्थिक महत्व मुख्य रूप से पारंपरिक मक्का से थोड़ा अलग है क्योंकि पॉपकॉर्न के संकर बीज की लागत पारंपरिक मक्का की तुलना में काफी अधिक है और औसत उपज भी सामान्य संकर मक्का की आधे से भी कम है। भविष्य में, इस बात की पूरी संभावना है कि पॉपकॉर्न की संकर किस्में सामान्य मक्का की संकर किस्मों के बराबर उत्पादक हो सकती हैं, हालांकि इसका एक आर्थिक पहलू भी है। इसके अलावा 2013 के बाजार मूल्य के अनुसार, पॉपकॉर्न के बीज की कीमत लगभग 250 रुपये प्रति किलोग्राम है और पॉपकॉर्न बीजदर 3–4 किलोग्राम/एकड़ है, जो कि सामान्य मक्का से आधी है। सामान्य मक्का की तुलना में कम बीज दर कुछ हद तक पॉपकॉर्न की अपेक्षाकृत उच्च बीज लागत की भरपाई करती है। एक अच्छी तरह से प्रबंधित क्षेत्र में पॉपकॉर्न की औसत उपज लगभग 10 से 12 क्विंटल प्रति एकड़ होती है। पॉपकॉर्न का बाजार मूल्य लगभग 2500 से 3000 प्रति क्विंटल है तथा न्यूनतम श्रम शुल्क के अनुसार पॉपकॉर्न उत्पादन की कुल परिचालन लागत 15,000 प्रति एकड़ है, इस प्रकार किसानों को प्रति सीजन लगभग 15,000 प्रति एकड़ शुद्ध लाभ मिलता है।

पॉपकॉर्न की व्यावसायिक खेती

पॉपकॉर्न की सफल व्यावसायिक खेती करने के लिए इसको अनुबंध खेती (कांट्रैक्ट फार्मिंग) के तहत उगाया जाना चाहिए। सामान्य तौर पर, पोपिंग के पॉप होने के आधार पर दो प्रकार की पॉपिंग किस्में बताई जाती हैं, जैसे तितली और मशरूम प्रकार। एक बेहतर गुणवत्ता वाली पॉपकॉर्न किस्म वह है जिसमें अधिकतम पॉपिंग विस्तार और बिना पॉप वाले दाने कम से कम होते है। यदि उत्पादक छोटे पैमाने पर संसाधक बनने के इच्छुक हैं, तो वे पोपकोर्न की पैकेजिंग करके छोटे शहरों और कस्बों के स्थानीय बाजारों में भी बेच सकते हैं। पॉपकॉर्न की खेती करने का तरीका भी सामान्य मक्का की तरह ही होता है। पॉपकॉर्न की पुष्पन अवधि या पॉपकॉर्न के अलावा सामान्य मक्का के किसी भी अन्य खेत के बीच न्यूनतम 400 मीटर का भौतिक अलगाव या न्यूनतम 20 दिनों का समय अलगाव गुणवत्ता पॉपकॉर्न का उत्पादन करने के लिए आदर्श रुप से आवश्यक है।

रोग एवं कीट प्रबंधन : मक्का के प्रमुख कीटों में फॉल आर्मीवर्म, काइलो पार्टेलस एवं सेसेमिया इनफेरेंस तथा टरसिकम लीफ ब्लाइट (टी.एल.बी.), मेडीस लीफ ब्लाइट (एम.एल.बी.), बैंडेड लीफ और शीथ ब्लाइट (बी.एल.एस.बी.), पोस्ट फ्लावरिंग डंठल रोट (पी. एफ.एस.आर.) आदि जैसी बीमारियाँ भारत में सबसे अधिक प्रचलित हैं। फसल की समय पर उचित निगरानी किसी भी कीट एवं बीमारी से होने वाले गंभीर नुकसान से बचने में मदद करती है। हालांकि संकर पॉपकॉर्न आमतौर पर जल्दी परिपक्व होते हैं। अन्य फसलों, विशेष रूप से दलहनी फसलों के साथ पॉपकॉर्न का फसल चक्र, पिछले सीज़न के इनोकुलम लोड को कम करने में मदद करता है और मिट्टी के पोषक तत्व की स्थिति को समृद्ध करके मिट्टी के स्वास्थ्य को भी बनाए रखता है।

इसके अलावा, बीज उपचार और प्रतिरोधी किस्मों के उपयोग से भी रोग और कीट समस्याओं को कम करने में मदद मिलती है। पॉपकॉर्न में रोगों के बहुत कम या निम्न स्तर के होने के कारण मक्का में किसी भी रोग के विरुद्ध कवकनाशी का छिड़काव भारत में आम नहीं है। इसके अलावा मक्का में इन दिनों फॉल आर्मीवर्म नामक कीट का काफी प्रकोप देखा गया है और इसके नियंत्रण के लिए, स्पाईनटोरम 11.7% एस सी@0.5 मिली/लीटर पानी या क्लोरेंट्रानिलिप्रोल 18.5 एससी@0.4 मिली/लीटर पानी या थियामेथोक्साम 12.6% + लैम्बडा साइहैलोथ्रीन 9.5% जेड सी@ 0.25 मिली/लीटर पानी में घोलकर छिड़काव कर सकते है।

पॉपकॉर्न की खेती से अधिक आर्थिक लाभ प्राप्त करने के लिए सही खरपतवार नियंत्रण भी बहुत आवश्यक है।

कटाई और भंडारण : सामान्यत पॉपकॉर्न की तुलना में सामान्य मक्का की कटाई विभिन्न नमी (25–30%) स्तरों पर की जाती है, जबकि पॉपकॉर्न की कटाई पूर्ण परिपक्वता अवस्था पर पहुंचने के बाद ही की जाती है। पॉपकॉर्न के अच्छे भंडारण के लिए दानों में नमी का स्तर 8–10 प्रतिशत तथा उचित वातन होना चाहिए।

बेबी कॉर्न (शिशु मक्का)

'बेबी कॉर्न' मक्का एक युवा, उंगली के आकार का अनिषेचित भुट्टा है, जिसको 1–3 सेमी रेशे (सिल्क) की लंबाई के साथ 1 से 3 दिनों के अंदर तोड़ा जाता है। हालांकि, बेबी कॉर्न के उत्पादन के लिए विशेष रूप से विकसित कुछ उन्नत किस्में ही उपलब्ध हैं (तालिका : 2)। इनमें से कुछ किस्मों में गुणवत्ता बनाए रखने के लिए डीटेसलिंग (नर मंजरी निकालना) करनी पड़ती है, जबकि कुछ किस्में नर बंध्य है जिनमे डीटेसलिंग की आवश्यकता नहीं होती है। बेबी कॉर्न को कटाई के तुरंत बाद सलाद के रूप में कच्चा भी खाया जाता है। आम तौर पर, बेबी कॉर्न को हरी हस्क अवस्था पर काटा जाता है, जो कि अपरिपक्व मक्का के भुट्टों का कटाई के बाद पानी की कमी/सूखापन, बदरंगपन आदि से बचाता है। हालांकि, बेबी कॉर्न को प्रसंस्करण संयंत्र पर ले जाने के तुरंत बाद हरी हस्क को हटाकर विपणन के लिए पैक किया जाता है। प्रारंभ में, बेबी कॉर्न का उपयोग मिश्रित सब्जियों में एक घटक के रूप में किया जाता था। लेकिन वर्तमान समय में कई व्यंजन जैसे मीठे उत्पाद (हलवा, खीर, बर्फी), संरक्षित उत्पाद (जैम, चटनी, अचार, कैंडी, मुरब्बा), चीनी उत्पाद (सूप, मंचूरियन, बेबी कॉर्न मिर्च चाउमीन) खट्टी और मीठी सब्जियां और पारंपरिक उत्पाद (पकौड़े, कटलेट, चाट, सलाद, सूखी सब्जियां, कोफ्ता, मिश्रित सब्जी, रायता) बनाने में भी इसका उपयोग किया जाता है। हाल के वर्षों में बेबी कॉर्न के स्वाद और पोषण मूल्य के कारण इसकी शहरी क्षेत्रों में लोकप्रियता बढ़ती जा रही है। ताजा बेबी कॉर्न बहुत ही कोमल और पौष्टिक होती है। इसकी पोषण गुणवत्ता कुछ मौसमी सब्जियों के बराबर या उससे भी बेहतर है। बेबी कॉर्न रेशेदार प्रोटीन का एक अच्छा स्रोत है जो पचने में भी आसान होती है। प्रोटीन, विटामिन और आयरन के अलावा, बेबी कॉर्न फास्फोरस के अच्छे स्रोतों में से एक है। आजकल बेबी कॉर्न की कुछ वांछनीय विशेषताएं है जिनको उपभोक्ताओं एव निर्यातकों द्वारा बहुत पसंद किया जाता है। बेबी कॉर्न की वांछनीय लंबाई 6 से 11 सेमी, 1.0 से 1.5 सेमी मोटाई, नियमित पंक्ति/अंडाकार व्यवस्था और सबसे पसंदीदा रंग आम तौर पर बहुत हल्का पीला या क्रीमिश होता है।

बेबी कॉर्न उत्पादन संबंधी बातें

बेबी कॉर्न की खेती भी पारंपरिक (सामान्य) मक्का की खेती के समान है, लेकिन यह पौधों की संख्या, उर्वरक की अनुशंसित खुराक, किस्म की वरीयता और कटाई के समय आदि में थोड़ी भिन्न होती है। इसके अलावा, बेबी कॉर्न की गुणवत्ता बनाए रखने और प्रति इकाई क्षेत्र में अधिक उपज लेने के लिए, बेबी कॉर्न की खेती में परागण से बचने के लिए डीटेसलिंग (नर मंजरी निकालना) का भी सुझाव दिया जाता है।

पौधों की संख्या एवं ज्यामितिः आमतौर पर, बेबी कॉर्न की खेती के लिए बीज दर सामान्य मक्का की तुलना में अधिक होती है। पौधों की संख्या अधिक होने से पौधों की आपस में प्रतिस्पर्धा होती है जिससे छोटे व पतले बेबीकॉर्न प्राप्त होते है। किस्म के परीक्षण वजन के आधार पर, बेबी कॉर्न के लिए 25 किग्रा/हेक्टेयर की संकर बीज दर की सिफारिश की जाती है। बेबी कॉर्न की बुवाई की विधि, सामान्य मक्का के समान ही होती है। मिट्टी के प्रकार और किस्म के आधार पर 60×20 सेमी (83,333 पौधे प्रति हेक्टेयर) या 60×15 सेमी (1, 11,111 पौधे प्रति हेक्टेयर) की दूरी उत्तम मानी जाती है। काली मिट्टी में अधिक उपज देने वाली किस्मों के लिए 60×15 सेमी की दूरी की सिफारिश की जाती है और लाल मिट्टी के लिए 60×20 सेमी की दूरी बेहतर होती है।

उर्वरक की अनुशंसित खुराक : बेबी कॉर्न की लाभप्रदता बढ़ाने के लिए उर्वरकों की उच्च खुराक की सिफारिश की जाती है जिससे की प्रति पौधा तीन बेबी कॉर्न प्राप्त किए जा सके। बेबी कॉर्न की कटाई के बाद, कई सह–उत्पाद जैसे टैसल, रेशे, भूसी और हरे तने का उपयोग पौष्टिक हरे चारे के रूप में किया जाता है। इसलिए पौष्टिक हरा चारा और प्रति पौधे अधिक बेबी कॉर्न का उत्पादन करने के लिए एक उच्च उर्वरक खुराक की आवश्यकता होती है।

अनुशंसित उर्वरक : बेबी कॉर्न की खेती के लिए 4–5 टन खेत की खाद (FYM) के अलावा 60–75 किग्रा नाइट्रोजन, 25–30 किग्रा फॉस्फोरस, 25–30 किग्रा पोटेशियम, तथा 10 किग्रा जिंक सल्फेट प्रति एकड़ प्रयोग से अच्छा उत्पादन होता है। बेसल खुराक के रूप में फास्फोरस, पोटाश और जिंक की पूरी खुराक और नाइट्रोजन की 10 प्रतिशत मात्रा डालनी चाहिए। नाइट्रोजन की बची हुई मात्रा को चार भागों में फसल की चार पत्ती अवस्था, आठ पत्ती अवस्था, डीटेसलिंग से पहले और डीटेसलिंग के बाद दिया जाना चाहिए, ताकि पूरे फसल चक्र में आवश्यकता को पूरा किया जा सके। चूंकि बेबी कॉर्न की खेती साल भर की जा सकती है, अतः किसान एक साल में बेबी कॉर्न की तीन से चार फ़सलें ले सकते है जिससे पशुओं के लिए साल भर हरा चारा प्राप्त करने में भी मदद मिलती है।

किस्मों का चयन : बेबी कॉर्न के खेती के लिए किस्मों की अवधि कम होनी चाहिए, जो स्थानीय फसल प्रणाली के अनुकूल हो तथा जिनसे प्रति पौधे 3 से अधिक अच्छी गुणवत्ता वाले बेबी कॉर्न प्राप्त हो सके। बेबी कॉर्न के खेती के लिए ऐसे एकल क्रॉस संकर का चयन करें जो बेबी कॉर्न के सभी वांछनीय गुणों के साथ उच्च गुणवत्ता की बेबी कॉर्न का उत्पादन कर सके। इसलिए क्षेत्र विशेष के लिए संकर की उपयुक्तता के आधार पर कोई भी किस्म का चयन किया जा सकता है। बेबी कॉर्न की वांछनीय किस्मों की सूची तालिका : 2 में दिया गया है।

डिटेसलिंग : एंथेसिस/परागकण फटने से पहले पौधे से नर मंजरी को हटाने की प्रक्रिया को डीटेसलिंग कहते है। अच्छी गुणवत्ता वाले बेबी कॉर्न का उत्पादन सही समय पर डीटेसलिंग ऑपरेशन द्वारा प्राप्त किया जाता है और हर पंक्ति में जाने से प्रभावी डीटेसलिंग की जा सकती है। नर मंजरी को खेत में फेंकने की बजाय इसे पशुओं के लिए चारे के रूप में प्रयोग करना चाहिए, क्योंकि टैसल अत्याधिक पोष्टिक होता है तथा पशुओं में दूध उत्पादन में वृद्धि द्वारा बेबी कॉर्न उत्पादन की लाभप्रदता बढ़ेगी। आजकल बेबी कॉर्न की कुछ नर बंध्य किस्में भी उपलब्ध है जिनमें डीटेसलिंग की जरूरत नहीं पड़ती।

कटाई और कटाई के बाद का प्रबंधन : बेबी कॉर्न की कटाई/तुड़ाई सुबह या शाम को करनी चाहिए, जब बेबी कॉर्न में नमी की मात्रा सबसे अधिक हो। बेबी कॉर्न के हस्क को नमी के नुकसान से बचाने के लिए आस पास का तापमान कम होना चाहिए जिससे कि बेबी कॉर्न की ताजगी बनी रहती है। किसी क्षेत्र विशेष में दी गई किस्म के लिए कटाई का उपयुक्त समय निर्धारित करने के लिए, पौधे पर जैसे ही भुट्टे दिखाई दें, प्रत्येक दिन कुछ भुट्टों की कटाई/तुड़ाई एक–एक करके हाथ से करें। सर्वोत्तम गुणवत्ता के इन मानदंडों को पूरा करने के लिए, भुट्टो पर रेशे दिखाई देने के 1 से 3 दिनों के बाद बेबी कॉर्न की तुड़ाई करें। परिस्थितियों के अनुसार बेबी कॉर्न की तुड़ाई हर दूसरे दिन या तीसरे दिन करनी चाहिए। भुट्टे के विकास की इस अवस्था में भुट्टो की व्रद्धि बहुत तेजी से होती है और केवल 4–5 दिनों में ही भुट्टा बहुत बड़ा हो जाता है। इसके अलावा कुछ किस्मों की रेशे के निकलने से पहले ही कटाई की जाती है।

बेबी कॉर्न की 3–4 सप्ताह की अवधि में कम से कम 9–12 तुड़ाई की आवश्यकता होती है। अधिकांश किस्मों में प्रति पौधा 2–3 भुट्टे निकलते हैं। कटाई के बाद बेबी कॉर्न को अधिक समय तक बाहर नहीं रखना चाहिए, उसे तुरंत प्रसंस्करण इकाई में भेज देना चाहिए और उसके बाद की गतिविधियों जैसे डी–हस्किंग, ग्रेडिंग, पैकिंग आदि प्रसंस्करण इकाई में ही की जानी चाहिए। बेबी कॉर्न को कटाई के बाद उसी दिन छीलने का प्रयास किया जाना चाहिए तथा इसकी गुणवत्ता को लंबे समय तक बनाए रखने के लिए इसे ठंडे और सूखे स्थान पर संग्रहित किया जाना चाहिए। बेबी कॉर्न को छीलने की प्रक्रिया छाया और अत्यधिक हवादार/वायु परिसंचरण जगह में की जानी चाहिए। छिलका उतारे हुए बेबी कॉर्न को ढेर में इकठा नहीं करके उनको प्लास्टिक की टोकरियों जैसे कंटेनरों में रखा जाना चाहिए।

बेबी कॉर्न उत्पादन का विपणन और अर्थशास्त्र

बेबी कॉर्न का विपणन सुनिश्चित करने के लिए, क्रेता के साथ पूर्व संपर्क रखना अच्छा होता है। इसके अलावा रेस्त्रां और होटलों के साथ सीधा विपणन लिंक, बेबी कॉर्न की बिक्री के लिए एक अच्छा प्रस्ताव हो सकता है। बेबी कॉर्न उगाने से पहले बेबी कॉर्न की मात्रा और गुणवत्ता के बारे में बाजार की मांग को ध्यान में रखना चाहिए जिससे भविष्य में विपणन में कोई समस्या न हो। उपभोक्ताओं को ताजा बेबी कॉर्न की आपूर्ति सुनिश्चित करने के

लिए बेबी कॉर्न की खेती शहरी और परिनगरीय क्षेत्रों में या शहर के पास अच्छी मानी जाती है। आमतौर पर, बेबी कॉर्न को नमी और भुट्टो की गुणवत्ता बनाए रखने के लिए हस्क के साथ बेचा जाता है, और उन्हें या तो भुट्टो की संख्या या वजन के हिसाब से बेचा जाता है। बेबी कॉर्न की लाभप्रद खेती के विभिन्न कारकों, विशेष रूप से बेबी कॉर्न की उपज और उत्पादन की लागत पर निर्भर करती है। इसके अलावा बेबी कॉर्न की उपजः किस्म के प्रकार, उत्पादन की स्थिति और प्रबंधन दक्षता पर निर्भर करती है। बेबी कॉर्न की खेती की लाभप्रदता बाजार मूल्य के साथ–साथ आपूर्ति और मांग पर निर्भर करती है। हालांकि, वर्तमान मूल्य सूचकांक का अनुमान, बेबी कॉर्न की औसत उपज और उत्पादन की लागत के आधार लगाया जा सकता है। प्रबंधित परिस्थितियों में औसतन बेबी कॉर्न संकर से प्रति हेक्टेयर लगभग 15–20 क्विंटल बिना छिलके वाला बेबी कॉर्न और लगभग 400 क्विंटल हरे चारे की उपज मिलती है। बेबी कॉर्न उत्पादन की औसत लागत 45,000 से 50,000 प्रति हेक्टेयर तक होती है। बेबी कॉर्न का बाजार भाव 50–150 रुपये प्रति किलो है जबकि हरे चारे का भाव 50–60 रुपये प्रति क्विंटल है। इस प्रकार 75–90 दिनों की अवधि के दौरान 50,000 – 75,000 रुपए प्रति हेक्टेयर के बीच शुद्ध लाभ प्राप्त होता है।

बेबी कॉर्न का मूल्यवर्धन और प्रसंस्करण

मूल्यवर्धन से न केवल शुद्ध लाभ में वृद्धि होती है बल्कि कृषि उपज के दीर्घकालिक प्रसंस्करण का मार्ग भी प्रशस्त होता है, जिसके लिए किसान सहकारी आधार पर ग्राम स्तर पर छोटी और मध्यम स्तर की प्रसंस्करण इकाइयाँ स्थापित कर सकते हैं। इस प्रकार किसानों को बाजार मूल्य में असामान्य उतार–चढ़ाव से बचाया जा सकता है। सहकारी आधार पर किसानों द्वारा बेबी कॉर्न और स्वीट कॉर्न प्रसंस्करण संयंत्रों की स्थापना के संबंध में पंजाब (लुधियाना के पास 'फ़ील्ड फ्रेश') और हरियाणा (सोनीपत के पास अटेरना और मनौली गाँव) में पहले से ही उत्कृष्ट उदाहरण उपलब्ध हैं।

श्रेणीकरण (ग्रेडिंग) : बेबी कॉर्न की मशीन या हाथ से छंटाई और ग्रेडिंग की जाती है, जो मूल्यवर्धन श्रृंखला का प्रथम चरण है। अलग–अलग आकार के बेबी कॉर्न का उपयोग विभिन्न उद्देश्यों के लिए किया जा सकता है। छोटे बेबी कॉर्न का उपयोग सलाद में किया जाता है, जबकि लंबे बेबी कॉर्न का उपयोग अचार बनाने के लिए किया जाता है। अंतर्राष्ट्रीय बाजार में बेबी कॉर्न के आकार के बारे में विनिर्देश उपलब्ध हैं, लेकिन रंग, स्वाद आदि के आधार पर ग्रेडिंग अभी तक विकसित नहीं हुई है।

पैकिंग और प्रसंस्करण : सामान्य तौर पर, बेबी कॉर्न की शेल्फ लाइफ कम होने के कारण जल्दी खराब हो जाता है। हालाँकि, इसकी गुणवत्ता को बनाए रखने में सुधार करने के लिए इसे संसाधित किया जा सकता है। बेबी कॉर्न की शेल्फ–लाइफ को बेहतर बनाने के लिए कैनिंग, डिहाइड्रेशन और फ्रीजिंग जैसी प्रमुख प्रसंस्करण विधियों का इस्तेमाल किया जा सकता है। अन्य देशों में बेबी कॉर्न की बढ़ती मांग के कारण प्रसंस्करण के तरीके विकसित हुए हैं।

कैनिंग : बेबी कॉर्न को 2 प्रतिशत नमक, 3 प्रतिशत चीनी और 0.3 प्रतिशत साइट्रिक अम्ल मिलाकर तैयार किए गए नमकीन घोल में डिब्बाबंद कर लंबे समय तक संरक्षित किया जा सकता है। कैनिंग सबसे आम प्रसंस्करण विधि है जिसमें नमकीन घोल और बेबी कॉर्न के 48 : 52 अनुपात में बेबी कॉर्न को महीनों तक सुरक्षित रखा जा सकता है और दूर स्थानों पर ले जाया जा सकता है। मूल्य संवर्धन और प्रसंस्करण बेबी कॉर्न उत्पादन करने वाले किसानों के लिए उच्च लाभप्रदता सुनिश्चित करता है। इसके साथ ही यह परिनगरीय क्षेत्रों में आजीविका सुरक्षा सुनिश्चित करने और किसानों के आय स्तर को बढ़ाने में भी महत्वपूर्ण भूमिका निभाता है। बेबी कॉर्न के भुट्टो की आमतौर पर प्रसंस्करण कारखानों में डिब्बाबंदी होती हैं। कैनिंग का प्रवाह आरेख नीचे दिखाया गया है।

छीले हुए बेबी कॉर्न –> सफाई –> उबालना –> भिगोना –> ग्रेडिंग –> डिब्बे में डालना –> नमकीन घोल –> निकास –> ढक्कन को ढंकना –> ठंडा करना –> गुणवत्ता निरीक्षण।

निर्जलीकरण : बेबी कॉर्न की शेल्फ–लाइफ को लंबी अवधि तक बढ़ाने के लिए निर्जलीकरण का उपयोग किया जा सकता है। बेबी कॉर्न को अर्ध गोल टुकड़ों में काटकर ओवन (Oven) या बाहर धूप में सुखाया जाता है। सूखे बेबी कॉर्न को पॉलिथीन / वैक्यूम / टेट्रा पैक में पैक करके लंबे समय तक सुरक्षित रखा जा सकता है। निर्जलित बेबी कॉर्न को पानी में भिगोकर पुनर्जलीकृत कर विभिन्न प्रकार के व्यंजन बनाने में उपयोग किया जाता है। सूखे बेबी कॉर्न से बने उत्पादों को ताजा बेबी कॉर्न से तैयार किए गए उत्पादों के समान ही माना जाता है।

फ्रीजिंग : अन्य फ्रोजन सब्जियों की तरह ही बेबी कॉर्न को भी फ्रीज करके लंबे समय तक संग्रहित किया जा सकता है। फ्रोजन बेबी कॉर्न का उपयोग खाद्य उत्पादों की तैयारी के लिए किया जा सकता है। फ्रोजन बेबी कॉर्न से बना सूप और सब्जियां ताजा बेबी कॉर्न जितनी ही अच्छी होती है। फ्रोजन बेबी कॉर्न को अन्य तैयारियों में भी सीधे इस्तेमाल किया जा सकता है।

बेबी कॉर्न की खेती के माध्यम से कृषि आय में वृद्धि

अंतर–फसल के रूप में बेबी कॉर्न की खेती बहुत लाभकारी होती है। बेबी कॉर्न को 20 से अधिक फसलों के साथ अंतर–फसल (इंटरक्रॉपिंग) के रूप में उगाया जा सकता है, जैसे आलू, हरी मटर, फूलगोभी, पत्ता गोभी, चुकंदर, हरी फलियों के लिए राजमा, पालक, हरा प्याज, लहसुन, मेथी, धनिया, नॉल–खोल, ब्रोकोली, सलाद, शलजम, मूली, गाजर, फ्रेंच बीन, अजवाइन, ग्लेडियोलस, आदि। इससे किसान कम समय में, अंतर–फसल के माध्यम से अतिरिक्त आय प्राप्त कर सकते हैं।

अंतर–फसल का बेबी कॉर्न पर कोई प्रतिकूल प्रभाव नहीं पडता है और इसके विपरीत, कुछ अंतः फसलें मिट्टी की उर्वरता में सुधार करने में मदद करती हैं और बेबी कॉर्न की फसल को ठंड से बचाती हैं। अंतर–फसल बेबी कॉर्न को उत्तरी ठंडी हवा से बचाती हैं क्योंकि बेबी कॉर्न के दक्षिणी तरफ और मेड के उत्तरी हिस्से में इंटरक्रॉप्स को लगाया जाता है। सामान्य तौर पर, बेबी कॉर्न के साथ अंतर–फसल के लिए फसलों की कम अवधि वाली किस्मों को प्राथमिकता दी जाती है। खरीफ ऋतू में हरी फली और चारे के लिए लोबिया, उड़द, मूंग आदि की फसल बेबी कॉर्न के साथ लगाई जा सकती है। किसानों के लिए अंतर–फसल के कई विकल्प उपलब्ध हैं लेकिन व्यावसायिक उद्देश्यों के लिए मटर और आलू को सर्दियों के मौसम में बड़े पैमाने पर लिया जा सकता है।

स्वीट कॉर्न (मीठी मक्का)

पहले बताई गई सभी प्रकार की मक्का में से, स्वीट कॉर्न विशेष रूप से संयुक्त राज्य अमेरिका और यूरोपीय महाद्वीप में सबसे लोकप्रिय है। हालाँकि, वर्तमान में भारत में स्वीट कॉर्न की खेती के क्षेत्र और हाल के वर्षों में इसकी प्रवृत्ति के बारे में बहुत कम या कोई जानकारी उपलब्ध नहीं है। आज के समय में खानपान की आदतों में बदलाव के कारण विशेष रूप से शहरी क्षेत्रों में स्वीट कॉर्न की विभिन्न रेसिपी बाजार में उपलब्ध हैं। स्वीट कॉर्न की खेती के लिए पहले से ही सार्वजनिक और निजी दोनों अनुसंधान संगठनों द्वारा विकसित संकर किस्म उपलब्ध हैं। स्वीट कॉर्न की खेती के लिए हल्की जलवायु की आवश्यकता होती है, जो मक्का में शर्करा की मात्रा बढ़ाने में सहायक होती है। स्वीट कॉर्न ऊर्जा, विटामिन सी और ए का एक स्वादिष्ट और समृद्ध स्रोत है। इसे कच्चा, उबालकर (स्टीम्ड ग्रीन भुट्ट) अनाज के रूप में खाया जाता है। इसका उपयोग सूप, सलाद और अन्य व्यंजन बनाने में भी किया जाता है। हाल के वर्षों में देश के शहरी क्षेत्र के होटलों में स्वीट कॉर्न नाश्ते के रूप में बहुत लोकप्रिय हो रहा है, इसलिए इसकी खेती परिनगरीय किसानों के लिए लाभकारी है।

स्वीट कॉर्न उत्पादन

सामान्यत : स्वीट कॉर्न की व्यावसायिक खेती पौधों की संख्या और कटाई के समय को छोड़कर, सामान्य मक्का के समान ही होती है। स्वीट कॉर्न की व्यावसायिक खेती के लिए अन्य प्रकार की मक्का से अलगाव दूरी बनाए रखना बहुत आवश्यक है क्योंकि स्वीट कॉर्न में मिठास अप्रभावी जीनों द्वारा निर्धारित होता है। आम तौर पर लगभग 400 मीटर की दूरी या मक्का की बुवाई के समय को एक महीने के अंतराल पर समायोजित किया जाना चाहिए। इसके अलावा, पुष्पन के समय उचित परागण सुनिश्चित करने के लिए उच्च तापमान या भारी बारिश से बचने के लिए देखभाल की जानी चाहिए। भारत में, स्वीट कॉर्न अनुसंधान पर बहुत कम जोर दिया जा रहा है, लेकिन कुछ निजी कंपनियों द्वारा एक्स्ट्रा–स्वीट या सुपर–स्वीट कॉर्न की किस्मों को बेचा जा रहा हैं।

स्वीट कॉर्न की व्यावसायिक खेती

स्वीट कॉर्न की सफल खेती हेतु क्षेत्र विशेष के लिए विकसित स्वीट कॉर्न संकर किस्मों का चयन सबसे महत्वपूर्ण पहलु है। इसके अलावा, स्वीट कॉर्न की गुणवत्ता और संभावित विपणन योग्य क्षेत्र भी महत्वपूर्ण हैं। वर्ष 2010 में भारत में सार्वजनिक क्षेत्र की पहली संकर किस्म एचएससी–1 को विकसित किया गया। इसके अतिरिक्त, कई निजी कंपनियों के स्वीट कॉर्न संकर किस्में भी बाजार में उपलब्ध हैं। स्वीट कॉर्न की खेती में पौधों की आपसी

दूरी और पौधों की संख्या स्वीट कॉर्न की किस्म, मिट्टी के प्रकार, उर्वरता की स्थिति और सिंचाई सुविधा के आधार पर भिन्न होती है। अधिकतम उपज प्राप्त करने के लिए अनुशंसित पौधों की संख्या 45,000–60,000 प्रति हेक्टेयर के साथ क्रमशः पंक्तियों और पौधों के बीच 75–100 × 20–30 सेमी की दूरी आवश्यक है। **सामान्यत** : स्वीट कॉर्न के लिए बीज दर 7 से 9 किग्रा/हेक्टेयर है जबकि sh2 प्रकार के स्वीट कॉर्न के लिए बीज दर लगभग 5 से 6 किग्रा/हेक्टेयर है। विभिन्न प्रकार की मिट्टी में उपयुक्त कृषि पद्धतियों के हस्तक्षेप से स्वीट कॉर्न को कई प्रकार की मिट्टी में उगाया जा सकता है। हालांकि, 6.0 से 7.0 पीएच के साथ अत्यधिक उपजाऊ, गहरी और अच्छी जल निकासी वाली मिट्टी को प्राथमिकता दी जाती है, और 25 से 35 डिग्री सेल्सियस तक का तापमान विकास के लिए आदर्श होता है। भुट्टे में अच्छे दाने भरने के लिए स्वीट कॉर्न की फसल के दौरान मिट्टी को नम रखना महत्वपूर्ण है। आम तौर पर, स्वीट कॉर्न की फसल जब परागण के लगभग 17 से 24 दिनों बाद दुधिया अवस्था में पहुंच जाती है तो कटाई के लिए तैयार हो जाती है। हालाँकि, इस दौरान स्थानीय तापमान भी कटाई के समय को निर्धारित करता है। इसके अलावा, जहां तापमान 16 डिग्री सेल्सियस से नीचे चला जाता है sh2 जीन वाली स्वीट कॉर्न किस्मों को वहां नहीं उगाना चाहिए।

स्वीट कॉर्न की कटाई

स्वीट कॉर्न की कटाई भुट्टों के परिपक्व होने से पहले की जाती है। अच्छी बाजार कीमत प्राप्त करने के लिए सही अवस्था में स्वीट कॉर्न की कटाई करना बहुत महत्वपूर्ण है। एक से तीन दिन पहले या देर से कटाई करने से फसल की गुणवत्ता में भारी कमी आ सकती है। इसलिए, नियमित रूप से फसल के विकास की निगरानी करनी चाहिए, और विशेष रूप से टैसल्स (नर मंजरी) और सिल्क (रेशें) निकलने के बाद निगरानी करना महत्वपूर्ण होता है। सामान्यतः रेशे उभरने के लगभग इक्कीस दिनों बाद स्वीट कॉर्न की फसल कटाई के लिए तैयार हो जाती है उस समय दानों में शर्करा का स्तर उच्चतम होता है। स्वीट कॉर्न की कटाई दुग्ध अवस्था में होती है जो रेशे निकलने के 17 से 24 दिनों के बीच बदलती रहती है। यह गर्म मौसम में अधिक तेजी से और ठंडे मौसम में धीरे–धीरे दूधिया अवस्था में परिवर्तित होती है। कटाई की सही अवस्था की पहचान करने के लिए दानों में छेद/पंचर करने के लिए अंगूठे के नाखून का उपयोग करना बेहतर होता है। यदि दाने से निकलने वाला तरल साफ है तो स्वीट कॉर्न अपरिपक्व है, यदि तरल दूधिया है तो कटाई के लिए तैयार है और यदि दाने में रस नहीं है तो फसल की कटाई में बहुत देरी हो चुकी है। आमतौर स्वीट कॉर्न की कटाई सुबह जल्दी या देर शाम को करने की सलाह दी जाती है क्योंकि ठंडे तापमान में शर्करा (मीठास) का रूपांतरण कम होता है जिससे भुट्टे में मीठास लंबे समय तक बनी रहती है।

कटाई के बाद हरे भुट्टों का प्रबंधन

मक्का की खाद्य गुणवत्ता कटाई के बाद तेजी से घटती है, इसलिए स्वीट कॉर्न को जितनी जल्दी हो सके ठंडा या हाइड्रो–कूल करना महत्वपूर्ण है।

सामान्यत : स्वीट कॉर्न में अधिक तापमान पर शर्करा में अधिक तेजी से गिरावट आती है इसलिए कटाई के तुरंत बाद जल्दी से खेत से उठाकर शेड में ले जाना चाहिए जहाँ इसको छांटना, पैक करना और ठंडा करना चाहिए।

हाइड्रो–कूलिंग : यह कूलिंग का सबसे लोकप्रिय तरीका है, जिसमें मक्का को ठंडे पानी में डुबाया जाता है।

पैकेजिंग : इस विधि में पैकेजिंग प्रक्रिया के दौरान पूरे कंटेनर में 7–10 किलोग्राम कुचला हुआ बर्फ डाला जाता है यह स्थानीय या प्रत्यक्ष शिपमेंट के लिए यह एक उत्कृष्ट तरीका है।

कोल्ड स्टोरेज : स्वीट कॉर्न की उच्चतम गुणवत्ता बनाए रखने के लिए प्री–कूलिंग के बाद तुरंत कोल्ड स्टोरेज में रखा जाता है। मक्का को शून्य डिग्री सेल्सियस के करीब तापमान पर फ्रीज करके ताजा रखा जाता है।

ट्रांजिट में कूलिंग : स्वीट कॉर्न की ताजगी बनाए रखना बहुत आवश्यक है इसके लिए मक्का की टोकरी में बारीक बर्फ का छिड़काव करना चाहिए।

पैदावार

यदि पानी की आवश्यकताओं को पूरा करने के साथ अन्य फसल पद्धतियां अनुकूलित है, तो स्वीट कॉर्न से प्रति हेक्टेयर 66,000 भुट्टे प्राप्त होते हैं। इसके अलावा प्रति हेक्टेयर पौधों की संख्या बढ़ाने से भुट्टो की संख्या ज्यादा प्राप्त होती है। स्वीट कॉर्न के लिए आर्थिक और विपणन प्रक्रिया बेबी कॉर्न के समान हैं इसलिए स्वीट कॉर्न उत्पादन के लिए उपयुक्त बाजार खोजना शुद्ध कृषि लाभप्रदता के लिए महत्वपूर्ण है।

तालिकाः 2 भारत में विशेष मक्का की उगाई जाने वाली प्रजातियाँ

क्र.सं.	संकर	विकसित करने वाला केंद्र	विमोचन वर्ष	अनुशंसित क्षेत्र	औसत उपज (टन/हेक्टेयर)	अनुशंसित ऋतु
				बेबीकॉर्न		
1	एलबीसीएच 3 (डीएमआरएचबी 1305)	आईसीएआर-आईआईएमआर, लुधियाना	2020	जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड (पहाड़ी क्षेत्र), मेघालय, सिक्किम, असम, त्रिपुरा, नागालैंड, मणिपुर, अरुणाचल प्रदेश	1.25	खरीफ
2	बेबीकॉर्न GAYMH 1 (GAYMH1)	आनंद कृषि विश्वविद्यालय, गोधरा	2020	महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु, तेलंगाना, राजस्थान, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़ और गुजरात।	2.8	खरीफ
3	एएच 7043	आईसीएआर-आईएआरआई, धारवाड़	2020	बिहार, झारखंड, ओडिशा, उत्तरप्रदेश, पश्चिम बंगाल, महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्र प्रदेश, तेलंगाना, तमिलनाडु, जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड (पहाड़ी क्षेत्र), मेघालय, सिक्किम, असम, त्रिपुरा, नागालैंड, मणिपुर, अरुणाचल प्रदेश।	1.4	खरीफ
4	आईएमएचबी 1532	आईसीएआर-आईआईएमआर, लुधियाना	2018	पंजाब, हरियाणा, दिल्ली, उत्तराखंड और उत्तर प्रदेश (NWPZ) और राजस्थान गुजरात, मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़	2.03	खरीफ
5	आईएमएचबी 1539	आईसीएआर-आईआईएमआर, लुधियाना	2018	जम्मू और कश्मीर, उत्तराखंड (पहाड़ीक्षेत्र), मेघालय, सिक्किम, असम, त्रिपुरा, नागालैंड, मणिपुर और अरुणाचल प्रदेश	1.27	खरीफ
6	विवेक हाइब्रिड 27 (सेंट्रल मक्का वीएल बेबीकॉर्न 2)	आईसीएआर-वीपीकेएएस, अल्मोड़ा	2017	जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, दिल्ली, पंजाब, हरियाणा, कर्नाटक, आंध्रप्रदेश, तमिलनाडु, तेलंगाना, महाराष्ट्र, राजस्थान, गुजरात, मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़	2.1	खरीफ
7	एचएम-4	सीसीएसएचएयू, करनाल	2005	देशभर में	8.4	खरीफ,रबी
8	वीएल बेबीकॉर्न-1 (वीएल-78)	आईसीएआर-वीपीकेएएस, अल्मोड़ा	2005	देशभर में	1.2	खरीफ
				पॉपकॉर्न		
9	एलपीसीएच 2 (आईएमएचपी 1535)	आईसीएआर-आईआईएमआर, लुधियाना	2020	राजस्थान, मध्य प्रदेश,छत्तीसगढ़ और गुजरात।	2.6	खरीफ
10	लाधोवाल पॉपकॉर्न हाइब्रिड 3 (एलपीसीएच 3) आईएमएचपी 1540	आईसीएआर-आईआईएमआर, लुधियाना	2020	बिहार, झारखंड, उत्तर प्रदेश (पूर्वीक्षेत्र), ओडिशा, पश्चिम बंगाल, तेलंगाना, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु, कर्नाटक, महाराष्ट्र, राजस्थान, मध्य प्रदेश, छत्तीसगढ़ और गुजरात।	3.3	खरीफ
11	GARCH-21 महाश्वेता (IHPC 1203)	SKUAST, कश्मीर	2020	पंजाब, हरियाणा, दिल्ली, उत्तराखंड, उत्तरप्रदेश, बिहार, झारखंड, ओडिशा, पश्चिम बंगाल, महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्रप्रदेश, तमिलनाडु, तेलंगाना और गुजरात।	3.6	रबी
12	पंत पॉपकॉर्न -1 (DPCH-306)	जीबीपीयूएटी, पंतनगर	2020	जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड (हिल्स), असम, अरुणाचल प्रदेश, मणिपुर, मेघालय, मिजोरम, नागालैंड, सिक्किम, त्रिपुरा, (उत्तर-पूर्वी पहाड़ी क्षेत्र), तमिलनाडु, कर्नाटक, आंध्रप्रदेश, तेलंगाना, महाराष्ट्र	3.9	खरीफ
13	डीएमआरएचपी 1402	आईसीएआर-आईआईएमआर, लुधियाना	2018	पंजाब, हरियाणा, दिल्ली एनसीआर और पश्चिमी उत्तर प्रदेश, राजस्थान, मध्यप्रदेश,छत्तीसगढ़ और गुजरात	3.9	खरीफ
14	शालीमार पॉपकॉर्न-1 (केडीपीसी-2)	ANGRAU, हैदराबाद	2017	जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, एनईएच क्षेत्र, दिल्ली, पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश, बिहार, ओडिशा, झारखंड, पश्चिम बंगाल, कर्नाटक, आंध्रप्रदेश, तमिलनाडु, तेलंगाना, महाराष्ट्र	3.9	खरीफ
15	बीपीसीएच-6	आईसीएआर-आईआईएमआर, लुधियाना	2015	देशभर के सभी जोन	3.2	खरीफ

			स्वीटकॉर्न			
16	नुज़ी 260	नुजिवीडू सीड्स लि., हैदराबाद	2021	पंजाब, हरियाणा, दिल्ली, उत्तराखंड (मैदानी), उत्तर प्रदेश (पूर्वी और पश्चिमी क्षेत्र), बिहार,झारखंड, ओडिशा, पश्चिम बंगाल, महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्रप्रदेश, तामिलनाडु, तेलंगाना	12.26	खरीफ
17	पूसा सुपर स्वीटकॉर्न 2 (ASKH1)	आईसीएआर-आईएआरआई, नईदिल्ली	2020	हिमाचल प्रदेश, हरियाणा,उत्तराखंड, उत्तर प्रदेश, तमिलनाडु, कर्नाटक, छत्तीसगढ़, राजस्थान	9.5	खरीफ
18	वीएल स्वीटकॉर्न हाइब्रिड-2 (एफएससीएच 75)	आईसीएआर-वीपीकेएएस, अल्मोड़ा	2019	जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड (पहाड़ी), असम, अरुणाचल प्रदेश, मणिपुर, मेघालय, मिजोरम, नागालैंड, सिक्किम और त्रिपुरा	10.34	खरीफ
19	पूसा सुपर स्वीटकॉर्न 1 (ASKH4)	आईसीएआर-आईएआरआई, नई दिल्ली	2018	जम्मू और कश्मीर, उत्तराखंड (पहाड़ी क्षेत्र), मेघालय, सिक्किम, असम, त्रिपुरा, नागालैंड, मणिपुर और अरुणाचल प्रदेश (उत्तर-पूर्वी पहाड़ी क्षेत्र), पंजाब, हरियाणा, दिल्ली, उत्तराखंड (मैदान), उत्तर प्रदेश (पश्चिमी क्षेत्र), बिहार, झारखंड, ओडिशा, उत्तर प्रदेश (पूर्वी क्षेत्र), पश्चिमी बंगाल (NEPZ)और महाराष्ट्र, कर्नाटक, आंध्रप्रदेश, तेलंगाना और तमिलनाडु	9.2	खरीफ
20	सेंट्रल मक्का वीएल स्वीटकॉर्न 1 (एफएससीएच18)	आईसीएआर-वीपीकेएएस, अल्मोड़ा	2016	जम्मू और कश्मीर, उत्तराखंड, हिमाचल प्रदेश, पूर्वोत्तर हिल्स, दिल्ली, पंजाब, हरियाणा, पश्चिमी यूपी, कर्नाटक, तमिलनाडु, तेलंगाना और आंध्रप्रदेश, राजस्थान, गुजरात, मध्य प्रदेश और छत्तीसगढ़)	10.8	खरीफ
21	एनएससीएच-12 (मिष्ठी)	नुजिवीडूसीड्सलिमिटेड, हैदराबाद	2013	जम्मू और कश्मीर, हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, पंजाब, हरियाणा, दिल्ली, उत्तर प्रदेश, आंध्रप्रदेश, तमिलनाडु, कर्नाटक, महाराष्ट्र, अरुणाचल प्रदेश, असम, मणिपुर, मेघालय, मिजोरम, नागालैंड और त्रिपुरा	14.9 (ग्रीन ईयर यील्ड)	खरीफ
22	एचएससी 1	सीसीएसएचएयू, करनाल	2010	हिमाचल प्रदेश और उत्तराखंड	12	खरीफ
23	विन ऑरेंज स्वीटकॉर्न	शीतकालीन नर्सरी केंद्र, आईसीएआर-आईआईएमआर, हैदराबाद	2005	जम्मू और कश्मीर, उत्तराखंड, एनईएच क्षेत्र और हिमाचल प्रदेश		खरीफ

मोमी मक्का (Waxy Corn)

मोमी मक्का की उत्पति चीन में हुई थी जिसका अमेरिका में बड़े पैमाने पर औद्योगिक अनुप्रयोगों में उपयोग किया जा रहा है। मोमी मक्का का दाना मोम जैसा दिखता है और इसमें 100 प्रतिशत एमाइलोपेक्टिन स्टार्च होता है जबकि पारंपरिक (सामान्य) मक्का में स्टार्च का लगभग 30 प्रतिशत एमाइलोज और 70 प्रतिशत एमाइलोपेक्टिन होता है। मोमी मक्का की उपज क्षमता कम होती है, इसलिए अनुबंध खेती (कांट्रैक्ट फार्मिंग) की आवश्यकता पर जोर दिया जाना चाहिए ताकि उद्योगों द्वारा मोमी मक्का को प्रीमियम मूल्य पर खरीदा जा सके।

हाई ऑयल कॉर्न (अधिक तेल वाला मक्का)

भारत ने अतीत में उच्च तेल मक्का जर्मप्लाज्म का आयात किया है, लेकिन उच्च तेल मक्का पर कोई निरंतर अनुसंधान प्रयास नहीं किया गया है। सामान्य तौर पर, उच्च तेल वाली मक्का की तुलना में पारंपरिक मक्का में तेल की मात्रा 3–4 प्रतिशत के बीच होती है। उच्च तेल वाली मक्का की लाइनों में, कुल तेल का 95 प्रतिशत जर्म (भ्रूण) में मौजूद होता है जो 6 प्रतिशत से अधिक होता है। संयुक्त राज्य अमेरिका में उच्च तेल मक्का की खेती अनुबंध के आधार पर की जाती है और किसानों को लाभकारी मूल्य का भुगतान किया जाता है। प्रीमियम के आधार पर नहीं बिकने के कारण भारत में इसकी खेती किफायती नहीं है। इसकी खेती भी अलगाव में की जाती है। मक्का के तेल में संतृप्त फैटी एसिड की मात्रा कम होने के कारण इसे खाना पकाने के लिए सबसे अच्छी गुणवत्ता वाले तेलों में से एक माना जाता है।

सारांश

भारतीय किसान, विशेष रूप से परिनगरीय क्षेत्रों में, विशेष मक्का की खेती को अपनाकर अपनी कृषि लाभप्रदता बढ़ा सकते हैं। स्वीट कॉर्न और बेबी कॉर्न की कम शेल्फ–लाइफ (जल्दी खराब होने की प्रवृति) के कारण इनकी परिनगरीय क्षेत्र में खेती की सिफारिश की जाती है। वर्तमान समय में विशेष मक्का की बढ़ती मांग और लोकप्रियता ने किसानों को सामान्य मक्का के अलावा विशेष मक्का की खेती करने के लिए आकर्षित किया है, जिससे भविष्य में किसानों को फसल का उचित मूल्य मिलेगा और उनकी आय में वृद्धि होगी।

भारतीय भाषाएँ नदियाँ हैं और हिन्दी महानदी। हिन्दी देश के सबसे बड़े हिस्से में बोली जाने वाली भाषा है। हमें इस भाषा को राष्ट्रभाषा के रूप में स्वीकार करना चाहिए। मैं दावे के साथ कह सकता हूँ कि हिन्दी के बिना हमारा काम नहीं चल सकता है।

– रवीन्द्रनाथ टैगोर

रंगीन मक्काः प्रकार और खाद्य उपयोगिता

भारत भूषण[1], बहादुर सिंह जाट[1], प्रदीप कुमार[1], मनोज कुमार महावर[2], भूषण बिब्बे[3], सुमित कुमार अग्रवाल[1]
प्रियाजोय कर[1] सतीश कुमार[3] एवं मनेश चंद्र डागला[1]
[1]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)
[2]भाकृअनुप–केन्द्रीय कपास प्रौद्योगिकी अनुसंधान संस्थान, मुम्बई (महाराष्ट्र)
[3]भाकृअनुप–प्याज और लहसुन अनुसंधान निदेशालय, पुणे (महाराष्ट्र)
संवादी लेखक का ई–मेलः 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 गेहूं 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 गेहूं 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 फ्लिंट 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 फ्लिंट 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, बैगनी 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 काफ़ी 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 नही हो पाता है जिससे देश में मक्का की मांग को पूरा नही कर पाती है। इसलिए इन क्षेत्रों में स्थानीय लोग इसे उगाकर स्वयं के लिए ही उपयोग करते है।

मक्का में रंग के लिए कई वर्णक जिम्मेदार होते है और हर रंग में हल्के, मध्यम और गहरे शेड्स मिलते है। यह शेड्स वर्णक (पिग्मेंट) 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 फ्लिंट कॉर्न (Flint corn) की श्रेणी में रखा जा सकता है। फ्लिंट 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 सडकों 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 थी। 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।

रंगो 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 सबंधित निर्णय लेते हैं। रंगीन फल और सब्जियाँ प्रत्यक्ष रूप से यह सुझाव देते हुए नजर आते है 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। कंपनियो 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 स्त्रोत

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 है 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 है। 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 है। इस दृष्टि से रंगीन मक्का किसी भी खाद्य–आधारित उद्योग में खाद्य पदार्थो 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 है। 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 अलगाव 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 है 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 पेलार्गोनिडिन (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 श्रेणीयों 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 हैं। 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 फ्लोबैफीन 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 (पेलार्गोनिडीन)	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 शेंक (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। बैंगनी 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 सॉल्वैंट्स 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 मेथिलिकरण (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 बेक्ड 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 है।

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 रुप 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 परिवाहक (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 सामाग्री के रूप में भी इस्तेमाल करते है।

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 दोनो ही एक है।
हमारा कर्तव्य यह है कि हम अपना
राष्ट्रीय कार्य हिन्दी भाषा में करें।

– महात्मा गाँधी

मोमी मक्काः 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–मेलः das-myself@gmail.com

मोमी मक्का का इतिहास

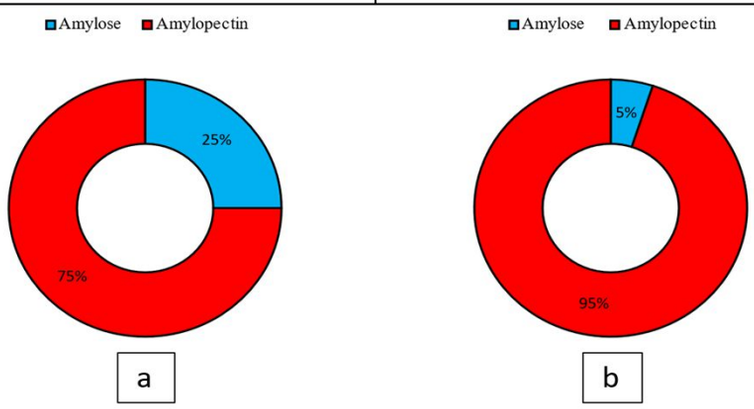
मक्का (जीया मेज) भारत में चावल और गेहूं के बाद तीसरी सबसे महत्वपूर्ण अनाज फसल है। मक्का मुख्य रूप से खाद्य, चारा, सौदंर्य और दवाई उद्योगों के साथ–साथ बायोएथेनॉल उत्पादन में कच्चे माल के रूप में उपयोग किया जाता है। फसल के जीवन चक्र के विभिन्न चरणों में मक्का पौधे के प्रत्येक भाग का उपयोग विभिन्न प्रकार 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 पहलूः

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।

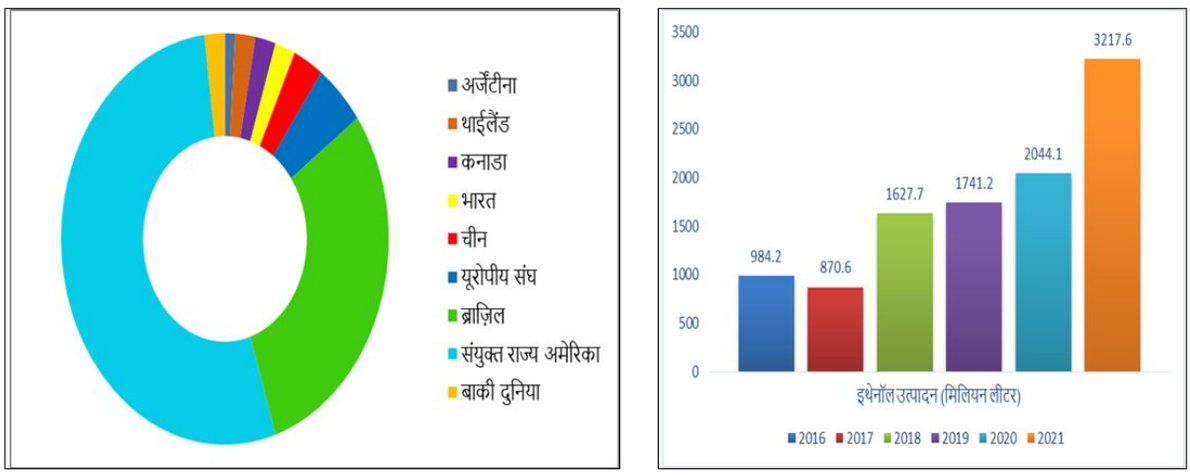
जैव इथेनॉल उत्पादनः

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। इधर अल्कोहल, या इथेनॉल, एक रंगहीन, ज्वलनशील और वाष्पशील तरल पदार्थ है जिसका पेय पदार्थों, सॉल्वैंट्स 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) मार्कर्रों 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

बदलती जलवायु के नकारात्मक प्रभाव के प्रति मक्का की प्रतिरोधक क्षमता बढ़ाने में जंगली प्रजातियों का उपयोग

प्रिया गड़कोटी, श्रुति कश्यप, वरलक्ष्मी एस. एवं एन. के. सिंह
गोविन्द बल्लभ पंत कृषि एवं प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, पंतनगर (उत्तराखंड)
संवादी लेखन का ई–मेल : narendraksingh2@gmail.com

मक्का (ज़िया मेज) अपनी उच्च आनुवंशिक उपज क्षमता तथा मिट्टी और जलवायु परिस्थितियों के लिए व्यापक अनुकूलन क्षमता के कारण भविष्य की एक उभरती हुई अनाज की फसल है। यह ऐसी फसल है जिसे रबी, खरीफ और बसंत ऋतु में उगाया जा सकता है और इसका भोजन, चारा और औद्योगिक उपयोगिता इसे किसानों की आय बढ़ाने के लिए एक उम्मीदवार फसल बनाते हैं। मक्का अनाजों की रानी है और इसकी उच्च आनुवंशिक उपज क्षमता के कारण शीर्ष तीन अनाज फसलों, यानी चावल, गेहूं और मक्का में से एक है। मक्का सी–4 फसल होने के कारण किसी भी अन्य अनाज की फसल की तुलना में कम समय में अधिक उत्पादकता प्रदान करती है।

एक व्यावहारिक मक्का प्रजनन कार्यक्रम का प्रमुख लक्ष्य विभिन्न कृषि–पारिस्थितिकीय और सामाजिक–आर्थिक स्थितियों के लिए उच्च उपज, तनाव सहिष्णु, पोषण में वृद्धि के साथ बेहतर अनुकूलित किस्मों या संकरों को विकसित करना है। चूंकि मानव आबादी वर्तमान समय में जलवायु परिवर्तन की एक नई चुनौती का सामना कर रही है, अतः हमें उच्च उत्पादन के साथ–साथ जैविक और अजैविक तनाव प्रतिरोधी फसलों के प्रजनन पर अपना ध्यान केंद्रित करने की आवश्यकता है। फसल प्रजनन प्रक्रिया के दौरान, एक निश्चित विविधता के लिए पर्यावरणीय तनावों (नमी तनाव, उच्च तापमान, और पाला) और/या मिट्टी की स्थिति (अम्लता, लवणता, क्षारीयता) आदि के प्रति सहिष्णुता, अनाज की गुणवत्ता और अन्य मूल्य वर्धित विशेषताओं में सुधार करना आवश्यक है। संकर ओज अवधारणा को विकसित करने में मक्का फसल ने अग्रणी भूमिका जिसने निभाई है और सिंगल–क्रॉस हाइब्रिड, डबल–क्रॉस हाइब्रिड और थ्री–वे क्रॉस हाइब्रिड के रूप में संकर ओज क्षमता प्रभावी ढंग से दोहन किया है। इन सभी संकर किस्मों ने मक्का आनुवांशिक उपज क्षमता को बढ़ाने में महत्वपूर्ण योगदान दिया है।

मक्का के जंगली स्वरूप से खेती योग्य स्वरूप बनाने और चयनात्मक प्रजनन के अलावा वांछनीय पुनः संयोजक के चयन के लिए प्राथमिक जीन पूल के बीच निरंतर जीनोमिक फेरबदल के परिणामस्वरूप एक संकीर्ण अनुवांशिक आधार और विभिन्न उपयोगी लक्षणों का आनुवंशिक क्षरण हुआ है। पर्यावरण अनुकूलता, कैनोपी और उपज से संबंधित युग्म विकल्पों के नुकसान के कारण, संकीर्ण आनुवांशिक आधार, जलवायु परिवर्तन के कारण जैविक और अजैविक तनावों की परिवर्तित गतिशीलता के तहत पर्याप्त उपज के लिए मक्का की प्रजाति विकसित करने में बाधा डाल सकता है। इस प्रकार, जंगली प्रजातियों और पूर्वजों की ओर ध्यान केंद्रित करना, उपयोगी जंगली युग्म विकल्पों को स्थानीय बनाकर आनुवांशिक आधार को व्यापक बनाना अधिक अनिवार्य हो गया है। मक्का की विभिन्न जंगली प्रजातियां, तथा उनकी गुणसूत्र संख्या तालिका 1 में दर्शायी गयी है।

तालिका 1 – मक्का की विभिन्न जंगली प्रजातियां, उनकी गुणसूत्र संख्या एवं सामान्य नाम

प्रजातियां	गुणसूत्र संख्या (2n)	सामान्य नाम
ज़िया मेज उप-समूह इल्टिस	20	मक्का
ज़िया मेज उप-समूह मेक्सिकाना	20	टीओसिंटे
ज़िया मेज उप-समूह पार्विग्लूमीस	20	बालसास टीओसिंटे
ज़िया डिप्लोपेरेनिस	20	डिप्लोपेरेनियल टीओसिंटे
ज़िया लक्ज़रीअन्स	20	मैज़ डी मोंटे, फ्लोरिडा टीओसिंटे और ग्वाटेमाला टीओसिंटे
ज़िया निकारागुएनसीस	20	निकारागुएन टीओसिंटे
ज़िया पेरेनिस	40	टेट्राप्लोइड टीओसिंटे, बारहमासी टीओसिंटे

टीओसिंटे जंगली मक्का की प्रजातियों का एक समूह है जिसमें वार्षिक और बारहमासी द्विगुणित प्रजातियों (2n= 20) के साथ–साथ एक चतुर्गुणित प्रजाति (2n=40) शामिल हैं। जंगली प्रजातियों को प्रकृति में अपने स्वतंत्र अस्तित्व के कारण जैविक और अजैविक तनावों की समस्याओं से निपटने के लिए अधिक विविधता और अधिक युग्म विकल्पों के लिए जाना जाता हैं। उपज स्थिरांको से बचने तथा मौजूदा और उभरती हुई जैविक और अजैविक चुनौतियों का मुकाबला करने के लिए इन विशिष्ट युग्म विकल्पों का उपयोग मक्का के प्रदर्शन में सुधार करने के लिए किया जा सकता है। चयनात्मक प्रजनन के बाद अनुकूलन (डोमेस्टिकैशन) ने मक्का को एक अद्भुत फसल बना दिया है। हालांकि, इससे गहन चयन वाले लक्षणों के कई युग्मक रूपों का नुकसान होता है। जननद्रव्य में विविधता लाने और मक्का की क्षमता को बढ़ाने के लिए जंगली युग्म विकल्पों को स्थानीय (घरेलू) बनाकर इनको फिर से परिभाषित किया जा सकता है। मक्का के जंगली प्रजाति टीओसिंटे में जैविक–अजैविक तनावों के लिए प्रतिरोध, उपज में सुधार के साथ–साथ गुणवत्ता में वृद्धि के लिए विविध नए युग्म विकल्प हैं।

पंतनगर के मक्का प्रजनन कार्यक्रम में किए गए शोध के माध्यम से टीओसिंटे में मौजूद अनुवांशिक विविधता की पहचान की गई और तथा विभिन्न प्रजनन कार्यक्रमों में इसका उपयोग किया गया। जंगली प्रजातियों को मक्का की प्रजातियों से संकरण किया गया एवं विभिन्न जैविक और अजैविक तनावों के लिए विभिन्न प्रतिरोधी और सहिष्णु लाइनों का विकास किया जा रहा है (चित्र–1)। हाल ही में टीओसिंटे और मक्का की प्रजाति CAL–159 के क्रॉस से मक्का के पहले अंतरविशिष्ट संकर 2 का विकास किया गया है। टीओसिंटे व्युत्पन्न मक्का विभेदों के मूल्यांकन ने कई सस्य संबंधी लक्षणों, भुट्टा और दाने के लक्षणों, उपज और अनुकूलन में विविधता का प्रदर्शन किया है। विभिन्न आनुवांशिक जांचों के बाद, विभिन्न लक्षणों के लिए लाभकारी

क्वांटिटेटिव ट्रेट लोसाई (क्यूटीएल)/जीन की विभिन्न शोधकर्त्ताओं द्वारा मैपिंग की गई है। टेओसिंट में पाए जाने वाले जीन कॉम्प्लेक्स एवं सस्य संबंधी लक्षणों को बढ़ाने और अनुकूलता में सुधार के लिए अपार क्षमता है। जंगली प्रजातियों में मूल्यवान अनुवांशिक संसाधनों के बावजूद व्यापक शोध और सत्यापन नहीं हुआ है, जिससे उनका कम उपयोग हो रहा है। मक्का और टीओसिंटे में संकरण आसानी से बनाये जा सकते हैं, जबकि मक्का और ट्रिप्सेकम के बीच संकरण मुश्किल हैं लेकिन संभव हैं जिसका उपयोग युग्म विकल्प विविधता में सुधार के लिए जीन हस्तांतरण को पूरा करने के लिए किया जा सकता है साथ ही नए जीन/एलील को स्थानीय बनाने के लिए भी किया जा सकता है। टीओसिंटे की क्षमता को ध्यान में रखते हुए, मक्का जननद्रव्य के विविधीकरण और वृद्धि के लिए टेओसिन्टे का उपयोग किया गया है जैसे कि ज़िया मेज पार्विग्लुमिस, ज़िया मेज मेक्सिकाना, ज़िया डिप्लोपेरेनिस, और ज़िया निकारागाउएन्सिस (तालिका 2)

तालिका 2 – मक्का की जंगली प्रजातियों की विभिन्न उपयोगी विशेषताएं

प्रजातियां	उपयोगी विशेषता
ज़िया मेज उप-समूह मेक्सिकाना	मक्का चित्तीदार तना छेदक के प्रति सहिष्णुता
ज़िया मेज उप-समूह पार्विग्लूमीस	फॉल आर्मीवर्म (*स्पोडोप्टेरा फ्रुजिपर्डा*), मक्के का चित्तीदार तना छेदक एवं ग्रे पत्ती स्पॉट के प्रति सहिष्णुता
ज़िया डिप्लोपेरेनिस	फॉल आर्मीवर्म (*स्पोडोप्टेरा फ्रुजिपर्डा*) के लिए सहिष्णुता मक्का क्लोरोटिक बौना वायरस प्रतिरोध मक्का क्लोरोटिक मोटल वायरस प्रतिरोध मक्का स्ट्रीक वायरस प्रतिरोध मक्का झाड़ी स्टंट माइकोप्लाज्मा प्रतिरोध मक्का पट्टी वायरस प्रतिरोध मक्का स्ट्रीक वायरस प्रतिरोध मक्का झाड़ी स्टंट माइकोप्लाज्मा प्रतिरोध मक्का पट्टी वायरस प्रतिरोध मक्का रायडोफिनोवायरस प्रतिरोध उत्तरी मकई की पत्ती ब्लाइट प्रतिरोध *स्ट्रिगा हर्मोंथिका* के प्रति सहिष्णुता
ज़िया लक्ज़रीअन्स	जलभराव सहिष्णुता
ज़िया निकारागुएनसीस	जलभराव सहिष्णुता

चित्र 1 : पंतनगर में प्रचलित टीओसिंटे इंटरक्रास मक्का की लाइनों का विकास

ज़िया डिप्लोपेरेनिस

डिप्लोपेरेनिस संकर संयोजनों के परीक्षण से यह ज्ञात हुआ हैं की ज़िया डिप्लोपेरेनिस में मिट्टी में कम नाइट्रोजन, सूखा और स्ट्रिगा हर्मथिका परजीवी के प्रति सहनशीलता के लिए उपयुक्त युग्म विकल्प मौजूद हैं । जलवायु परिवर्तन के कई हानिकारक प्रभावों के लिए 21वीं सदी के दौरान अधिक टिकाऊ कृषि पद्धतियों की ओर बदलाव की आवश्यकता होगी। वार्षिक फसलों को बारहमासी फसलों में परिवर्तित करना जो कई वार्षिक विकास चक्रों में फिर से बढ़ने में सक्षम है। बारहमासी फसले अधिक मात्रा में कार्बन ग्रहण कर सकते हैं और वार्षिक फसलों की तुलना में अधिक पानी और मिट्टी के पोषक तत्वों का उपयोग कर सकते हैं। सिद्धांत रूप में उन जीनों की पहचान करने की आवश्यकता हैं जो जंगली प्रजातियों को बारहमासीता प्रदान करते हैं । मक्का की जंगली प्रजाति ज़िया डिप्लोपेरेनिस में बारहमासी पुनर्वृद्धि को नियंत्रित करने वाले दो प्रमुख लोसाई, पहले क्रोमोसोम 2 (रेग 1) और क्रोमोसोम 7(रेग 2) को मैप किया गया है। विभिन्न शोधकर्ताओं द्वारा डिप्लोपरेनिस में ठंड प्रतिरोध की भी पुष्टी की गई है। चित्र 2 में पंतनगर में अनुरक्षित ज़िया डिप्लोपेरेनिस को दर्शाया गया है।

तलिका 3 : ज़िया मेज उप–प्रजाती निकारागुएनसीस के कुछ विशेष लक्षण

लक्षण	मानक
पौध ऊंचाई	220 से 340 सेमी
टेसल की लम्बाई	35 से 40 सेमी
टिलर की संख्या	6 से 8 सेमी
प्रति पौध भुट्टो की संख्या	24 से 36
पुष्पण दिवस	76 से 93

ज़िया लक्ज़रीअन्स

माना जाता है कि बाढ़ या गीली परिस्थितियों में विकसित होने वाले टीओसिंटे ने कई अनुकूल विशेषताएं विकसित की हैं। अतः यह मक्का जीनोम के साथ संकरण करने पर मिट्टी की अतिरिक्त नमी की समस्या को दूर करने के लिए उपयोगी हो सकती हैं। लक्ज़रीअन्स जननद्रव्य जेएसजी–593 को ओक्साका, मेक्सिको में उच्च वर्षा 3669 मिमी वाले स्थानों के लिए अनुकूलित किया गया है। उच्च बायोमास और हरे रंग (स्टे ग्रीन) की विशेषता होने के कारण, यह प्रजाति चारा प्रयोजन और संरक्षित चारा बनाने के लिए भी एक संभावित स्रोत हो सकती है।

ज़िया मेज उप–प्रजाती पार्विग्लूमिस

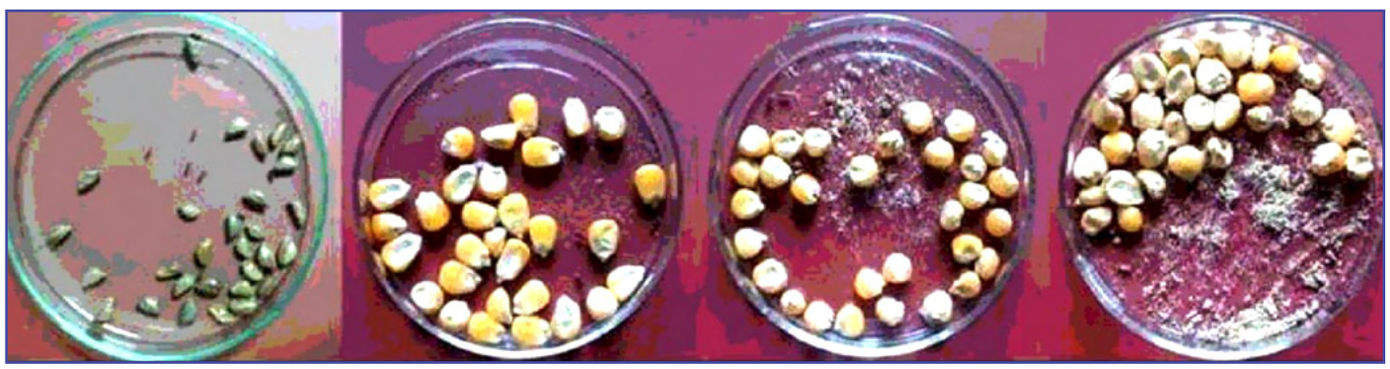
पार्विग्लूमिस टीओसिंटे मक्का का पूर्वज हैं और विभिन्न जैविक और अजैविक तनावों के विरुद्ध सहिष्णुता विशेषता रखता है। मक्का की इनब्रेड लाइन के साथ ज़ीया मेज पार्विग्लुमिस को क्रॉस करने से बैंडेड लीफ एवं शीथ ब्लाइट, मेडिस लीफ ब्लाइट, लाल आटा भृंग, और उच्च प्रोटीन के लिए क्यूटीएल की पहचान की गई है। इसके अलावा पुष्प व्यवहार में नर पूर्वता से स्त्री पूर्वता तक परिवर्तन, एक से अधिक भुट्टे, स्टे ग्रीन, उच्च घनत्व रोपण के लिए उपयुक्त पत्ती और तने के बीच कम कोण एवं उच्च हरे बायोमास उत्पादक संकर भी पहचाने गए। ज़िया मेज उप– प्रजाती पार्विग्लूमिस के कुछ विशेष लक्षण तलिका 4 में दर्शाये गए हैं।

तलिका 4 – ज़िया मेज उप– प्रजाती पार्विग्लूमिस के कुछ विशेष लक्षण

लक्षण	मानक
पौध ऊंचाई	202 से 308 सेमी
टेसल की लम्बाई	23 से 32 सेमी
टिलर की संख्या	10 से 13 सेमी
प्रति पौध भुट्टो की संख्या	35 से 42
पुष्पण दिवस	76 से 93

टेओसिंटे कीट के प्रति प्रतिरोधी पाया गया है जबकि प्रतिरोध स्त्रोत अन्य मक्का विभेदों में दुर्लभ हैं इसीलिए, बैकक्रॉस इनब्रेड लाइन (बीआईएल) मैपिंग पौधो की पीढ़ी विकास के लिए, लाल आटा बीटल अतिसंवेदनशील मक्का इनब्रेड लाइन डी आई –103 का संकरण टीओसिंटे से, प्रतिरोध प्रदान करने वाले जीनोमिक क्षेत्रों की पहचान करने के उद्देश्य से किया गया । संचयी संवेदनशीलता सूचकांक (सीएसआई) के आधार पर, 83 बीआईएल को प्रतिरोधी के रूप में अंकित किया गया और इन्हे मक्का सुधार कार्यक्रमों में आटा बीटल प्रतिरोध के लिए दाता जनक के रूप में उपयोग किया जा सकता है (चित्र 4)।

मक्का में प्रोटीन की समस्या को हल करने के लिए एक बीसी1एफ2:3 आबादी विकसित और परीक्षण की गई। मक्का इनब्रेड लाइन सीएमएल–451 और टेओसिंटे (ज़िया मेज पार्विग्लूमिस) के बीच क्रास किया गया। जिसके परिणाम दर्शाते है कि सीएमएल – 451 की तुलना में टियोसिन्टे इंटरक्रास मक्का लाइनों में प्रोटीन की मात्रा में 41.42 % का सुधार हुआ है ।



चित्र 4 : ज़िया मेज उप–प्रजाती पार्विग्लूमिस (सीएसआई =0), मक्का (एमटी 39) = 0.7, मक्का (एमटी 69) (सीएसआई =0.8), डीआई 103 (सी एस आई = 2.039) (दाएं से बाएं)

ट्रिप्सैकम

शोधकर्ता मौजूदा रूटवॉर्म प्रबंधन रणनीतियों की सीमाओं को दूर करने और प्रभावी प्रबंधन विकल्प स्थापित करने के लिए पूर्वी गामाग्रास (ट्रिप्सैकम डैक्टाइलोइड्स) जननद्रव्य का उपयोग करके नई मक्का लाइनें विकसित कर रहे हैं जो रूटवर्म के लिए प्रतिरोधी है ।

वांछनीय एलील के अलावा, मक्का (टीओसिंटे) के जंगली प्रजातियों में कई अवांछनीय जीन और युग्म विकल्प भी शामिल होते हैं,जो वांछनीय युग्म विकल्प के साथ जीन सहलग्नता दिखाकर विकसित लाईनों की दक्षता को कम कर देते हैं। बैकक्रॉस्ड इनब्रेड लाइनों के बीच नियंत्रित संकरण द्वारा लिंकेज ड्रैग को कम करने के लिए एक नई रणनीति विकसित की गई। इसके अलावा, इन–विवो डबल हैप्लोइड (डीएच) तकनीक नामक एक उन्नत तकनीक को शामिल किया गया है, जो काफी कम समय सीमा के भीतर विशिष्ट युग्म विकल्प को ले जाने वाली समयुग्मक लाइनों के विकास और पहचान में तेजी लाने के लिए है। इस प्रकार, नई विधियों को एकीकृत करके और जंगली प्रजातियों को शामिल करते हुए इनब्रीडिंग प्रजनन तकनीकों को नियोजित करके, हम वांछनीय जंगली युग्म विकल्प के प्रभुत्व को तेज कर सकते हैं। यह दृष्टिकोण भारतीय मक्का जननद्रव्य के तेजी से विविधीकरण और विकास की सुविधा प्रदान करता है। संपुष्ट जननद्रव्य के उपयोग से जलवायु–अनुकूलन संकरों के विकास की अपार संभावनाएं हैं। ये संकर मक्का उत्पादन को बनाए रखने, उत्पादकता बढ़ाने, किसानों की आय बढ़ाने और रोजगार के अवसर पैदा करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते हैं।

भारत में मक्का आधारित फसल विविधीकरण का महत्व

शंकर लाल जाट[1], राधेश्याम[2], अनूप कुमार[1], स्मृति रंजन प्रधान[2], भूपेंद्र कुमार[1], दीप मोहन महला[1], शांति देवी बम्बोरिया[2], पीएच. रोमेन शर्मा[1] एंव सुजय रक्षित[3]

[1]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, दिल्ली इकाई (नई दिल्ली)

[2]भाकृअनुप–भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (नई दिल्ली)

[3]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)

संवादी लेखक का ई–मेलः sliari@gmail.com

चावल– गेहूँ फसल प्रणाली भारत और दक्षिण एशिया में सबसे बड़ी फसल प्रणाली है। खाद्य सुरक्षा के लिए हरित क्रांति के समय इस प्रणाली की सबसे महत्वपूर्ण भूमिका रही है। इसके साथ उन्नत बीजों, बेहतर फसल प्रबंधन, जिसमें सिंचाई और उर्वरकों का प्रयोग और फसलों के न्यूनतम समर्थन मूल्य (एमएसपी) के तहत सुनिश्चित खरीद के कारण 1960 के दशक के मध्य से उत्तर–पश्चिम भारत के पंजाब और हरियाणा राज्यों में चावल और गेहूँ का क्षेत्रफल बढ़ने लगा, साथ ही उत्पादकता में लगातार वृद्धि हुई। बल्कि, अन्य फसलें जैसे मक्का, दलहन, तिलहन (सरसों) और कपास जैसी अन्य फसलों को पीछे छोड़ दिया गया। हालांकि गेहूँ, वर्षों से इस क्षेत्र में एक प्रमुख फसल रही है, बल्कि चावल को भी यहाँ नई फसल के तौर पर उगाया जाने लगा। उत्तर–पश्चिमी भारत–गंगा के मैदानों में चावल–गेहूँ फसल प्रणाली के प्रतिकूल पर्यावरणीय और आर्थिक प्रभाव को देखते हुए समय रहते कीमती प्राकृतिक संसाधनों का संरक्षण करते हुए पौष्टिक खाद्य उत्पादन को स्थायी रूप से बढ़ाने के लिए, हमें संसाधन कुशल फसल प्रणाली के विकास के लिए बहु–आयामी रणनीतियों की आवश्यकता है। इसके लिए फसल प्रणाली आधारित विविधीकरण एक बेहतर विकल्प हो सकता है जो मुख्यतः तीन मुद्दों पर आधारित है, 1– फसलों की पानी की आवश्यकता 2–आर्थिक बचत 3–संभावित बाजार मांग। अपेक्षाकृत कम पानी की आवश्यकता, बाजार की संभावित मांग और आर्थिक आमदनी को ध्यान में रखते हुए प्रमुख फसलें जिनमें मक्का एक प्रमुख फसल है जो खरीफ में धान की जगह कम पानी के साथ उगाया जा सकता है । और रबी में गेहूँ की जगह सरसों और चना उगाया जा सकता है। जायद में कम अवधि वाली मूंग इन वैकल्पिक फसल–आधारित फसल प्रणालियों में उत्कृष्ट रूप से समायोजित हो सकती है, जिससे किसानों को अतिरिक्त आय और मिट्टी की अतिरिक्त उर्वरता सुनिश्चित होती है। इस संदर्भ में, "मक्का आधारित सघन फसल–प्रणाली विविधीकरण" पारंपरिक धान–गेहूँ फसल प्रणाली की तुलना में अधिक लाभदायक और किसानों को एक नई दिशा देगा । जिससे किसानों, उपभोक्ताओं और पर्यावरण को लाभ होगा।

मक्का

भारत में मक्का (जिया मेज एल.) चावल और गेहूँ के बाद तीसरी सबसे महत्वपूर्ण फसल है । जिसका क्षेत्रफल लगभग 9.6 मिलियन हेक्टेयर और उत्पादन लगभग 31 मिलियन टन है। मक्का वर्ष भर उगाई जाने वाली फसल है। उत्तर भारत में मुख्यतः खरीफ के दौरान उगाई जाती है, जो खरीफ मौसम के दौरान चावल की खेती में विविधता लाने की क्षमता रखता है। रबी सीजन के दौरान गेहूँ/सरसों की खेती में विविधता लाने का एक विकल्प हो सकता है। मक्का एक लाभकारी फसल है, क्योंकि इसको खाद्य, चारा व औद्योगिक फसल के रूप में लिया जा सकता है । मक्का में चावल से एक तिहाई और गन्ने से एक चौथाई से भी कम पानी की आवश्यकता होती है, जिसकी फसल अवधि (100–110 दिन) अपेक्षाकृत चावल (120 दिन) और गन्ना (300 दिन) से कम होती है। एक किलो चावल के उत्पादन के लिए 3000–5000 लीटर पानी के मुकाबले एक किलोग्राम मक्के के दाने के लिए 800–1000 लीटर पानी की आवश्यकता होती है। मक्का फसल अवशेष चावल की तुलना में अधिक नत्रजन (कम कार्बन : नत्रजन) होने के कारण

जल्दी अपघटन होता है । इस प्रकार मिट्टी में जैविक कार्बन बढ़ाने और मिट्टी की गुणवत्ता में सुधार करने की क्षमता होती है। मक्का, विशेष रूप से विशेष मकई (बेबी कॉर्न, स्वीट कॉर्न) को प्रभावी रूप से जैविक प्रणाली के तहत एकल फसल या अन्य सब्जियों के साथ अंतर–फसल के रूप में अर्ध–शहरी कृषि में उगाया जा सकता है, जिससे किसानों को अतिरिक्त आय का अवसर मिलता है। मक्का–गेहूँ प्रणाली धान–गेहूँ प्रणाली की तुलना में उच्च उत्पादकता वाली प्रणाली है, क्योंकि गेहूँ की फसल की जल्दी बुवाई के कारण अवसान ऊष्मागतिक ताप से बचा जा सकता है। धान (3700–4700 किग्रा कार्बन डाइऑक्साइड के बराबर/हेक्टेयर) की तुलना में मक्के (900–1400 किग्रा कार्बन डाइऑक्साइड के बराबर/हेक्टेयर) में ग्लोबल वार्मिंग क्षमता बहुत कम है। मीथेन उत्सर्जन के कारण चावल का उत्पादन लगभग 300–400 किलोग्राम कार्बन डाइऑक्साइड के बराबर/हेक्टेयर देता है, जबकि मक्का की खेती मे मीथेन उत्सर्जन नहीं देखा गया है। चावल के उत्पादन में 2925 किलोवाट/हेक्टेयर की बिजली खपत होती है, बल्कि मक्का में केवल 278 किलोवाट/हेक्टेयर बिजली की खपत होती है ।

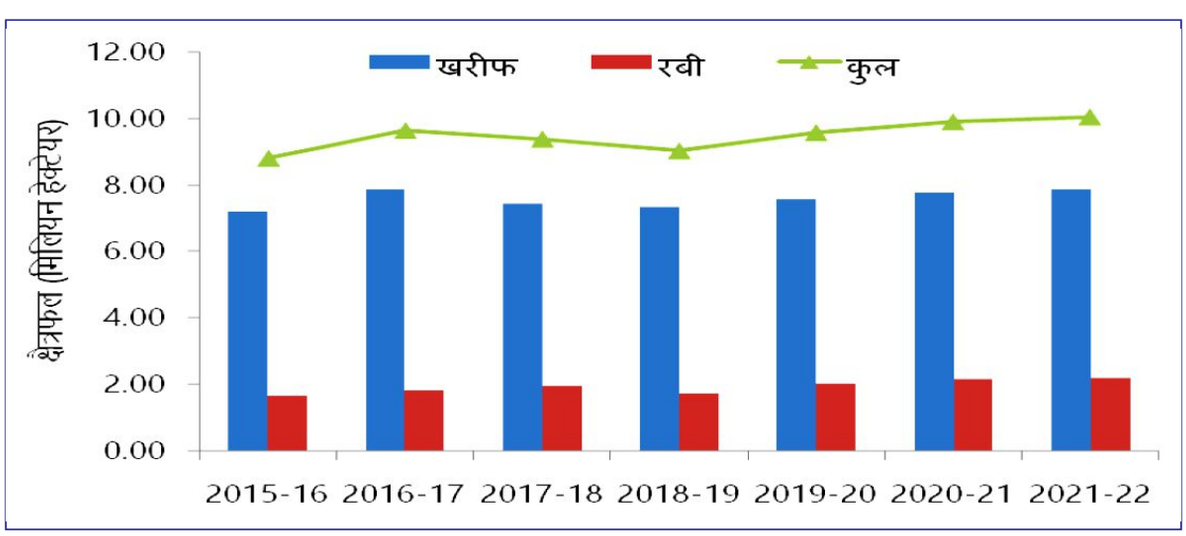
मक्के का औद्योगिक उपयोगः चारा, स्टार्च, साइलेज और एथेनॉल उत्पादन में किया जाता है। इसके अलावा विशेष मक्का, जैसे बेबी कॉर्न, स्वीट कॉर्न, नाश्ते के अनाज, स्नैक्स, पॉपकॉर्न और प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों में विशिष्ट स्थान रखता है। बड़ी मात्रा में अच्छी गुणवत्ता (सूखा और एफ्लाटॉक्सिन मुक्त) मक्का की आपूर्ति से राज्यों में ऐसे उद्योगों की स्थापना में संभावित मदद मिल सकती है, और अनुबंध खेती को प्रोत्साहित किया जा सकता है। जिससे रोजगार पैदा करने और पर्यावरण को सुरक्षित रखते हुए किसान और उद्योगों दोनों को लाभ होगा।

- चारा उद्योग : उच्च ऊर्जा, मूल्य और कम रेशेदार सामग्री जैसे कम पोषण–विरोधी गुणों के साथ मक्का की चारा उद्योग में जबरदस्त माँग है। वर्तमान में 47% से अधिक मक्का का उपयोग पोल्ट्री फीड में और 13% पशु आहार में किया जाता है चारा उद्योग का वर्तमान क्षेत्र 85–90 मिलियन टन है। चारा क्षेत्र में 8% की अनुमानित वृद्धि दर के साथ, विशेष रूप से पोल्ट्री और पशु आहार में, मक्का की माँग कई गुना बढ़ जाएगी। इस संबंध में पंजाब और हरियाणा मक्का के प्रमुख आपूर्तिकर्ता हो सकते है।
- स्टार्च उद्योग : भारत में स्टार्च उद्योग की पेराई/अनुमानित क्षमता लगभग 65 लाख टन है। स्टार्च उद्योग में मक्का सबसे आम कच्चा माल है। स्टार्च उद्योग में 5.1% की अनुमानित वृद्धि के साथ मक्का की मांग और बढ़ने वाली है। मक्का स्टार्च की भोजन, कागज, दवा, कपड़ा उद्योग में व्यापक उपयोगिता है और इसका उपयोग जैव–प्लास्टिक के उत्पादन के लिए किया जा सकता है, जो प्लास्टिक प्रदूषण के मुद्दे को हल करने का एक तरीका है। मक्का की स्थिर आपूर्ति से क्षेत्र में रोजगार सृजन के रास्ते खुलने की संभावना बनती है ।
- इथेनॉल उद्योगः सरकार ने 5% के वर्तमान लक्ष्य से 2030 तक पेट्रोल के 10% जैव–इथेनॉल सम्मिश्रण का लक्ष्य निर्धारित किया है, जिसे कार्बन उत्सर्जन को रोकने और आयातित कच्चे तेल पर भारत की निर्भरता को कम करने के लिए 2030 तक 20% तक पहुंचने का लक्ष्य रखा गया है। 5% लक्षित सम्मिश्रण के साथ इथेनॉल की मांग 4.2 बिलियन लीटर है, जो 2022 तक 10% सम्मिश्रण लक्ष्य के साथ 6 बिलियन लीटर को पार करने के लिए निर्धारित है, और 2030 तक 20% सम्मिश्रण लक्ष्य के साथ मांग 10 बिलियन लीटर को पार कर जाएगी। इसके मुकाबले जैव –इथेनॉल का मौजूदा उत्पादन करीब 3.0 अरब लीटर है। गन्ना भारत में जैव– इथेनॉल का मुख्य स्रोत है, जबकि दुनिया भर में मक्का के दानों का इथेनॉल उत्पादन के लिए बड़े पैमाने पर उपयोग किया जाता है। गन्ने से इथेनॉल की उपज् 5000 लीटर/हेक्टेयर (70 टन/हेक्टेयर गन्ने की उपज) है जबकि मक्का 2000 लीटर/हेक्टेयर (5 टन/हेक्टेयर अनाज की उपज) देता है। इथेनॉल उत्पादन में मक्का एक मूल्यवान उप–उत्पाद के रूप में एक उच्च प्रोटीन और तेल समृद्ध पौष्टिक फीड डीडीजीएस (डिस्टिलरीज सूखे अनाज और घुलनशील) भी देता है। 12.5% की विकास दर

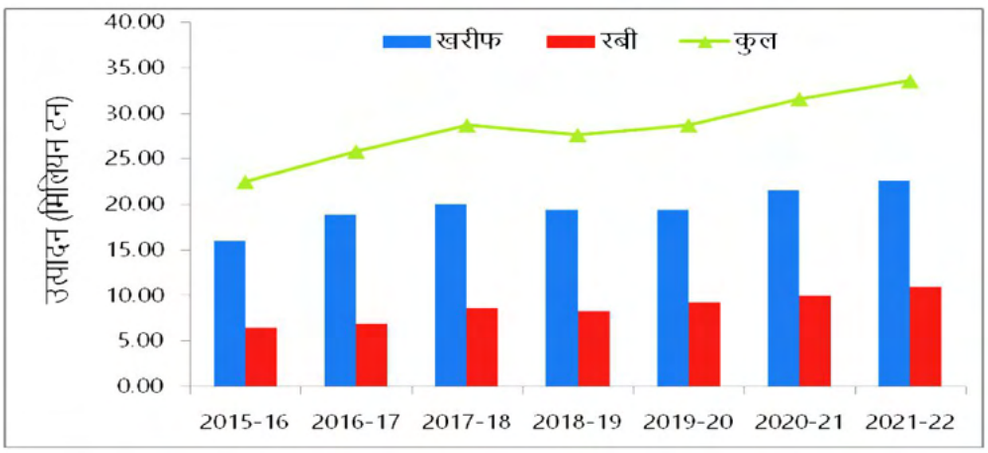
के साथ इथेनॉल उद्योग मक्का अनाज के लिए भारी बाजार मांग पैदा कर सकता है।

- प्रसंस्कृत खाद्य उद्योग : प्रसंस्कृत खाद्य उद्योग में स्नैक्स, नाश्ता अनाज और खाद्य पदार्थ तैयार करने के लिए लगभग 10 लाख टन मक्का की खपत होती है। 11.5% विकास दर के साथ प्रसंस्कृत खाद्य उद्योग उत्पादित मक्का के महत्वपूर्ण अनुपात को अवशोषित कर सकता है। पॉपकॉर्न उद्योग का वर्तमान आकार लगभग 90,000 टन है, जिसका बाजार पूंजीकरण लगभग रु. 550 करोड़ है । हालाँकि, 40% पॉपकॉर्न मुख्य रूप से अमेरिका से आयात किया जाता है। बेबी कॉर्न और स्वीट कॉर्न में ग्रामीण उद्यमिता सृजित करने और अपने उप–उत्पादों के साथ डेयरी उद्योग के पूरक के रुप में अतिरिक्त लाभ के साथ अंतर्राष्ट्रीय बाजार को पकड़ने की भी बड़ी क्षमता है।
- चारे और आजीविका के वैकल्पिक स्रोत के रूप में साइलेज मक्का : 4–5 मिलियन टन के मौजूदा बाजार आकार के साथ मक्का साइलेज की विशाल क्षमता है। डेयरी क्षेत्र में लगभग 4. 5% की वृद्धि दर के साथ साइलेज व्यवसाय की महत्वपूर्ण भूमिका होने जा रही है। लगभग 80 दिनों की अवधि के साथ साइलेज मक्का फसल की तीव्रता में काफी वृद्धि कर सकता है, और किसानों की आय को दोगुना करने में मदद कर सकता है।

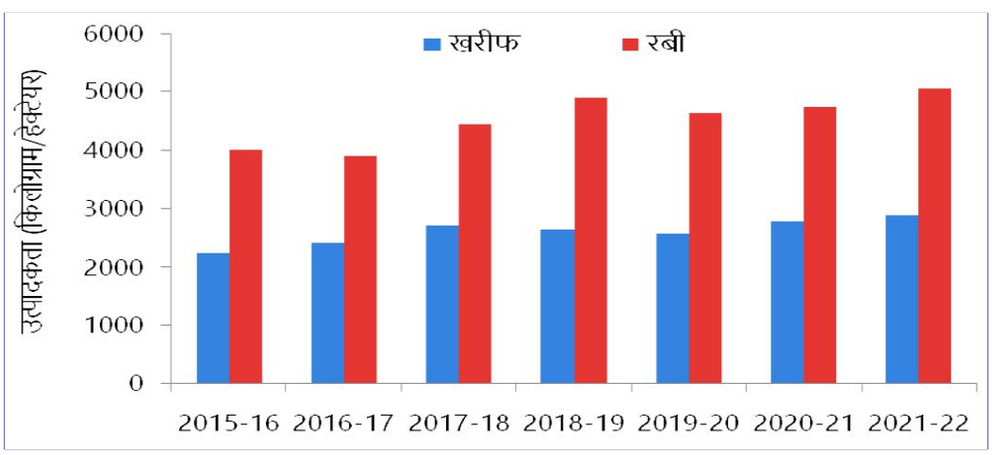
भोजन, चारे और स्टार्च के रूप में संचयी माँगों ने देश में मक्का उत्पादन को प्रेरित किया है, जो 1960 के दशक की तुलना में 12 गुना से अधिक बढ़ गया है। हालांकि, संबंधित मक्का आधारित उद्योगों में अनुमानित विकास दर, मक्का की मांग 2030 तक लगभग 43 मिलियन टन होने की उम्मीद है वर्तमान उत्पादन स्तर लगभग 33 मिलियन टन, क्षेत्रफल 10 मिलियन हेक्टेयर, खरीफ उत्पादकता (2849 किलोग्राम/हेक्टेयर) और रबी उत्पादकता (5046 किलोग्राम/हेक्टेयर) और औसतन उत्पादकता 3349 किलोग्राम/हेक्टेयर है। इस प्रकार, इस बात की अपार संभावना है कि घरेलू बाजार में मक्का की बढ़ी हुई माँग ही बढ़े हुए उत्पादन को अवशोषित कर सकती है। मक्का की अंतर्राष्ट्रीय माँग भी बहुत अधिक है और दक्षिण–पूर्व एशियाई देशों में मक्का की आवश्यकता को पूरा करने के लिए भारत देश में रणनीतिक लाभ है।



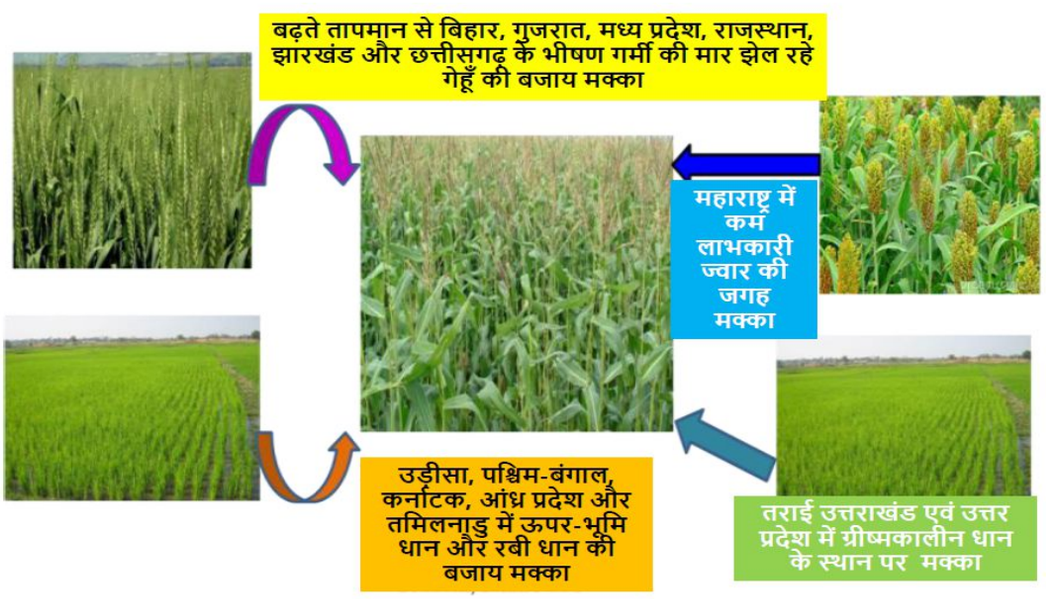
लेखाचित्र 1 : भारत में विभिन्न वर्षो से मक्का का बढ़ता हुआ क्षेत्रफल



लेखाचित्र 2 : भारत में विभिन्न वर्षो से मक्का का बढ़ता हुआ उत्पादन स्तर



लेखाचित्र 3 : भारत में विभिन्न वर्षो से मक्का का बढ़ता हुआ उत्पादकता स्तर (खरीफ और रबी)



भारत की विभिन्न भोगोलिक एवं फसल प्रणालियों की परिस्थितियों में मक्का एक वैकल्पिक लाभदायक फसल

मक्का के बदलते परिदृश्य	नौतियों का समाधान
❖ उत्तर पूर्वी भारत : बिहार और पश्चिम बंगाल में तेजी से मक्का अपनाया जा रहा है ।	✓ सस्ती कीमत पर गुणवत्तापूर्ण बीज
❖ मध्य प्रदेश में एकल क्रॉस संकर मक्का का क्षेत्रफल तेजी से बढ़ रहा है।	✓ मशीनों की उपलब्धता (कस्टम हायरिंग सेंटर): न्यूमैटिक प्लांटर, कम्बाइन हार्वेस्टर और शेलिंग मशीनरी
❖ मशीनीकरण (रोपाई, इंटरकल्चरल और कटाई)	✓ एफ्लाटॉक्सिन मुक्त मक्का उत्पादन
❖ अंकुरण के बाद शाकनाशियों की अच्छी उपलब्धता	✓ फॉल आर्मीवार्म के प्रति कुशल प्रबंध
❖ संरक्षण खेती में बेहतर उपज	✓ पारंपरिक पारिस्थितिकी में उत्पादन को बनाए रखना / बढ़ाना : जलभराव तनाव प्रतिरोधी संकर
❖ प्रौद्योगिकी फसल के रूप में उगाया जाना	✓ नई और सिंचित पारिस्थितिकी में उत्पादन बढ़ाना

भारत में मक्का आधारित फसल विविधीकरण :

राज्य क्षेत्र	व्यवस्था में परिवर्तन	मक्का अपनाने के कारण
पंजाब, हरियाणा, उत्तर प्रदेश	ग्रीष्मकालीन चावल–आलू –वसंत मक्का	उच्च उत्पदकता अधिक लाभप्रदता
दक्षिणी भारत (कर्नाटक तमिलनाडु)	चावल–चावल से चावल–मक्का	पानी की कम आवश्यकता कम उत्पादन लागत उच्च लाभप्रदता
ओडिशा, झारखंड	धान की सीधी बीजाई से मक्का	उच्च उत्पादकता पानी की कम आवश्यकता
गुजरात / राजस्थान / मध्य प्रदेश	गेहूँ से शीतकालीन मक्का	बिना कोई उष्मागत तनाव के उच्च उत्पादकता
महाराष्ट्र	ज्वार / कपास / गन्ना से मक्का	कम अवधि लाभकारी बाजार मूल्य
मध्य प्रदेश	सोयाबीन से मक्का	कम कीट प्रकोप कम उत्पादन लागत उच्च उपज और लाभप्रदता
पश्चिम बंगाल, झारखंड	बोरो चावल / गेहूँ बाद मक्का	उच्च उपज कम उत्पादन लागत

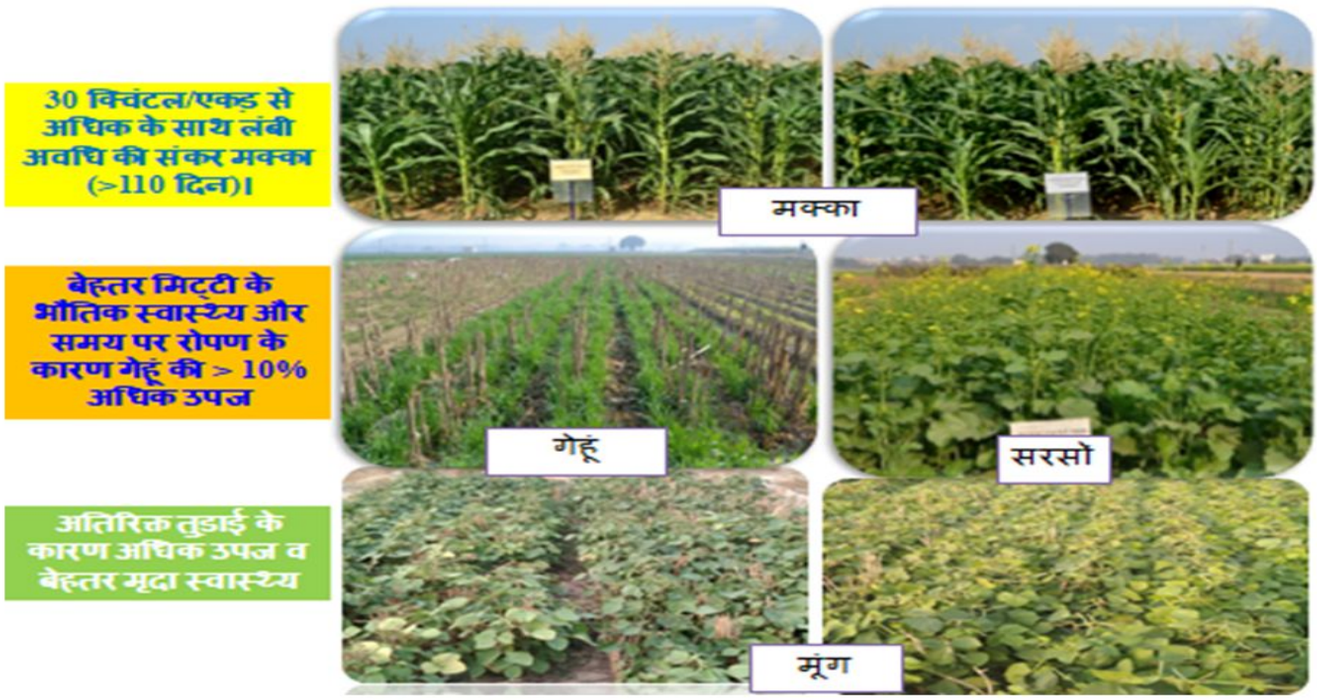
धान-गेहूँ फसल प्रणाली की तुलना में मक्का आधारित फसल प्रणाली के लाभ:

मापदंड	धान- गेहूँ	मक्का आधारित
पानी की आवश्यकता	बहुत अधिक	कम (चावल से 8 गुना कम)
जल उत्पादकता	कम	अधिक
अवशेष जलना	बहुत समस्याग्रस्त	कोई समस्या नही
भू-जल प्रदूषण	नाइट्रेट और कीटनाशक निक्षालन	ऐसी कोई समस्या नहीं है
अवधि	लम्बी (120-130 दिन)	100-110 दिन
रोपण/फसल स्थापना	बोझिल और श्रमसाध्य	आसान, केवल सीधी बुवाई
प्रति दिन उत्पादकता	कम	ज्यादा
यंत्रीकरण	आंशिक रूप से यंत्रीकृत	पूरी तरह यंत्रीकृत
मिट्टी का शारीरिक स्वास्थ्य	सड़ती हुई फसल	फसल की बहाली/सुधार
कृषि रसायनों	अधिक निक्षालन	कम निक्षालन
फसल प्रणाली अनुकूलन	बाद की फसल प्रभावित होती है, जिसके परिणामस्वरूप कम प्रणाली उत्पादकता और लाभप्रदता होती है।	बाद की फसलें लाभान्वित होती है । उच्च प्रणाली उत्पादकता और लाभप्रदता
जलवायु लचीलापन	प्रकाशसंश्लेषण में कम कुशल C_3 पौधा, बढ़ते तापमान के तहत ग्रीनहाउस गैस (मीथेन, नाइट्रस ऑक्साइड) का ज्यादा उत्सर्जन	प्रकाशसंश्लेषण में कुशल C_4 पौधा,, बढ़ते तापमान के तहत कम ग्रीनहाउस गैस का उत्सर्जन
राज्य की आवश्यकता/मांग	आधिक्य	अत्यधिक कमी
बायोमास/अवशेषों का उपयोग	पशुधन में उपयोग के लिए उच्च सिलिकॉन अवरोध, संग्रहण की समस्या, गेहूँ बोने के लिए समय कम होने के कारण जलना।	पशुओं के चारे के लिए उपयोग किया जाने वाला हरा चारा, आसान सूखा चारा संग्रह, आसानी से सड़ने वाला, जीरो-टिल प्लांटिंग के साथ मिट्टी की सतह पर रखा जा सकता है या मशरूम उत्पादन के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है।
पशुधन संवर्धन	ज्यादा गुंजाइश नहीं है क्योंकि ज्यादातर भोजन और पशुओं के लिए अनुपयुक्त भूसे के लिए उपयोग किया जाता है।	हरे चारे, साइलेज और चारे के लिए अनाज के रूप में पशुधन को बढ़ावा देने की व्यापक गुंजाइश। चारे का उपयोग फसल वृद्धि के किसी भी स्तर पर पशुओं को चराने/खिलाने के लिए किया जा सकता है। इससे किसी भी पोषण-विरोधी यौगिक का कोई खतरा नहीं है।

पोल्ट्री उद्योग का विकास	कम उपयुक्त	प्रमुख फ़ीड घटक के रूप में सबसे उपयुक्त
मूल्य संवर्धन	अधिक प्रत्यक्ष भोजन की खपत के कारण कम अवसर	अधिक अवसर क्योंकि विभिन्न प्रकार के मक्का से हजारों उत्पाद बनाए जा सकते है।
निर्यात का अवसर	केवल बासमती का ही प्रतिस्पर्धी बाज़ार है।	आंतरिक उत्पादन की कम लागत और उच्च बाहरी मांग के कारण अनाज, चारा, स्टार्च और बेबी कॉर्न में पड़ोसी देशों के साथ-साथ उच्च मूल्य विकसित अर्थव्यवस्था में निर्यात की काफी संभावनाएं है।
संरक्षण कृषि	बहुत कम गुंजाइश	संरक्षण कृषि के लिए अत्यधिक उपयुक्त
बिजली और बिजली/ऊर्जा	पानी पम्पिंग और यूरिया के लिए बहुत अधिक आवश्यकता	बहुत कम आवश्यकता (चावल की तुलना में 82% कम पानी)
वस्तु की परिवहन लागत	पीडीएस में उपयोग किए जाने वाले गैर-बासमती चावल को पूरे देश में उपलब्ध कराने में भारी परिवहन लागत लगती है।	दूसरे राज्य से मक्के के आयात में होने वाली ढुलाई की अतिरिक्त लागत से उद्योग के लिए कच्चे माल की लागत बढ़ जाती है।
प्रबंधन और कटाई के बाद के नुकसान	अधिशेष चावल के भंडारण के लिए उच्च, अतिरिक्त बुनियादी ढांचे की आवश्यकता है।	कम, राज्य में कमी और कई औद्योगिक उपयोगों के कारण स्टॉक नहीं है।
इंटरक्रॉपिंग (अंतर-फसल)	उपयुक्त नहीं	फसल की कतारें चौड़ी होने के कारण दालें, सब्जियाँ और फूल उगाने के लिए यह सबसे उपयुक्त फसल है।
आहार विविधीकरण और पोषण सुरक्षा	कम अवसर	पोषण सुरक्षा के लिए समूह के सभी व्यक्तियों के आहार में शामिल किया जा सकता है ।
समग्र फसल प्रणाली लाभप्रदता	कम	अधिक

उत्तर-पश्चिमी भारत में चावल- गेहूँ बनाम मक्का आधारित विविधीकरण:

फसल प्रणाली	संभावित उपज (टन/ हेक्टेयर)	खेती की लागत (₹ लाख/हेक्टेयर)	शुद्ध लाभ (₹लाख /हेक्टेयर)	यंत्रीकरण	ग्रीनहाउस गैस उत्सर्जन	मृदा स्वास्थ्य	अवशेष जलाने की समस्या	जल उत्पादकता (किग्रा अनाज/मी^{3})	बाजार मांग	ऊर्जा/बिजली की बचत
धान -गेहूँ	13.33	0.91	1.28	कम यंत्रीकृत	बहुत अधिक	हानिकारक प्रभाव	समस्यात्मक	0.59 (2340 हेक्टेयर मिमी)	घटती हुई	उच्च ऊर्जा गहन प्रणाली
धान - गेहूँ- मूंग	16.19	0.93	1.69	कम यंत्रीकृत	बहुत अधिक	मृदा स्वास्थ्य में गिरावट	समस्यात्मक	0.73 (2290 हेक्टेयर मिमी)	घटती हुई	उच्च ऊर्जा गहन प्रणाली
मक्का- गेहूँ- मूंग (सरंक्षण कृषि)	16.04	0.82	1.85	पूर्ण यंत्रीकृत	धान से 4 गुना कम	बढ़ाता है	पशुधन में उपयोग और आसानी से सड़ने योग्य	2.37 (678 हेक्टेयर मिमी)	बढ़ती हुई	82% बचत
मक्का- गेहूँ- मूंग (पारंपरिक कृषि)	14.64	0.87	1.62	पूर्ण यंत्रीकृत	धान से 4 गुना कम	बढ़ाता है	पशुधन में उपयोग और आसानी से सड़ने योग्य	2.07	बढ़ती हुई	80% बचत
मक्का- सरसों- मूंग	14.84	0.78	1.80	पूर्ण यंत्रीकृत	कम	सुधार	पशुधन में उपयोग और आसानी से सड़ने योग्य	7.00	बढ़ती हुई	90% बचत
मक्का- आलू- तरबूज	57.0	3.50	2.50	कम यंत्रीकृत	कम	बढ़ाता है	पशुधन में उपयोग और आसानी से सड़ने योग्य	बहुत अधिक	बढ़ती हुई	80% बचत



भारत के विभिन्न पर्व जलुवाय क्षेत्रों में मक्का आधारित अनुक्रमिक फसल प्रणाली:

कृषि-जलवायु क्षेत्र	फसल प्रणाली	
	सिंचित	असिंचित
पश्चिमी हिमालयी क्षेत्र	मक्का-गेहूँ मक्का-आलू-गेहूँ मक्का-गेहूँ मक्का-सरसों मक्का-गन्ना	मक्का-सरसों मक्का-दलहन
पूर्वी हिमालयी क्षेत्र	गर्मी के धान-मक्का-सरसों मक्का-मक्का मक्का-मक्का-दलहन	तिल- चावल+मक्का
निचला गंगा का मैदानी क्षेत्र	शरद ऋतु चावल-मक्का जूट-चावल-मक्का	मक्का-दालें
मध्य गंगा का मैदानी क्षेत्र	मक्का-अगेती आलू-गेहूँ- मूंग चावल-आलू-मक्का मक्का-गेहूँ मक्का-गेहूँ- मूंग मक्का-गेहूँ- उड़द मक्का-गन्ना- मूंग	मक्का-गेहूँ
ऊपरी गंगा का मैदानी क्षेत्र	मक्का-गेहूँ मक्का-गेहूँ- मूंग चावल-आलू/मटर-मक्का मक्का-आलू-गेहूँ	मक्का-गेहूँ मक्का-जौ मक्का-कुसुम

कृषि-जलवायु क्षेत्र	फसल प्रणाली	
	सिंचित	असिंचित
	मक्का-आलू-सूरजमुखी मक्का-आलू-प्याज मक्का-आलू-गन्ना-पेड़ी चावल-आलू-मक्का	
ट्रांस गंगा के मैदानी क्षेत्र	मक्का- गेहूँ मक्का-गेहूँ- मूंग मक्का-आलू- गेहूँ मक्का-आलू-सूरजमुखी मक्का-आलू-प्याज चावल-आलू/मटर-मक्का मूंग - मक्का-तोरिया - गेहूँ मक्का-अगेती आलू-देर आलू- मूंग	-
पूर्वी पठार और पहाड़ी क्षेत्र	मक्का-मूंगफली-सब्जियां मक्का-गेहूँ-सब्जियां	चावल-आलू-मक्का जूट-मक्का-लोबिया
मध्य पठार और पहाड़ी क्षेत्र	मक्का-गेहूँ	मक्का-मूंगफली
पश्चिमी पठार और पहाड़ी क्षेत्र	गन्ना + मक्का	
दक्षिणी पठार और पहाड़ी क्षेत्र	मक्का-चावल चावल-मक्का	ज्वार-मक्का मक्का-ज्वार-दालें मक्का-आलू-मूंगफली
पूर्वी तट मैदान और पहाड़ी क्षेत्र	चावल-मक्का- बाजरा मक्का-चावल चावल-मक्का चावल-चावल-मक्का	मक्का-मक्का- बाजरा चावल-मक्का + लोबिया
पश्चिमी तट मैदान और पहाड़ी क्षेत्र	मक्का-दालें चावल-मक्का	चावल-मक्का मूंगफली-मक्का
गुजरात के मैदानी और पहाड़ी क्षेत्र	मक्का-गेहूँ	चावल-मक्का
पश्चिमी शुष्क क्षेत्र	मक्का-सरसों मक्का-चना	मक्का + दलहन
द्वीप क्षेत्र	चावल-मक्का	मक्का-चावल चावल-मक्का + लोबिया धान-मक्का- उड़द चावल-चावल-मक्का

मक्का की अधिक उपज के लिए सुझावः

गुणवत्ता और उपज बढ़ानाः आपूर्ति को मजबूत करना

- जलवायु अनुकूल प्रजातियों का विकास
- प्रजाति पर्यावरण प्रबंधन को समझना
- इष्टतम पौधों की आबादी
- शाकनाशियों द्वारा कुशल खरपतवार प्रबंधन
- मशीनीकरण और संरक्षण कृषिः संचालन की समयबद्धता और बेहतर मृदा स्वास्थ्य
- मक्का आधारित समर्थन मूल्य नीति निर्धारण
- मक्का के क्षेत्रफल की योजनाबंद उपग्रह आधारित निगरानी
- बीज क्षेत्र और प्रसंस्करण उद्योगों (पोल्ट्री, चारा, बीज, स्टार्च और तेल) की भागीदारी के लिए अनुबंध खेती को बढ़ावा देना
- एकल क्रॉस संकर प्रजातियों को अपनाने के लिए बीज उत्पादन और आपूर्ति श्रृंखला को मजबूत करना

मक्का आधारित फसल विविधीकरण के लिए साझेदारी और संबंधों को मजबूत करना

- अच्छी उत्पादन पद्धतियों को लोकप्रिय बनाना और अपनाना
- एफ्लाटॉक्सिन मुक्त मक्का उत्पादनः त्वरित परीक्षण कुंजी, गुणवत्ता उत्पादन के लिए सर्वोत्तम एमजीटी अभ्यास
- गुणवत्तापूर्ण मक्का उत्पादन के लिए स्थानीय भाषाओं में पत्रिका द्वारा जानकारी देना
- प्रशिक्षण और जागरूकता
- मक्का मशीनरी के लिए कस्टम हायरिंग/सहकारी केन्द्र
- वैकल्पिक फसल की खेती द्वारा प्राकृतिक संसाधनों के संरक्षण की दिशा में उद्योग का सीएसआर कोष
- उद्योग द्वारा विविधीकृत फसल क्रय हेतु करों में छूट
- उत्पादन स्थल से उपयोगिता संयंत्रों तक विविधीकृत फसल उत्पादों के परिवहन पर छूट।
- सुरक्षित भण्डारण की व्यवस्था
- मक्का आधारित कृषि उद्योग की स्थापना हेतु कर छूट/सब्सिडी प्राप्त बिजली

प्रायोगिक निष्कर्षों के आधार पर मक्का–गेहूँ–मूंग/मक्का–सरसों–मूंग फसल प्रणाली सबसे टिकाऊ मक्का आधारित फसल प्रणाली है। इसमें तीन सबसे महत्वपूर्ण निवेश आपूर्तियाँ है, बीज, कृषि–रसायन और फसल प्रणाली के मशीनीकरण के लिए मशीनरी। एक अच्छी तरह से स्थापित बीज हब को संबंधित राज्य सरकारों द्वारा समर्थित और समन्वित किया जा रहा है, जो बीज, कृषि–रसायन और कृषि–मशीनरी की आपूर्ति के लिए निजी कंपनियों के साथ विधिवत पूरक है कस्टम हायरिंग सेंटर सस्ती दरों पर बेड प्लांटर, कंबाइंड हार्वेस्टर, शेलर्स ड्रायर आदि प्रमुख उपकरण प्रदान करने में महत्वपूर्ण भूमिका निभा सकते है। बीज और कृषि–रसायनों के लिए निवेश सब्सिडी को फसल प्रणाली को अपनाने के लिए प्रोत्साहन के साथ प्रत्यक्ष लाभ हस्तांतरण (डीबीटी) के माध्यम से प्रणाली को अपनाने वाले किसानों को प्रोत्साहित किया जा सकता है। किसान उत्पादक कंपनियां (एफपीसी), किसान उत्पादक संगठन (एफपीओ), स्वयं सहायता समूह (एसएचजी) और अन्य किसानों को मक्का प्रसंस्करण कंपनियों से जोड़ने के लिए एग्रीगेटर के रूप में कार्य कर सकते हैं। एफपीसी/एफपीओ/एसएचजी द्वारा अनाज नमी मानक के आधार पर सीधे किसानों को भुगतान की गई धनराशि किसानों को ऊर्जा प्रदान करेगी। एफपीसी/एफपीओ/एसएचजी से गुणवत्तापूर्ण मक्का खरीदने वाले मक्का प्रसंस्करण उद्योग उन्हें प्रीमियम मूल्य का भुगतान करेंगे क्योंकि अनाज अच्छी गुणवत्ता का होगा। ऐसी प्रसंस्करण कंपनियों के विविध मूल्य वर्धित उत्पादों को खुले बाजार में जगह मिल सकती है स एफपीसी/ एफपीओ/ एसएचजी के पास वापस जा सकते है, जो फिर से डेयरी/पोल्ट्री के लिए एक एग्रीगेटर के रूप में कार्य कर सकते हैं। किसान मूल्य वर्धित उत्पादों का अधिक से अधिक विपणन करें। सूखे अनाज में घुलनशील की आपूर्ति के माध्यम से फीड उद्योगों को इथेनॉल उद्योग से भी जोड़ा जा सकता है, जो इथेनॉल उत्पादन का एक उप–उत्पाद और फीड के लिए एक घटक है। इस तरह के मॉडल ग्रामीण अर्थव्यवस्था में बहुप्रतीक्षित क्रांति ला सकते हैं, साथ ही भू–जल की कमी, अवशेषों को जलाने और अन्य पारिस्थितिक/स्वास्थ्य परिणामों की गंभीर समस्या से निजात पाया जा सकता है।

संदर्भः

1. अनाम 2019. वित्त वर्ष 2017–18 के लिए ट्रु–अप पर आयोग का आदेश, वित्त वर्ष 2018–19 के लिए मध्य–वर्ष के प्रदर्शन की समीक्षा और वित्त वर्ष 2019–20 के लिए उत्पादन शुल्क का निर्धारण। हरियाणा विघुत नियामक आयोग, BAYS NO-33–36, सेक्टर–4, पंचकुला–134112। https://herc-gov-in/writereaddata/orders/o20190307-pdf। 08 अप्रैल, 2021 को एक्सेस किया गया।
2. अनाम 2021. बिजनेस स्टैंडर। 8 मार्च 2021 संस्करण। https://www-business&standard-com/article/economy&policy/punjab&budget&govt&to&waive&off&loans&worth&rs&1&186&cr&of&113k&farmers&121030801227_1- html। 08 अप्रैल, 2021 को ऑनलाइन एक्सेस किया गया।
3. जाट, एच.एस., शर्मा, पी.सी., दत्ता, ए., चौधरी, एम., ककरालिया, एस.के., यादविंदर–सिंह, सिद्धू, एच.एस., जेरार्ड, बी. और जाट, एम.एल. 2019. उत्तर–पश्चिम भारत में कृषि स्थिरता की ओर संक्रमण के लिए सटीक कृषि संबंधी नवाचारों को बंडल करके सिंचित गहन अनाज प्रणालियों को फिर से डिजाइन करना। नेचर साइंटिफिक रिपोर्ट 9, 17929. https://doi-org/10-1038/s41598&019&54086&1
4. जाट, एस.एल. परिहार, सी.एम., सिंह, ए.के., नायक, एच.एस., मीना, बी.आर., कुमार, बी., परिहार, एम.डी. और जाट, एम.एल. 2019ए. मक्का आधारित रोटेशन में फसल की पैदावार, पानी के उपयोग और अर्थशास्त्र पर संरक्षण कृषि के तहत अवशेष प्रबंधन के साथ और बिना एन स्रोतों से विभेदक प्रतिक्रिया। फील्ड क्रॉप्स रिसर्च, 236(2019):96दृ110। https://doi-org/10-1016/j-fcr-2019-03-017
5. डीएसी। 2021. कृषि एवं सहकारिता विभाग, कृषि एवं किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार, नई दिल्ली।
6. दास, एस. जाट, एस.एल., यादव, आर.के., कुमार, ए. और जिंदल, जे. 2020. हरियाणा में मक्का की खेती को बढ़ावा देने पर वर्किंग ग्रुप की रिपोर्ट। हरियाणा किसान और कृषि लागत और मूल्य आयोग, हरियाणा सरकार, चंडीगढ़। पृष्ठ 22 ।
7. पंजाब सरकार, 2020. पंजाब का सांख्यिकीय सार, सरकार के आर्थिक सलाहकार, पंजाब, चंडीगढ़।
8. परिहार, सी.एम., जाट, एस.एल., सिंह, ए.के., कुमार, बी., यदविंदर–सिंह, प्रधान, एस., पूनिया, वी., धौजा, ए., चौधरी, वी., जाट, एम.एल., जाट, आर.के. और यादव, ओ.पी. 2016. उत्तर–पश्चिमी भारत की सिंचित सघन मक्का–आधारित प्रणालियों में संरक्षण कृषिः फसल की पैदावार, जल उत्पादकता और आर्थिक लाभप्रदता पर प्रभाव। फील्ड क्रॉप्स रिसर्च 193:104–116। डीओआईः डीओआईः 10.1016/जे.एफसीआर.2016.03.013
9. भारत सरकार, 2020. कृषि सांख्यिकी एक नजर 2019। कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय, भारत सरकार।
10. भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, 2019. भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान वार्षिक रिपोर्ट 2019. भा. कृ. अनु. प. ––भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना।
11. सीजीडब्ल्यूबी, 2019. भारत के गतिशील भूजल संसाधनों पर राष्ट्रीय संकलन, 2017। जल संसाधन विभाग, आरडी और जीआर, भारत सरकार।
12. हरियाणा सरकार, 2020. हरियाणा 2018–19 का सांख्यिकीय सार, आर्थिक और सांख्यिकीय विश्लेषण विभाग, हरियाणा
13. रक्षित, एस., सिंह, एन. पी., खांडेकर, एन. और राय, पी. के. 2021. मक्का, दलहन और तिलहन की खेती के माध्यम से पंजाब और हरियाणा में फसल प्रणाली में विविधीकरण. नीति पत्र, भा.कृ.अनु.प.–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना पृ. 37।

मक्का– चारे का एक उत्तम स्त्रोत

मनीषा[1], राकेश कुमार[2], अमित वर्मा[3] एवं अमित ठाकुर[2]
[1]भाकृअनुप–केंद्रीय मृदा लवणता अनुसंधान संस्थान, करनाल (हरियाणा)
[2]भाकृअनुप–राष्ट्रीय डेयरी अनुसंधान संस्थान, करनाल (हरियाणा)
[3]चौधरी चरण सिंह हरियाणा कृषि विश्वविद्यालय, हिसार (हरियाणा)
संवादी लेखन का ई–मेल : manisha.agson@gmail.com

वर्तमान परिदृश्य

भारत में कृषि उत्पादन प्रणालियाँ मिश्रित खेती यानी फसलों और पशुधन पर आधारित हैं। पशुधन उत्पादन भारतीय कृषि का अत्यंत महत्वपूर्ण स्तंभ है और ग्रामीण क्षेत्रों की 70% आबादी के लिए रोजगार और आजीविका का स्रोत है। अगले कुछ वर्षो में भारत की जनसँख्या 1.4 अरब से अधिक तक पहुंचने की उम्मीद है। वर्ष 2025 तक शहरी आबादी 58% से अधिक बढ़ जाएगी। दुग्ध उत्पादों, मांस और अंडों के प्रति लोगों के रुझान देखने को मिल रहे हैं और इसके परिणामस्वरूप पशुधन उत्पादों की मांग में वृद्धि हुई है। दुग्ध उत्पादन काफी हद तक अच्छी गुणवत्ता वाले चारे की उपलब्धता पर निर्भर करता है। खेती योग्य चारे का कुल क्षेत्रफल केवल 84 लाख हेक्टेयर (5% से कम) है जो पिछले दो दशकों से स्थिर है। देश में चारा उत्पादन चारे की जरूरतों को पूरा करने के लिए पर्याप्त नहीं है और साथ ही पशुओं को दिया जाने वाला चारा भी ज्यादातर खराब या निम्न गुणवत्ता का होता है। लगातार बढ़ती पशुधन आबादी की जरूरतों को पूरा करने के लिए चारे के उत्पादन के साथ–साथ उत्पादकता में वृद्धि करने की जरूरत है। वर्तमान में, देश में 61.1% हरे चारे, 21.9% सूखे फसल अवशेष और 64% सांद्र चारे की कमी है। सन् 2025 में चारे की अनुमानित मांग 1.17 अरब टन हरा चारा, 0.65 अरब टन सूखा चारा और 0-152 अरब टन सांद्र चारे तक पहुंच जाएगी। आने वाले समय में 65% हरे चारे और 25% सूखे चारे के उत्पादन में गिरावट आएगी। अनुमानित मांग को पूरा करने के लिए हरे चारे की आपूर्ति में 3.2% की वृद्धि करने की आवश्यकता है। लाभ लक्षित पशुओं की आनुवंशिक क्षमता का कुशलतापूर्वक उपयोग तभी किया जा सकता है जब उन्हें गुणवत्तापूर्ण चारा अच्छी तरह से खिलाया जाए। दुधारू पशुओं के दुग्ध उत्पादन के पूर्ण दोहन के लिए यह आवश्यक है कि वर्ष भर एक वयस्क पशु को प्रतिदिन 40–50 किलोग्राम (कि.ग्रा.) की दर से पौष्टिक हरा चारा उपलब्ध कराया जाए। इस पशुधन आबादी को खिलाने के लिए हमें कुछ नवोन्मेषी रणनीतियां तैयार करनी होंगी ताकि कृषि उपज को पशुओं के चारे के लिए प्रभावी ढंग से उपयोग किया जा सके। ऐसी स्थिति में मक्के को हरा चारा, सूखा चारा के रूप में प्रभावी रूप से उपयोग किया जा सकता है और साइलेज के रूप में संरक्षित भी किया जा सकता है।

मक्का– समाधान प्रदाता

भारत में मक्का, राष्ट्रीय खाद्य टोकरी में लगभग 9% का योगदान देता है। मक्का, कृषि और कृषि औद्योगिक क्षेत्रों में 0.1 अरब से अधिक श्रम दिन रोजगार देने के अलावा कृषि सकल घरेलू उत्पाद में 100 बिलियन से अधिक रुपये का योगदान करता है। मक्का विशेष रूप से दुधारू पशुओं के लिए सबसे महत्वपूर्ण चारे वाली फसलों में से एक है। मक्के को अंकुरण से लेकर फूल आने तक काफी नमी और गर्मी की आवश्यकता होती है। मक्के के अंकुरण और वृद्धि के लिए सबसे उपयुक्त तापमान क्रमश : 21°C और 32°C हैं। भारत में चारा मक्का 9 लाख मिलियन हेक्टेयर से अधिक क्षेत्रफल में उगाया जाता है। मक्के की प्रतिदिन उत्पादकता दर उच्चतम है। मक्के को कभी–कभी 'चमत्कारी फसल' या 'अनाज की रानी' भी कहा जाता है। मक्का तेजी से बढ़ने वाली, उच्च उपज देने वाली, स्वादिष्ट और पौष्टिक चारा प्रदान करने वाली फसल है जिसे विकास के किसी भी वानस्पतिक

अवस्था चरण में पशुओं को बिना किसी जोखिम के खिलाया जा सकता है। चारा मक्का की पचयता और स्वादिष्टता उच्च होती है। इसके दानों में दुग्ध बनने से लेकर लोई बनने की अवस्था तक औसतन 9–11% क्रूड प्रोटीन, 41% – 64% डाइट्री फाइबर, 28–30% सेल्युलोज और 23–25% हेमी–सेल्यूलोज होता है। इसे कटाई के तुरंत बाद हरे चारे के तौर पर या सूखे चारे रूप में खिलाया जा सकता है और इससे उत्कृष्ट साइलेज भी बनता है। यह पोल्ट्री (कुक्कुट) के साथ–साथ दुधारू पशुओं के लिए भी अनाज का अच्छा स्त्रोत है।

मक्का– एक सांद्र चारे के रूप में

पिछले कुछ वर्षों से, भारत में उत्पादित मक्के का 95% हिस्सा मुर्गी के खाने के रूप में उपयोग किया जाता था। लेकिन अब मक्के की खपत का प्रतिरूप बदल गया है। वर्तमान में भारत में मक्के का उपयोग मुख्य रूप से चारा (63%), भोजन (23%), स्टार्च उद्योग (12%), बीज, मदिरा निर्माण और अन्य उपयोगों (2%) के लिए किया जा रहा है। भारत में चारा के रूप में मक्के का उपयोग अन्य देशों के बराबर है, लेकिन खाद्य और औद्योगिक क्षेत्र में इसका प्रतिशत हिस्सा अन्य देशों से मेल नहीं खाता है। अब मक्के ने विश्व में औद्योगिक फसल का दर्जा प्राप्त कर लिया है क्योंकि दुनिया में 83% और भारत में 76 % मक्के का उपयोग या तो चारा या अन्य औद्योगिक क्षेत्रों में होता है। मक्के ने पिछले कुछ वर्षों में उच्चतम विकास दर दर्ज की है, जो अन्य सभी खाद्य फसलों में सबसे अधिक है। उच्चतम विकास दर के परिणामस्वरूप भारत मक्के का आयातक से निर्यातक बन गया और देश के खाद्य भंडार में एक महत्वपूर्ण स्थान प्राप्त कर लिया है। वर्तमान में भारत में उत्पादित मक्का की खपत के प्रतिरूप में पोल्ट्री फीड (कुक्कुट खाद्य) (52%), मानव भोजन (24%), पशु चारा (11%) और औद्योगिक प्रसंस्करण (22% से अधिक) शामिल हैं। कुछ अनुमानों से संकेत मिलता है कि भारत को 2030 तक मानव उपभोग, मुर्गी पालन, सुअर पालन, फार्मा उद्योग और चारे की आवश्यकता को पूरा करने के लिए 5 करोड़ टन मक्का का उत्पादन करना पड़ सकता है। वर्तमान उपयोग प्रतिरूप मक्के के महत्व को दर्शाता है।

मक्का– आय और हरे चारे के स्रोत के रूप में

मक्के की फसल नियमित आय और हरे चारे की उपलब्धता के लिए समान अवसर प्रदान करती है। बेबी कॉर्न और स्वीट कॉर्न उत्पाद , उच्च व मध्यम वर्ग के लोगों को आकर्षित कर रहे हैं और आमतौर पर होटल, रेस्तरां, मॉल आदि में उपलब्ध हैं। भुट्टा अलग करने के बाद मक्का के तने और पत्ते भी उपलब्ध होते हैं जिन्हें आसानी से चारे के रूप में उपयोग किया जा सकता है। बेबी कॉर्न के लिए उगाए गए मक्के के डंठल की गुणवत्ता और प्रोटीन की मात्रा चारे के लिए उगाए गए मक्के के लगभग बराबर होती है।

तालिका 1: चारा मक्का की आम किस्मों की उपज क्षमता और गुणवत्ता

क्र. सं.	किस्म	हरे चारे की उपज (टन / हेक्टेयर)	शुष्क पदार्थ (%)	क्रूड कच्चा प्रोटीन (%)	तटस्थ डिटर्जेंट रेशा (%)	एसिड डिटर्जेंट रेशा (%)
1.	जे.एच.– 3459	38.12	21.13	10.72	66.63	43.13
2.	प्रकाश	30.14	20.91	9.30	64.67	44.73
3.	पी.एम.एच – 2	40.14	22.47	10.46	64.67	45.83
4.	जे.– 1006	46.67	24.69	9.44	72.80	45.47
5.	अफ्रीकन टाल	30.99	22.61	9.41	66.10	38.73

गैर–फलीदार चारे की तुलना में हरे मक्का के चारे की पोषण गुणवत्ता कहीं बेहतर है। उगाए जाने वाले गैर–फलीदार चारे में मक्का एकमात्र ऐसा चारा है जो अच्छी मात्रा में बायोमास के साथ बेहतर पोषण गुणवत्ता पैदा करता है। गैर–फलीदार चारे में मक्का को सबसे अच्छा चारा (हरा और सूखा) माना जाता है क्योंकि इसमें पर्याप्त मात्रा में प्रोटीन और स्वादिष्टता होती है।

तालिका 2: अन्य चारा फसलों की तुलना में चारा मक्का की पोषण गुणवता

चारा	कार्यिकीय परियक्वता चरण	बुवाई के दिन बाद	क्रुड प्रोटीन (%)	शुष्क पदार्थ पाचन शक्ति (%)	गुणवत्ता विरोधी घटक
मक्का	मादा फूल बनने से लेकर दाने की दुग्ध अवस्था तक	55–65	8–11	52–68	कोई नहीं
बाजरा	जब फूल पौधे की सबसे ऊपरी पत्ती से ढंका हो या संलग्र हो	45–55	7–10	55–62	ऑक्सालेट
ज्वार	फूल निकलने की शुरुआत में	70–80	7–8	57–60	धुरीन
टीओसिंटे	फूल निकलने से पहले	80–85	7–9	58–62	———

मक्का स्टोवर

स्टोवर सामान्यता खेत की फसलों जैसे मकई (मक्का), ज्वार या सोयाबीन के पत्ते और डंठल होते हैं जो आमतौर पर कटाई के बाद खेत में ही छोड़ दिए जाते हैं। हमारे देश में, विशेष रूप से मक्का उत्पादन वाले क्षेत्रों में, पशु आहार के प्रमुख स्रोत के रूप में स्टोवर का व्यापक रूप से उपयोग किया जाता है। मक्के के बढ़ते उत्पादन और उत्पादकता के साथ, मक्के का स्टोवर भरपूर मात्रा में उपलब्ध है। मक्के के दाने और स्टोवर का अनुपात आमतौर पर 1:1 माना जाता है इस प्रकार, प्रत्येक 40 क्विंटल अनाज की कटाई के साथ–साथ 40 क्विंटल मक्का स्टोवर का उत्पादन होता है। हमारे देश में मक्के की हाथ से कटाई की जाती है इसलिए कटाई के बाद 100% स्टोवर एकत्र किया जा सकता है। मक्के के स्टोवर का उपयोग पशुओं को खिलाने के लिए उन महीनों के दौरान किया जाता है जब हरे चारे की कमी होती है। चारे की किल्लत के कारण अक्सर स्टोवर को 1–5 प्रति कि.ग्रा.रुपये से लेकर महंगे दामों पर बेचा जाता है। मक्के के स्टोवर को जुगाली करने वाले पशुओं के राशन में सफलतापूर्वक शामिल किया जा सकता है और ऐसे राशन में अपेक्षाकृत उच्च पाचन क्षमता होती है। यूरिया उपचार द्वारा भी चारे की गुणवत्ता को बढ़ाया जा सकता है।

मक्का साइलेज

आमतौर पर साइलेज बनाने के लिए घास या अन्य हरे चारे को बिना पहले सुखाए वायुरोधी परिस्थितियों में जमा कर एक साइलो (एक भूमिगत कक्ष) में संग्रहीत किया जाता है और पशुचारा के रूप में उपयोग किया जाता है। डेयरी व्यवसाय को सफल बनाने के लिए साल भर चारे की आपूर्ति होनी चाहिए। भारत में हरे चारे की कमी नवंबर–दिसंबर और मई–जून के महीनों के दौरान होती है। इस अवधि के दौरान किसानों को मवेशियों की दैनिक आहार संबंधी आवश्यकताओं को पूरा करने के लिए महंगे सांद्र फीड के साथ पुआल और भूसा खिलाना पड़ता है। पुआल या भूसा पौष्टिक चारा नहीं होते हैं और अक्सर कुछ महत्वपूर्ण पोषक तत्वों की कमी होती है और इसलिए मवेशियों की दूध उत्पादन क्षमता कम हो जाती है, जबकि सांद्र फीड आर्थिक रूप से व्यवहार्य नहीं होते हैं। इसलिए, पर्याप्त मात्रा में उच्च गुणवत्ता के चारे का उत्पादन और संरक्षण करना महत्वपूर्ण है। प्रतिदिन उच्चतम बायोमास उत्पादन क्षमता वाले अनाज को साइलेज के रूप में प्रभावी ढंग से संरक्षित किया जा सकता है।

तालिका 3 : मक्का स्टोवर की संरचना

घटक सामग्री	(% शुष्क पदार्थ)
सेल्युलोज	37.5
हेमी–सेल्युलोज	26.1
लिगनिन	18.9
प्रोटीन	4.7
राख	6.3

तालिका 4 : चारा मक्का की उगाने की समग्र सिफारिशें

प्रबंधन कार्य	सिफारिश
बुआई का समय	फरवरी के अंतिम सप्ताह से मार्च और जून–जुलाई के अंतिम सप्ताह तक।
बीज दर और बुवाई की विधि	60 कि.ग्रा. बीज/हेक्टेयर , पंक्तियों की दूरी 30–40 से.मी. (सेंटीमीटर)।
अंतर फसल	30 कि.ग्रा. मक्का बीज. 20 कि.ग्रा. लोबिया बीज हेक्टेयर युग्मित वैकल्पिक पंक्तियों (2:2) में बुआई।
पोषक तत्व प्रबंधन	12–15 टन हेक्टेयर गोबर की खाद, 120 कि.ग्रा.नाइट्रोजन. 60 कि.ग्रा.फॉस्फोरस हेक्टेयर, 15–20 कि.ग्रा. जिंक सल्फेट हेक्टेयर
जल प्रबंधन	मक्के की फसल, नमी की अधिकता के प्रति अधिक संवेदनशील होती है, इसलिए जल निकासी की समुचित व्यवस्था सुनिश्चित करनी चाहिए। गर्मी के मौसम में 10–12 दिनों के अंतराल पर 5–6 सिंचाई, सर्दी के दौरान 3–4 और बरसात के मौसम में 1–2 सिंचाई की आवश्यकता होती है।
खरपतवार प्रबंधन	बुआई के 35 दिन तक खरपतवार प्रबंधन बहुत जरूरी है। एट्राजीन (सक्रिय घटक) 0.75–1. 00 कि.ग्रा/ हेक्टेयर की दर से 600 लीटर पानी में घोलकर छिड़काव करने से खरपतवारों का प्रभावी नियंत्रण सुनिश्चित किया जा सकता है।
फसल प्रबंधन	बुआई के 60–75 दिन बाद यानि मादा फूल बनने से लेकर दाने की दुग्ध अवस्था तक फसल कटाई के लिए तैयार हो जाती है। हालांकि जल्दी कटाई से अच्छी गुणवत्ता वाला चारा मिलता है लेकिन उपज कम हो जाती है, जबकि देर से कटाई के कारण चारे की गुणवत्ता पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है।

तालिका 5 : विभिन्न किस्मों और उनकी खेती के लिए उपयुक्त क्षेत्र

किस्म	खेती के उपयुक्त क्षेत्र
अफ्रीकन टाल, विजय, मोती और जवाहर	समग्र देश
जे –1006, पंजाब 45–55, वी. एल. –54	पहाड़ी क्षेत्र
ए.पी.एफ.एम.–8	दक्षिण क्षेत्र
प्रताप मक्का चरी–6	उत्तर–पश्चिम क्षेत्र

निष्कर्ष

मक्का एक उत्कृष्ट फसल है जिसका प्रभावी रूप से चारे के रूप में उपयोग किया जा सकता है। ग्रामीण लोगों के सामाजिक–आर्थिक परिप्रेक्ष्य में मक्का महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है। बेबी कॉर्न और स्वीट कॉर्न जैसे विशेष मक्के की खेती से किसानों की आय में काफी इजाफा होगा क्योंकि बाजार में ये अच्छी कीमत पर बेचे जाते हैं। हरा चारा और मक्का साइलेज डेयरी क्षेत्र को काफी बढ़ावा दे सकता है। अंत में मक्का स्टोवर का यूरिया उपचार एक सरल तकनीक है जो छोटे और सीमांत किसानों के लिए बहुत उपयुक्त है, जिससे उनके मवेशियों की दूध उत्पादन क्षमता को आसानी से बढ़ाया जा सकता है

मक्का स्टोवर

चारा मक्का

मक्का साइलेज

विचारों का परिपक्व होना भी उसी समय संभव होता है,
जब शिक्षा का माध्यम प्रकृतिसिद्ध मातृभाषा हो और
हमारी प्रकृति सिद्ध भाषा हिन्दी ही है।

– पं. गिरधर शर्मा

संरक्षण कृषि में खरपतवार प्रबंधन

संदीप गावड़िया[1], राधेश्याम[1], अनूप कुमार[2], स्मृति रंजन पधान[1], रुकसार[2], ए.के. सिंह[3], शांति देवी बम्बोरिया[3], सी.एम. परिहार[1] एंव शंकर लाल जाट[2]

[1]भाकृअनुप–भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (नई दिल्ली)

[2]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, दिल्ली इकाई (नई दिल्ली)

[3]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)

संवादी लेखक का ई–मेल : radheshyamsihag01@gmail.com

संरक्षण कृषि मुख्यतः तीन सिद्धांतों पर आधारित है 1–भूमि को फसल अवशेष से ढके रखना 2–कम से कम जुताई 3–फसल चक्र अपनाकर दलहनी फसलों का समावेश करना। जिसके तीन मुख्य लाभ है 1. कृषि पारिस्थितिकी लाभ जिसमे प्राकृतिक स्त्रोत जैसे जल, भूमि, जलवायु व ऊर्जा का सरंक्षण 2. कृषि में कम लागत के साथ अधिक लाभ 3. मृदा स्वास्थ्य को बनाकर खेती में टिकाऊपन लाना। भारत में संरक्षण कृषि का क्षेत्रफल लगभग 3.7 मिलियन हैक्टर ही है, जो मुख्यतः उत्तर भारत के धान–गेहूं प्रणाली के अंतर्गत है। सरंक्षण कृषि में लाभ के साथ–साथ इसको अपनाने में बहुत चुनौतियाँ है, जिसमे खरपतवार भी एक चुनौती है। जो अपनाने की प्रारंभिक अवस्था में देखीं गयी है, जिसमे संकरी पत्ती वाले बहुवर्षीय खरपतवारों का प्रकोप एक मुख्य समस्या है। जिसके कारण फसल के जमाव व प्रारंभिक वृद्धि में बाधा आती है और उपज में नुकसान होता है, अतः किसान संरक्षण कृषि अपनाने से डरते है।

संरक्षण कृषि में खरपतवार प्रबंधन के विकल्प

संरक्षण कृषि को अपनाने की प्रारंभिक अवधि में खरपतवार एक मुख्य समस्या है। अगर किसान समन्वित विधि से खरपतवार प्रबंधन करे तो काफी लाभदायक होती है। इसमें किसी एक विधि को अपनाकर खरपतवारों का समुचित प्रबंधन नहीं किया जा सकता। उचित समय के साथ अच्छे गुणवत्ता वाले बीज तथा प्रजातियों का चयन, बुवाई की विधि तथा समय के साथ उचित मशीन का उपयोग और बाजार में उपलब्ध अच्छे शाकनाशियों का उपयोग करके खरपतवार प्रबंधन करना काफी लाभदायक सिद्ध होता है।

निवारक उपायः खरपतवार प्रबंधन के लिए पहला और सबसे महत्वपूर्ण है। इसमें वे सभी उपाय जो खरपतवार प्रवेश को रोकते है तथा उनके बीज को एक स्थान से दूसरे स्थान पर आने को रोकते है। इसके लिए यह सुनिश्चित करना होता है की सभी कृषि यंत्र, बीज, खाद तथा पानी की नालियां आदि खरपतवार बीज रहित होना चाहिए ।

सस्य विधियांः संरक्षित कृषि स्वयं एक सस्य विधि है जो खरपतवार के प्रकोप को बहुत कम कर देती है। इसमें बहुत सारी शस्य समन्वित तकनीकियां है, जिसका विवरण निचे दिया गया है।

- फसल अवशेषः खरपतवारों के बीज फोटोब्लास्टिक होते है, जिसको अंकुरण के लिए सूर्य की लाल रोशनी की जरुरत पड़ती है। लेकिन सरंक्षण कृषि में भूमि फसल अवशेष से आच्छादित रहती है, जिससे खरपतवार के बीजों को सूर्य प्रकाश विकिरण नहीं मिल पाती, परिणामस्वरुप उनका अंकुरण नहीं होता। इसके साथ ही विशेष फसल के अवशेष खरपतवार पर अपना ऐलिलोपेथिक (रासायनिक दुष्प्रभाव) प्रभाव डालते है जिससे खरपतवार की अंकुरण और वृद्धि रुक जाती है। जैसे धान की पराली, गेहूं के साथ उगने वाले खरपतवारों को कम करती है। सरसों/गेहूं का अवशेष मक्का/कपास के साथ उगने वाले खरपतवारों को कम करता है ।
- जीरो–टिल स्टेल सीडबेड : इस तकनीक में फसलों की बुवाई के 10–15 दिन पहले खेत की सिंचाई की जाती है, जो खरपतवार के बीजों के अंकुरण के लिए अनुकूल होती है। अंकुरण के बाद पैराक्वाट/ग्लाइफोसेट (गैर–चयनात्मक

शाकनाशियों) का छिड़काव करके खरपतवार को नष्ट कर दिया जाता है ।

- शून्य–जुताईः इसमें जुताई न होने के कारण भूमि की निचली सतह में पड़े खरपतवार के बीज ऊपरी सतह पर नहीं आ पाते और वो लंबे समय के बाद वही सड़–गल जाते है, इसके परिणामस्वरुप भूमि में खरपतवार बीज भंडार को कम किया जा सकता है। जब शून्य–जुताई के अंदर जो बीज भूमि की ऊपरी सतह पर होते है मृदा में अनुकूल वातावरण मिलते ही अंकुरण हो जाते है और उसको बीज बनने से पहले ही शाकनाशियों का छिड़काव करके उनको नष्ट कर दिया जाता है। परिणामस्वरूप, भूमि में खरपतवार बीज भंडार को कम किया जा सकता है।
- मेड़ पर बुवाई (बेड प्लांटिंग): खड़ी क्यारी (रिज–बेड) और कूंड में सिंचाई से खरपतवारों के प्रभाव को कम किया जा सकता है। कूंड में सिंचाई से क्यारियों के ऊपर पड़े खरपतवारों का अंकुरण नहीं हो पाता है क्योंकि क्यारियों का ऊपरी हिस्सा जल्दी सूख जाता है।
- अंतर फसलेंः छोटी अवधि की, जल्दी बढ़ने वाली और जल्दी पकने वाली फलियां, जमीन को ढककर रखने वाली अंतर फसलें खरपतवार के प्रकोप को कम करती हैं। लोबिया और मूंग जैसी फसलें मुख्य फसल में खरपतवारों के प्रकोप को कम करती हैं। चावल में ढैंचा नाइट्रोजन स्थिरीकरण करता है और खरपतवारों को दबा कर खरपतवारों के प्रकोप को कम करता है। मक्का के साथ मूंग, आलू या चवला, सरसों या गेहूँ के साथ चना, बाजरा के साथ मोठ, कपास के साथ मूंग या उड़द आदि अंतर फसल के उदहारण है, जो खरपतवारों के प्रकोप को बहुत कम करने में सक्षम साबित हुए है।
- आच्छादित फसलेंः ऐसी फसलों का चयन करना चाहिए जो भूमि की सतह को जल्दी ढक लेती हो जैसे लोबिया, मूंग, सोयाबीन, सरसों, चना व उड़द को अंतर फसलों के रूप में या फसल प्रणाली में सघनता या फसल चक्र के रूप में समावेश करना चाहिए। जो खरपतवारों के जीवन चक्र को तोड़ता है साथ ही परजीवी खरपतवारों के प्रकोप को रोकता है। उदाहरण के लिए, धान–गेहूँ प्रणाली में जायद मूंग या हरी खाद के रूप में बरसीम के समावेश से गेहूँ का मामा (फैलेरिस माइनर) और जंगली जई के प्रकोप को बहुत कम किया जा सकता है। सरसों–गेहूँ फसल चक्र अपनाने से सरसों के परजीवी खरपतवार औरोबंकी के प्रकोप को कम किया जा सकता है।
- फसल विविधीकरणः यह खरपतवार चक्र को बाधित करने में मदद करता है और खरपतवार प्रजातियों के प्रभुत्व को रोकता है। मक्के की फसल में (जंगली जवार) (सोरघम हेलेपेंस) एक बड़ी समस्या पैदा करता है लेकिन कपास की फसल उगाकर इसे कम किया जा सकता है।
- ब्राउन मैन्यूरिंग : धान की सीधी बीजाई के साथ या मक्का के साथ ढैंचा (सेस्बेनिया) की बुवाई करके 20 से 25 दिनों तक एक साथ उगाया जाता है। बुवाई के 25–30 दिन बाद शाकनाशी जैसे बेसपैरोबेक (नोमनी गोल्ड) 40 ग्राम/हेक्टेयर की दर से छिड़काव कर ढैंचा को नष्ट कर दिया जाता है । परिणामसवरुप ढैंचा जलकर भूरे रंग का हो जाता है, जो भूमि पर मल्च का काम करता है मुख्यतय इससे तीन प्रमुख लाभ मिलते है। 1–खरपतवारों का प्रकोप कम करता है, 2– मृदा में नत्रजन स्थिरीकरण करता है, 3– भूमि से वाष्पीकरण से पानी का ह्रास कम करता है ।

यांत्रिकरणः संरक्षण कृषि में उपयुक्त मशीनरी भूमि को समतल करने, बुवाई, निराई, सिंचाई, कटाई और अन्य कृषि कार्यों में महत्वपूर्ण भूमिका निभाती है।

- शून्य जुताई मशीन (जीरो टिल ड्रिल) : यह धान की सीधी बुवाई करने के लिए बेहतर है। यह श्रम और लागत को कम

चित्र 1: शून्य–जुताई के साथ विभिन्न फसलों में खरपतवार प्रबंधन
(चित्र स्त्रोतः हरियाणा के करनाल जिले में किसान के खेत में अनुसन्धान)

करने के साथ उचित समय पर कम पानी में धान की खेती करने के लिए सक्षम है।

- हैप्पी सीडरः यह खेत में धान के पुवाल में गेहूं की समय पर बुवाई करने और गेहूं में खरपतवारों के प्रकोप को कम करने में कारगार साबित हुई है।
- लेजर भूमि समतलनः यह एक समान समतल खेत बनाए रखने में मदद करता है। जो बेहतर फसल जमाव और नमी वितरण बनाता है और खरपतवार प्रकोप को कम करता है।
- मल्चर : यह खेत में पड़े फसल अवशेष को छोटे छोटे टुकड़ों में तोड़कर समान रूप से आच्छादन या मल्चिंग करने के काम आता है। जिससे बुवाई करने में आसानी रहती है। जिससे खरपतवारों के अंकुरण को रोकता है ।
- डबल डिस्क बेड प्लांटरः यह मेड के ऊपर पड़े फसल अवशेष में सीधी बीजाई करने के काम आता है ।
- न्युमेटिक बेड प्लांटरः संरक्षण खेती में खेत में पड़े फसल अवशेष के अंदर ही सीधी बिजाई की जाती है। इसमें खरपतवारों का प्रकोप काफी कम देखा गया है। शुन्य–जुताई बेड पर सीधी बीजाई करने के काम आता है। जिससे कम

लागत व श्रम के साथ उचित समय पर मक्का की बुवाई की जा सकती है ।

- रिज बेड मेकर–प्लांटर : यह मशीन एक ही बार में दो कार्य करती है, जिससे बेड बनाने के साथ ही बीजाई की जा सकती है । जिससे कम लागत व श्रम के साथ उचित समय पर मक्का की बुवाई की जा सकती है। इसमें पानी की बचत के साथ खरपतवारीं का प्रकोप बहुत कम होता है। जिससे उपज में काफी फायदा मिलता है ।

रासायनिक खरपतवार प्रबंधनः भारत में श्रमिको की कमी के साथ अधिक श्रम लागत को देखते हुए नए तथा कम दर वाले शाकनाशीयो का उपयोग करके प्रभावी तरीके से खरपतवार नियंत्रण किया जा सकता है। प्रभावी शाकनाशियों का चयन, समुचित उपयोग विधि के साथ उचित समय में प्रयोग करके अधिक प्रभावी, समय और श्रम की बचत के साथ–साथ कम लागत में लम्बे समय तक खरपतवारो का प्रभावी ढंग से नियंत्रण कर सकते है ।

बुवाई से पहले खरपतवारनाशी का प्रयोग :

- पैराक्वाट डाइक्लोराइड (काबूटो) 24ः एसएल (5 मिली/लीटर पानी) संरक्षित खेती और शून्य जुताई प्रणाली में ये बहुत लाभदयाक है। यह गैर चयनात्मक और संपर्क शाकनाशी जो मुख्य रूप से खरपतवार और घास को प्रभावी रूप से नियंत्रित करता है ।
- ग्लाइफोसेट (गलाईसेल) 41 एसएलः (800–1200 मिली/एकड़) ग्लाइफोसेट के सोडियम नमक रूप का उपयोग किया जाता है। यह चौड़ी पत्ती वाले पौधों और घास दोनों को मारने के लिए उपयोगी है। इसको संरक्षण कृषि शाकनाशी भी कहा जाता है।

बुवाई के तुरंत उपरांत व अंकुरण से पहले खरपतवारनाशी का प्रयोग :

- एट्राजिन 50 डब्लू पी:1000–1500 ग्राम/हेक्टेयर विशेष रूप से मक्के की सीधी बीजाई खेती में उपयोग किया जाता है, यह चयनात्मक/सिस्टेमिक शाकनाशी है। यह जड़ों और पत्ते दोनों द्वारा स्थानांरित होते है। इस शाकनाशी का बुवाई के एक से तीन दिन के अंतराल पर छिड़काव करते है। यह केवल फसल की प्रारंभिक अवधि, लगभग 25–30 दिनों तक ही प्रभावी रहता है ।

बुवाई के उपरांत व अंकुरण के बाद मक्का फसल के साथ खरपतवारनाशी का प्रयोग :

मक्का में इस्तेमाल होने वाले शाकनाशी :

- हेलोसल्फ्यूरॉन मिथाइल : 36 ग्राम/एकड़ छिडकाव करने परः यह मोथा (साइपरस रोटेंडस) के प्रभावी नियंत्रण के लिए कारगर सिद्ध हुआ है, जो मक्का, गन्ना में चयनात्मक नियंत्रण के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। जिसके परिणामस्वरूप इसकी पत्तियां और नट गहरे हो जाते हैं। और 14–30 दिनों में इसे और नष्ट कर देते हैं ।
- टेम्बोट्रियोन (115 मिली/एकड़) व टॉपरमेजॉन (25.2 ग्राम/हेक्टेयर) : यह चौड़ी पत्ती तथा संकरी पत्ती वाले खरपतवार को नष्ट कर देता है। इनको मक्का में चयनात्मक नियंत्रण के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। इसका प्रभाव 7 से 10 दिन में असर दिखाई देता है। इसमे पत्ती सफेद से पिली होकर जल जाती है तथा मक्के पर इसका कोई दुष्प्रभाव नहीं पड़ता है। मक्का में लम्बे समय तक फसल अवधि के साथ खरपतवार नियंत्रण में यह बहुत प्रभावी देखा गया है । मक्का में प्रयोग हेतु प्रमुख शाकनाशी निम्नलिखित हो।

चावल (धान) में इस्तेमाल होने वाले शाकनाशीः बेसपैरोबेक (नोमनी गोल्ड) 40 ग्राम/हेक्टेयर एवं पैराजोसुल्फुरोन (साथी) 20 ग्राम/हेक्टेयर की दर से बुवाई के 20–30 दिन बाद छिड़काव करने से संकरी व छोड़ी पत्ति वाले खरपतवारों को नष्ट किया जा सकता है ।

शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का बाजार नाम	सूत्रीकरण (ग्राम या एमएल / हेक्टेयर)
एट्राजीन 50% डब्लू.पी	अट्राटाफ / अटारी / निओजिन / अट्रेक्स	1–1.5 किलोग्राम
2,4–डी डाइमिथाइल एमाइन नमक 58% एसएल	नोबिरू / वीडमार सुपर / वीड़ोर / ट्विस्टर	0.86 लीटर
2,4–डी एथिल एस्टर 38% ईसी (2, 4–डी एसिड 34%)	फोर्स–38 / स्लेयर	2.65 लीटर
हेलोसल्फ्यूरॉन मिथाइल 75% डब्ल्यू जी	सेम्परा / एलान	90 ग्राम
पायरोक्सासल्फोन 85% डब्ल्यू जी	मोमीजी / अविक्रा	150 ग्राम
टेम्बोट्रियन 34.4% एससी	युटोरी / लौडीस / त्रिम्बो	286 एमएल
टोप्रामेजोन 33.6 जी / एल डब्ल्यू / वी एससी	टीन्जर / गिलार्ड़ो / इलीट / फ्लिगो	75–100 एमएल / @ एडजुवेंट 2 एमएलध्लीटर
मीजोट्रोन 2.27% एट्राजीन 22.7% एससी	क्लरिस एक्स्ट्रा	3500 एमएल

गेहूं में इस्तेमाल होने वाले शाकनाशीः सल्फोसल्फुरोन 40 ग्राम. मेटसल्फुरोन 12 ग्राम / हेक्टेयर की दर से बुवाई के 20–30 दिन बाद छिड़काव करने से संकरी व चोड़ी पत्ति वाले खरपतवारों को नष्ट किया जा सकता है। पिनोक्सिडोन का भी इस्तेमाल कर फ्लेरिस माइनर और जंगली जेई को नष्ट किया जा सकता है।

संरक्षण कृषि में खरपतवार प्रबंधन में ध्यान रखने योग्य बातेंः–

- गैर–चयनात्मक शाकनाशियों का उचित रूप से उपयोग करें।
- फसलों की बुवाई से लेकर कटाई तक इष्टतम मिट्टी की नमी का स्तर बनाए रखना।
- पर्याप्त फसल कवर।
- उन्नत नई मशीनरी जैसे हैप्पी सीडर का उपयोग करना।
- सामान्य से 20 प्रतिशत से अधिक बीज एवं नाइट्रोजन उर्वरक का प्रयोग करना।
- लक्षित खरपतवार प्रबंधन।
- शाकनाशी का इष्टतम उपयोग।
- ग्रीष्म मूंग जैसी कवर फसलें अवश्य उगाएं।
- खेत को समतल बनाये रखे।

निष्कर्ष : सरंक्षण खेती में समुचित और प्रभावी खरपतवार प्रबंधन करने के लिए समन्वित खरपतवार प्रबंधन करना ही बेहतर विकल्प है। जिसमे खरपतवार के प्रकोप को कम करके फसल की अच्छी वृद्धि व विकास से अधिक उपज ली जा सकती है। इसके साथ ही मृदा स्वास्थय को बनाये रखते हुए कम लागत में अधिक मुनाफा कमाया जा सकता है। यह जल, जमीन, जलवायु व कृषि परिस्थितिकी को बनाये रखते हुए खेती में टिकाऊपन लाती है।

हिन्दी भारतीय संस्कृति की आत्मा है।
- कमलापति त्रिपाठी

भारत में मक्का उत्पादन : वर्तमान परिदृश्य और आत्मनिर्भरता

भूपेंद्र कुमार[1], एस.एल. जाट[1], बी.एस. जाट[1], प्रदीप कुमार[1], एल. प्रिसिला[2], पीएच. रोमेन शर्मा[1], प्रियाजोय कर[1] एवं एम. सी. डागला[1]
[1]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)
[2]पंजाब कृषि विश्वविद्यालय, लुधियाना (पंजाब)
संवादी लेखक का ई–मेलः bhupender_icar@gmail.com

मक्का (Zea mays L-) भोजन, चारा और 3,500 से अधिक औद्योगिक/प्रसंस्कृत उत्पादों के स्रोत के रूप में अरबों लोगों के लिए सबसे बहुमुखी और महत्वपूर्ण फसल है। सभी अनाज फसलों में मक्का की उच्चतम उपज क्षमता के कारण इसे अनाज की रानी के रूप में जाना जाता है। सी 4 फसल के रूप में, यह अपेक्षाकृत अधिक जलवायु अनुकूल है और समुद्र तल से 3000 मीटर ऊपर उष्णकटिबंधीय, उपोष्णकटिबंधीय और समशीतोष्ण जलवायु में उगायी जा सकती है। दुनिया भर में 1148 मिलियन टन उत्पादन और 5.82 टन/हेक्टेयर उत्पादकता के साथ 180 से अधिक देशों में 197 मिलियन हेक्टेयर क्षेत्र में मक्का की खेती की जा रही है। संयुक्त राज्य अमेरिका, चीन, ब्राजील और अर्जेंटीना दुनिया के कुछ शीर्ष मक्का उत्पादक देश हैं। भारत में, गेहूं और चावल के बाद मक्का तीसरी सबसे महत्वपूर्ण फसल है। 2020–21 के दौरान 9.89 मिलियन हेक्टेयर भूमि पर 31.65 मिलियन टन उत्पादन और 3.2 टन किग्रा/हेक्टेयर उत्पादकता के साथ उगाई जा रही है। वर्ष 2021–22 के लिए चौथे अग्रिम अनुमान के अनुसार, भारत में मक्का के लिए एक नया रिकॉर्ड स्थापित किया गया है, जिसमें यह फसल 10.0 मिलियन हेक्टेयर भूमि पर 33.62 मिलियन टन उत्पादन और उत्पादकता 3.49 टन/हेक्टेयर के साथ उगाई जा रही है। मक्का उत्पादक देशों में, भारत क्षेत्रफल में चौथे और उत्पादन में सातवें स्थान पर है, जो विश्व के कुल मक्का क्षेत्रफल का लगभग 5 प्रतिशत और कुल उत्पादन के 3 प्रतिशत का प्रतिनिधित्व करता है। 1950–51 के बाद, मक्का के उत्पादन, क्षेत्रफल और उत्पादकता में क्रमशः 18.74, 3.12 और 6.61 गुना वृद्धि हुई है। भारत में अनाज फसलों में मक्का की क्षेत्रफल और उत्पादकता की दृष्टि से उच्चतम विकास दर है और 2030 तक मक्का की मांग 43.0 मिलियन टन तक बढ़ने की उम्मीद है।

मक्का की उपयोगिता पद्धति

मक्का का उपयोग मुख्यतः भोजन, खाद्य और चारे के रूप में किया जाता है इसके साथ ही यह हजारों औद्योगिक/प्रसंस्कृत उत्पादों का स्रोत है। उच्च ऊर्जा मूल्य और कम फाइबर सामग्री जैसे कम पोषण विरोधी गुणों के साथ मक्का की खाद्य उद्योग में जबरदस्त मांग है। भारत में मक्का की खपत का लगभग 60 प्रतिशत हिस्सा अकेले फीड का है, जिसमें 47 प्रतिशत हिस्सेदारी के साथ पोल्ट्री फीड महत्वपूर्ण मांग चालक है। उत्पादित मक्का का 20 प्रतिशत हिस्सा भोजन में खपत होता है, जिसमें प्रत्यक्ष खपत 13 प्रतिशत होती है और प्रसंस्कृत खाद्य के रूप में 7 प्रतिशत, स्टार्च में 17 प्रतिशत शेष 3 प्रतिशत बीज और अन्य उद्देश्य के लिए होता है। इसके अलावा, क्योंकि मक्का का उपयोग विभिन्न प्रकार के उद्योगों में किया जाता है, अगर ठीक से अनुवाद करें या चैनलाइज़ किया जाए तो इसकी कीमत प्रतिस्पर्धी बनी रहेगी, जो किसानों की आय बढ़ाने के लिए महत्वपूर्ण है।

भारत के विभिन्न राज्यों में मक्का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (APY) परिदृश्यः

देश में मक्का के क्षेत्रफल और उत्पादन में कर्नाटक पहले स्थान पर है, इसके बाद मध्य प्रदेश, महाराष्ट्र, तमिलनाडु, पश्चिम बंगाल और बिहार है प्रत्येक राज्य में प्रतिवर्ष 2.5 मिलियन टन से अधिक उत्पादन होता है (तालिका 1)। खरीफ मौसम में, प्रमुख मक्का उत्पादक राज्य मध्य प्रदेश हैं, इसके बाद कर्नाटक, महाराष्ट्र, राजस्थान, उत्तर प्रदेश, तमिलनाडु और तेलंगाना हैं, जो खरीफ मौसम के दौरान राष्ट्रीय मक्का उत्पादन में दस लाख टन से अधिक का योगदान दे रहे है। रबी मौसम में, उत्पादन में दस लाख टन से अधिक उत्पादन करने वाली (योगदान देने वाले) राज्यों का क्रम में पश्चिम बंगाल के बाद बिहार, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु और महाराष्ट्र का है।

जहां तक उत्पादकता का संबंध है, खरीफ मौसम में 10 राज्य (तमिलनाडु, तेलंगाना, पंजाब, असम, आंध्र प्रदेश, मध्य प्रदेश, कर्नाटक, हरियाणा, पश्चिम बंगाल, छत्तीसगढ़ के क्रम में) राष्ट्रीय औसत (2879 किग्रा/हेक्टेयर) से अधिक उत्पादकता में अग्रणी हैं। रबी मौसम में, 5 राज्यों (पश्चिम बंगाल, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु, तेलंगाना और राजस्थान के क्रम में) की उत्पादकता राष्ट्रीय औसत 5046 किग्रा/हेक्टेयर से अधिक है।

तालिका 1: 2021–22 के दौरान भारत के विभिन्न राज्यों में मक्का का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज (भारत सरकार के चौथे अग्रिम अनुमान के अनुसार)।

राज्य	उत्पादन ('000 टन)			क्षेत्रफल ('000 हेक्टेयर)			उपज (किलो/हेक्टेयर)		
	खरीफ	रबी	कुल	खरीफ	रबी	कुल	खरीफ	रबी	कुल
आंध्र प्रदेश	440.7	1608.0	2048.7	130.0	212.0	342.0	3390.0	7585.0	5990.4
असम	128.1	0.0	128.1	37.0		37.0	3461.0		3461.0
बिहार	312.3	2211.6	2523.9	173.8	488.9	662.6	1797.0	4524.0	3808.8
छत्तीसगढ	394.0	0.0	394.0	130.6		130.6	3017.0		3017.0
गुजरात	521.6	241.6	763.2	294.7	95.8	390.5	1770.0	2522.0	1954.5
हरियाणा	15.6	0.0	15.6	5.0		5.0	3133.0		3133.0
हिमाचल प्रदेश	729.3	0.0	729.3	267.4		267.4	2727.0		2727.0
झारखंड	604.6	28.8	633.5	272.6	12.1	284.7	2218.0	2373.0	2224.6
कर्नाटक	4518.2	703.4	5221.7	1398.4	194.0	1592.4	3231.0	3626.0	3279.1
केरल	0.0	0.2	0.2	0.0	0.1	0.1	2125.0	2731.0	2614.2
मध्य प्रदेश	4568.2	0.0	4568.2	1403.0	0.0	1403.0	3256.0	0.0	3256.0
महाराष्ट्र	2332.0	1202.1	3534.1	873.4	421.2	1294.6	2670.0	2854.0	2729.9
ओडिशा	274.7	8.9	283.6	98.7	3.3	102.0	2783.0	2668.0	2779.3
पंजाब	413.3	0.0	413.3	105.2		105.2	3929.0		3929.0
राजस्थान	1955.2	89.7	2044.9	936.0	15.8	951.7	2089.0	5682.0	2148.6
तमिलनाडु	1448.0	1361.3	2809.4	198.3	202.6	400.9	7303.0	6719.0	7007.8
तेलंगाना	1318.1	815.5	2133.7	289.0	123.1	412.1	4561.0	6625.0	5177.5
उत्तर प्रदेश	1467.0	164.0	1631.0	691.0	57.0	748.0	2123.0	2877.0	2180.5
उत्तराखंड	52.2	0.0	52.2	21.0		21.0	2486.0		2486.0
प० बंगाल	158.4	2482.7	2641.1	52.0	317.0	369.0	3046.0	7832.0	7157.5
अन्य	977.2	71.7	1048.8	482.1	35.1	517.2	2026.8	2042.6	2027.9
भारत	22628.7	10989.7	33618.4	7859.1	2178.0	10037.1	2879.3	5045.8	3349.4

तालिका 2 : 2020–21 दौरान मक्का का क्षेत्रफल, उत्पादन और उपज ।

राज्य / केन्द्र शासित प्रदेश	मौसम	क्षेत्र ('000 हेक्टेयर)	उत्पादन ('000 टन)	उपज (किलो/हेक्टेयर)
आंध्र प्रदेश	खरीफ	104.7	438.9	4194
	रबी	184.7	1347.9	7299
	कुल	289.3	1786.9	6176
अरुणाचल प्रदेश	खरीफ	44.7	68.2	1527
	रबी	6.6	11.3	1708
	कुल	51.3	79.5	1550
असम	खरीफ कुल	36.7	127.0	3461
बिहार	खरीफ	208.7	374.7	1795
	रबी	455.2	1815.2	3988
	कुल	663.9	2189.9	3298
छत्तीसगढ	खरीफ कुल	120.2	327.5	2726
गुजरात	खरीफ	299.3	478.5	1599
	रबी	112.9	276.8	2451
	कुल	412.2	755.4	1833
हरियाणा	खरीफ कुल	6.2	17.6	2842
हिमाचल प्रदेश	खरीफ कुल	280.5	728.3	2596
जम्मू और कश्मीर	खरीफ कुल	273.4	541.4	1980
झारखंड	खरीफ	263.4	520.7	1977
	रबी	8.6	18.6	2153
	कुल	272.0	539.3	1983
कर्नाटक	खरीफ	1350.1	3935.4	2915
	रबी	146.4	523.9	3578
	कुल	1496.5	4459.3	2980
केरल	खरीफ	0.0	0.0	1334
	रबी	0.1	0.1	1190
	कुल	0.1	0.1	1231
मध्य प्रदेश	खरीफ	1340.7	3956.3	2951
	रबी	18.0	71.3	3960
	कुल	1358.7	4027.6	2964
महाराष्ट्र	खरीफ	756.2	1658.0	2192
	रबी	322.2	757.3	2350

	कुल	1078.5	2415.3	2240
मणिपुर	खरीफ	6.9	16.2	2348
	रबी	11.1	24.7	2221
	कुल	18.0	40.9	2269
मेघालय	खरीफ कुल	18.2	41.7	2297
मिजोरम	खरीफ	6.0	10.8	1794
	रबी	0.5	0.7	1506
	कुल	6.5	11.5	1772
नागालैंड	खरीफ	63.7	126.5	1985
	रबी	5.4	10.7	1984
	कुल	69.1	137.2	1985
ओडिशा	खरीफ	61.9	169.7	2743
	रबी	3.1	9.1	2913
	कुल	65.0	178.9	2751
पंजाब	खरीफ कुल	110.5	400.2	3623
राजस्थान	खरीफ	898.7	1738.1	1934
	रबी	11.0	51.6	4711
	कुल	909.7	1789.7	1967
सिक्किम	खरीफ	38.2	67.5	1769
तमिलनाडु	खरीफ	187.7	1431.2	7624
	रबी	187.1	1194.0	6383
	कुल	374.8	2625.1	7005
तेलंगाना	खरीफ	301.0	1205.6	4005
	रबी	153.3	1074.4	7007
	कुल	454.3	2279.9	5018
त्रिपुरा	खरीफ	13.5	19.9	1474
	रबी	4.0	9.6	2407
	कुल	17.5	29.5	1687
उत्तर प्रदेश	खरीफ	682.7	1520.3	2227
	रबी	62.3	159.0	2551
	कुल	745.0	1679.3	2254
उत्तराखंड	खरीफ	20.7	40.3	1952
	कुल	20.7	40.3	1952

पश्चिम बंगाल	खरीफ	51.9	171.9	3310
	रबी	257.1	1887.0	7339
	कुल	309.0	2058.9	6662
अंडमान व निकोबार द्वीप समूह	खरीफ	0.0	0.1	2163
दादरा और नगर हवेली	खरीफ	0.0	0.0	1048
	रबी	0.1	0.0	800
	कुल	0.0	0.0	876
दिल्ली	खरीफ कुल	0.0	0.1	5100
चंडीगढ़	खरीफ	0.0	0.1	3000
	कुल	0.0	0.1	3000
भारत	खरीफ	**7546.3**	**20132.7**	**2668**
	रबी	**1949.7**	**9243.3**	**4741**
	कुल	**9496.1**	**29376.0**	**3093**

मक्का उत्पादकता में सुधार के लिए शोध योग्य मुद्दे/कदम

2030 मक्का उत्पादन के 43 मिलियन टन लक्ष्य को प्राप्त करने और उत्पादकता बढ़ाने के लिए, खरीफ मक्का उत्पादकता (2.9 टन/हेक्टेयर) को बढ़ाने पर तत्काल जोर देने की आवश्यकता है, जो देश में लगभग 80 प्रतिशत रकबे का प्रतिनिधित्व करता है। रबी मक्का (5.0 टन/हे.) की तुलना में खरीफ मक्का की उत्पादकता बहुत कम है। पुरानी किस्मों को लगातार नई उच्च उपज देने वाली किस्मों के साथ बदलने से मक्का उत्पादन में उच्च वृद्धि संभव हो सकती है। देश में मक्का उत्पादन और उत्पादकता बढ़ाने के लिए निम्नलिखित शोध योग्य मुद्दों/कदमों को संबोधित करने/उठाए जाने की आवश्यकता है।

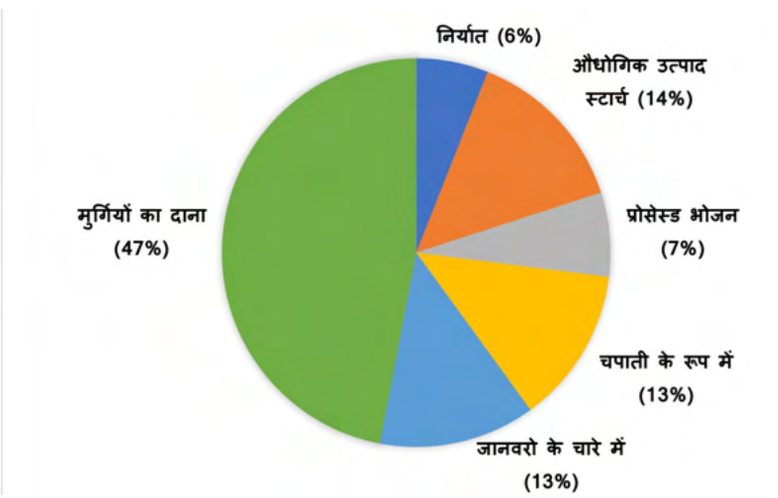
1. बारानी पारिस्थितिकी के लिए जलवायु अनुकूल संकरों का विकास
2. एकल क्रॉस संकर प्रौद्योगिकी को अपनाने के लिए बीज उत्पादन और आपूर्ति श्रृंखला को मजबूत करना
3. मक्का प्रजनन में आधुनिक उपकरणों को एकीकृत करके प्रजनन दक्षता और आनुवंशिक लाभ में सुधार करना
4. पौष्टिक रूप से श्रेष्ठ और औद्योगिक रूप से महत्वपूर्ण विशिष्ट मक्का की किस्मों का विकास
5. उष्ण कटिबंधीय मक्का जर्मप्लाज्म का तापमानीकरण और उनका लक्षण वर्णन और आनुवंशिक वृद्धि में जंगली प्रजातियों का उपयोग
6. मक्का प्रणालियों में कुशल खरपतवार प्रबंधन के लिए उन्नत पैकेज पद्धतियों का विकास करना और अपनाना
7. मक्का प्रणालियों में जीनोटाइप × पर्यावरण × प्रबंधन (जीईएम) परस्पर क्रिया को अपनाना
8. मशीनीकरण और संरक्षण कृषि का विकास और प्रचार
9. मक्का मूल्य श्रृंखला सुदृढ़ीकरण में नीतिगत समर्थन
10. भारत में फसल प्रणालियों की संसाधन स्थिरता की दिशा में विविधीकरण के लिए मक्का नवाचारों को बढ़ाना
11. मक्का में जैविक एवं अजैविक तनाव की शुरुआती पहचान के लिए उपकरणों और तकनीकों का विकास

मक्का की उच्च उत्पादकता और लाभप्रदता हेतु पोषक तत्व प्रबन्धन

सीमा सेपट, प्रवीण कुमार बगड़िया, हरमिंदर सिंह एवं ममता गुप्ता
भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)
संवादी लेखक का ई–मेल : seemasepat12@gmail.com

भारत में, धान व गेंहूँ के पश्चात् मक्का एक महत्त्वपूर्ण फसल हैं। यह मुख्यत : गेंहूँ के पश्चात् सिंचित क्षेत्रों में उगाई जाती हैं। देश में मक्का का क्षेत्र 9.2 मिलियन/हेक्टेयर व 27.3 मिलियन टन उत्पादन हैं। भारत में मक्का का सर्वाधिक क्षेत्रफल कर्नाटक और मध्यप्रदेश राज्यों में है तथा उत्पादन आंध्रप्रदेश में होता है। भारत में मक्का की उत्पादकता 3.2 टन/हें जो अमेरिका से (10.5 टन/हें) बहुत कम हैं।

इसके अलावा मक्का का औधोगिक क्षेत्र में स्टार्च, तेल, दवाईयाँ, पेपर व शर्करा के निर्माण में उपयोग होता हैं। भारत में, मक्का का सर्वाधिक उपयोग मुर्गियों के दाने के रूप में होता हैं (47%) (चित्र 1.)। चपाती के अलावा मक्का हरे चारे के रूप में जानवरों के खाने में प्रयोग होती है।



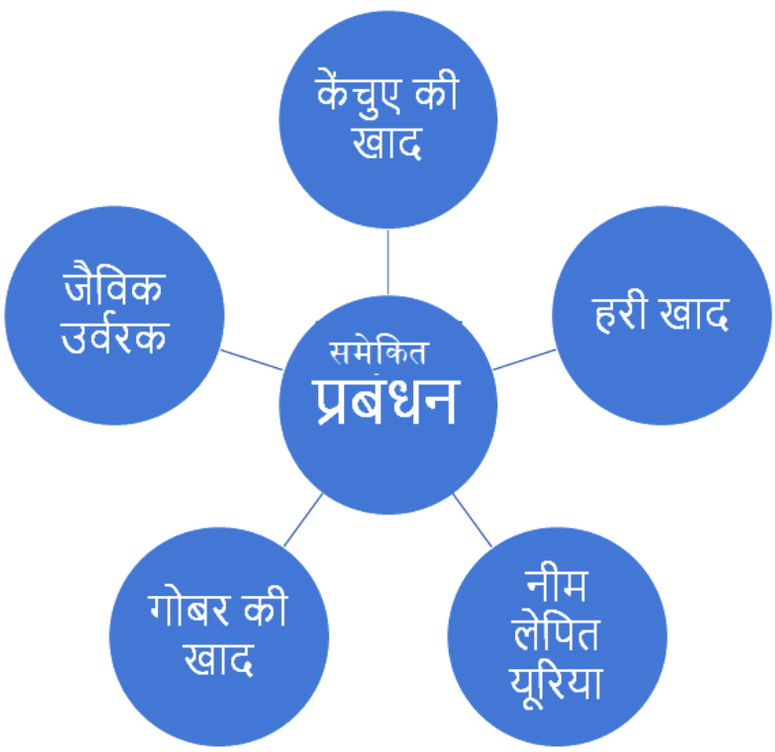
चित्र 1.मक्का का विभिन्न सेक्टर में उपयोग

मक्का, खरीफ, रबी व जायद में पूरे वर्ष उगाई जा सकती हैं। खरीफ में मक्का 15 जून से 15 जुलाई व रबी में 15 अक्टूबर से 15 नवम्बर तक बुआई की जा सकती हैं। मक्का की अधिक उपज हेतु उचित पोषक तत्व प्रबंधन अति आवश्यक हैं। अनुसंधान द्वारा यह पाया गया हैं कि मक्का 160 किग्रा. नाइट्रोजन, 80 किग्रा. फॉस्फोरस व 80 किग्रा. पौटैशियम का अवशोषण लगभग 10 टन मक्का के उत्पादन में मृदा से अवशोषित कर लेती हैं। अतः यह आवश्यक हैं कि मक्का में अधिक उत्पादन के लिए पोषक तत्वों का उचित प्रबंधन फसल व मृदा दोनों में समुचित किया जाए।

पोषक तत्व प्रबंधन फसल की माँग व मृदा की पोषक तत्व क्षमता के आधार पर किया जाता है। इसके अलावा पोषक तत्व प्रबंधन, मृदा में कार्बनिक पदार्थ व मृदा की क्षमता पर निर्भर करता हैं। अतः मृदा में पोषक तत्व व कार्बनिक पदार्थ की मात्रा बढ़ा कर उत्पादकता में वृद्धि होती हैं। कार्बनिक स्त्रोत (गोबर की खाद) व अकार्बनिक घटकों (उर्वरक) को संतुलित मात्रा में बढ़ाकर पोषक तत्व प्रबंधन मक्का में किया जाता हैं।

1. समेकित पोषक तत्व प्रबंधन

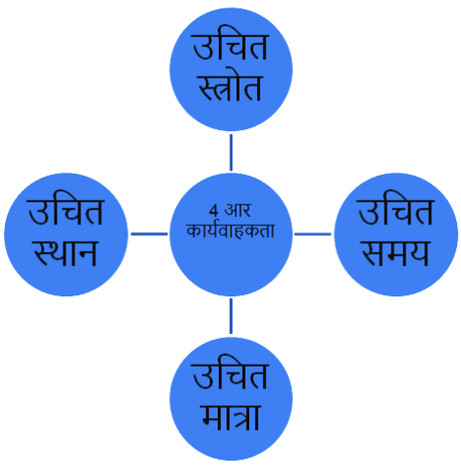
फसल में पोषक तत्वों की प्रयोग दक्षता मुख्यतः उर्वरको के स्त्रोत, मृदा की गुणवत्ता, फसल, खाद व उर्वरक देने के समय व विधि पर निर्भर करता है। समेकित पोषक तत्व प्रबंधन में मृदा की उर्वरता को बनाए रखने के लिए पोषक तत्वो की आपूर्ति विभिन्न स्त्रोतों से फसल उत्पादकता के वांछित स्तर को प्राप्त करने के लिए आवश्यक होता हैं।



समेकित पोषक तत्व प्रबंधन मे खाद एवं उर्वरको के उचित प्रबंधन से कृषि की लागत व पर्यावरण पर दूषित प्रभाव कम होता है।

अत्यधिक उपज हेतु 10 टन गोबर की खाद, मक्का की बुवाई के 20–25 दिन पहले देनी चाहिऐ। नाइट्रोजन 150–180 किग्रा, फॉस्फोरस 70–80 किग्रा व पोटाश 25 किग्रा/है, जिंक फॉस्फेट की संस्तुत अधिक मक्का की उपज हेतु सस्तुत हैं । एजोस्प्राईलिम के साथ बीज का उपचार करने से वातावरण की नाइट्रोजन का मक्का का पौधा स्थिरीकरण करता है, जिससे 10–15 किग्रा नाइट्रोजन/है उर्वरक की बचत होती हैं। फॉस्फोरस, पौटैशियम व जिंक की पूर्ण मात्रा बुआई के समय व नाइट्रोजन को कई हिस्सों में बाँट करके देनी चाहिए। इसमें 1/3 बुवाई के समय, शेष 1/3 घुटने की अवस्था व 1/3 मंजरी आने की अवस्था में देनी चाहिए। इसके अलावा 4R कार्यवाहकता सिद्धांत के आधार पर मक्का में पोषक तत्व प्रबंधन किया जा सकता हैं। उचित स्रोत, उचित स्थान, उचित मात्रा व उचित समय इस सिद्धांत के पहलू हैं।

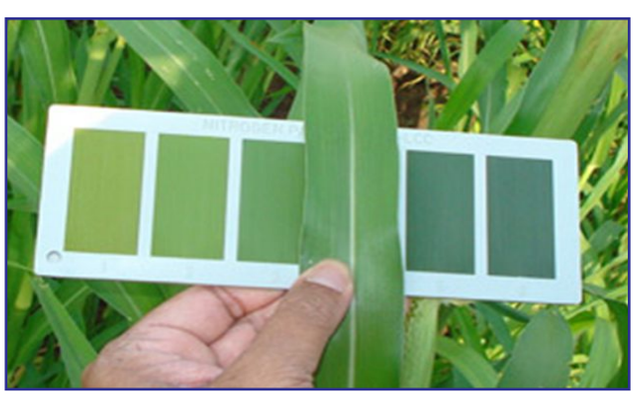
4R कार्यवाहकता सिद्धांत में मिट्टी की जाँच के अनुसार संस्तुतः उर्वरक मात्रा का फसल में प्रयोग होता है। फॉस्फोरस व पौटैशियम को उचित स्त्रोत व उचित मात्रा में फसल की बुआई के समय दिया जाता हैं। जबकि नाइट्रोजन का कुछ अंश बुआई के समय एवम् शेष मात्रा को पौधों की क्रांतिक अवस्था को ध्यान में रख कर उचित समय पर दिया जाता हैं ।



2. स्थान विशेष पोषक प्रबंधन

स्थानिक पोषक तत्व प्रंबधन में पौधों की आवश्यकता के अनुसार सही समय पर खड़ी फसल में पोषक तत्व प्रंबधन किया जाता है। पोषक तत्व का क्रांतिक स्तर मक्का की फसल में लीफ कलर चार्ट (एल.सी.सी. पट्टी) एवं मृदा संयंत्र विश्लेषण विकास मीटर से लगाया जाता है (चित्र 2)। लीफ कलर चार्ट एवं मृदा संयंत्र विश्लेषण विकास मीटर की सहायता से पत्ती के हरे रंग की जाँच कर के उसी के अनुसार संस्तुत नाइट्रोजन मात्रा पौधे को दी जाती है। लीफ कलर चार्ट एक सस्ती विधि है जिसे किसान आसानी से प्रयोग कर सही समय पर नाइट्रोजन का बुरकाव कर सकते है। उदाहरणार्थ यदि मक्का की पत्ती का रंग लीफ कलर चार्ट के तीसरे खाने मे आता है तो 30 कि.ग्रा. नाइट्रोजन/हे, बुरक देनी चाहिए। रीडिंग के लिए मक्का के तने में बीच की पूर्ण रूप से फैली हुई पत्तीयों का चुनाव करना होता है। लीफ कलर चार्ट के उपयोग करने से किसान 25–30 कि.ग्रा. नाइट्रोजन/हे की बचत के साथ–साथ अधिक उपज व लाभ कमा सकते है। मृदा संयंत्र विश्लेषण विकास मीटर दूसरा विकल्प है ।

(अ)

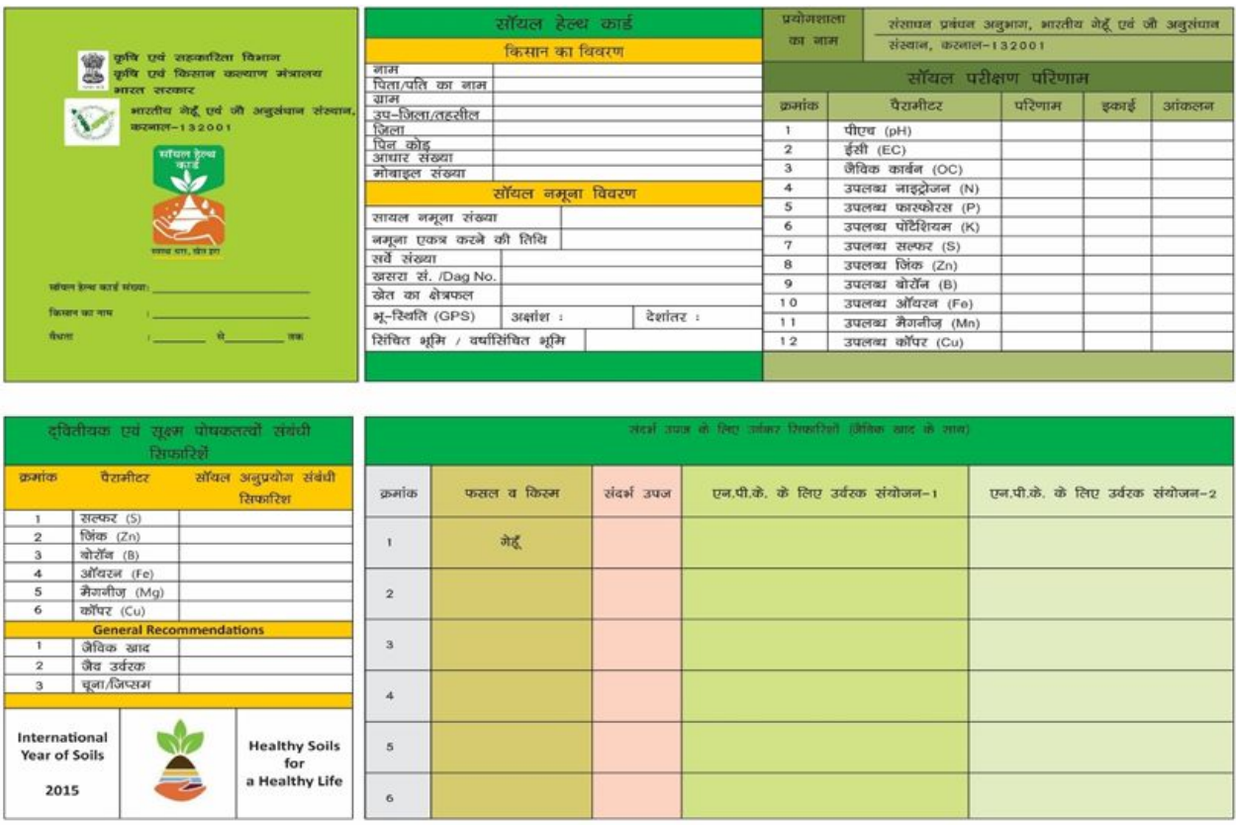


(ब)

चित्र 2. (अ) लीफ कलर चार्ट (ब) मृदा संयंत्र विश्लेषण विकास मीटर

3. मृदा परीक्षण फसल अनुक्रिया

इस विधि में मृदा में पोषक तत्वों की जांच कर मृदा के उर्वरता स्तर के अनुसार पोषक तत्वों की संस्तुति की जाती है। यह विधि सभी आवश्यक पोषक तत्वों जैसे नाइट्रोजन,फॉस्फोरस, पोटैशियम व सल्फर के लिए उपलब्ध है। भारत सरकार द्वारा मृदा परीक्षण फसल अनुक्रिया के अंतर्गत मृदा स्वास्थ्य कार्ड योजना 2015 में लागू हुई है। मृदा स्वास्थ्य कार्ड में मृदा का विवरण विभिन्न मद जैसे कार्बनिक पदार्थ, फॉस्फोरस, पोटैशियम स्तर के आधार पर हर प्रांत एवं फसल के लिए पोषक तत्वो की मात्रा का विवेचन है (चित्र 3 एवं तालिक 1)।



चित्र 3. मृदा स्वास्थ्य कार्ड में अंकित पोषक तत्व

तालिका 1. मृदा में उपलब्ध पोषक तत्वों का क्रांतिक मान

क्र. सं.	पोषक तत्व/ गुण	कम	मध्यम	उच्च
1	जैव कार्बन, %	<0.40	0.40-0.75	>0.75
2	पीएच मान	<6.5	6.5-8.7	>8.7
3	विध्युत चालकता, डेसी साइमन/मी.	<0.8	0.8-2.5	>2.5
4	उपलब्ध नाइट्रोजन, कि. ग्रा./ है.	<280	280 - 560	>560
5	उपलब्ध फॉस्फोरस, कि. ग्रा./ है. (as P)	<10	10 - 25	>25
6	उपलब्ध पोटैशियम, कि. ग्रा./ है. (as K)	<120	120-280	>280
7	उपलब्ध सल्फर, कि. ग्रा./ है.	<20	20 - 40	>40
8	उपलब्ध जिंक, मि.ग्रा./कि.ग्रा. (पी. पी. एम्.)	<1.0	1.0-3.0	>3.0
9	उपलब्ध आयरन (Fe), मि.ग्रा./कि.ग्रा. (पी. पी. एम्.)	<4.5	4.5-9.0.	>9.0
10	उपलब्ध मैंगनीज (Mn), मि.ग्रा./कि.ग्रा. (पी. पी. एम्.)	<1.0	1.0-2.0	>2.0
11	उपलब्ध ताम्बा (Cu), मि.ग्रा./कि.ग्रा. (पी. पी. एम्.)	<0.2	0.2-1.0	>1.0
12	उपलब्ध बोरोन (B), मि.ग्रा./कि.ग्रा. (पी. पी. एम्.)	0.5	0.5-1.0	>1.0
13	उपलब्ध मोलिब्दिनम (Mo), मि.ग्रा./कि.ग्रा. (पी. पी. एम्.)	0.01	0.01-0.05	>0.05

इस विधि के अनुसार पोषक तत्व प्रंबधन करने से उरवर्क की अनावश्यक मात्रा में कमी होती है, फसल की उपज में वृद्धि होती है।

4. नियंत्रित और धीमा निस्तार वाले उर्वरक

मक्का के खेत में कई तरह से पौषक तत्वों का हास हो जाता है। अधिक मात्रा में नाइट्रोजन बुवाई पर देने पर मृदा से नाइट्रोजन निचली मृदा परत से बह जाती है या वातावरण में गैस के रूप में उड़ जाती है। नाइट्रोजन के उपयोग को नाइट्रोजन की माँग के आधार पर प्रबंधित किया जाए तो पोषक तत्वों की उचित अवशोषक क्षमता एवं उपज में वृद्धि होगी। अतः नाइट्रोजन उर्वरक जैसे नीम लेपित यूरिया का प्रयोग उपयोगी सिद्ध हो सकता है। इसके अलावा करंज की पत्तियाँ या यूरिया सुपर दाना अन्य विकल्प है। पॉलिमर लेपित फॉस्फोरस के स्त्रोत पोषक तत्वो की अवशोषक क्षमता एवं फसल उपज में वृदि करते है।

5. हरी खाद का प्रयोग

ढ़ेचा एवं सनई की हरी खाद खेती के लिए बहुत उपयुक्त होती है। ढ़ेचा की 15 कि.ग्रा. प्रति हैक्टेयर बीज दर से अप्रैल माह में बिना फसल के खेत में छिड़काव किया जाता है। अतः बिना किसी लागत के 10–12 टन हरा चारा खेत में 60 दिन कि अवधि पर प्राप्त हो जाता है। ढ़ेचा एवं सनई को पुष्पन अवस्था से पूर्व या 2 महीने के पश्चात जुताई के माध्यम से मृदा में मिला देते है (चित्र 4)। हरी खाद की खेती करने से मृदा सरंचना में सुधार होता है व साथ में अगली फसल में 30 कि.ग्रा. प्रति हैक्टेयर नाइट्रोजन की बचत भी होती है। हरी खाद भूमि की निचली परतों से पोषक तत्वों जैसे की लोहा व जिंक इत्यादि को अवशोषित कर मृदा की सतह पर चक्रीकरण करती है।

चित्र 4. (अ) गेंहू की फसल के बाद ढेंचा की हरी खाद
(ब) हरी खाद को मशीन की सहायता से मृदा में मिलाते हुए

6. मक्का–गेंहू फसल चक्र में मूँग का समावेश

गेंहू के पश्चात मूँग की फसल का समावेश मक्का–गेंहू फसल प्रणाली में एक महवपूर्ण विकल्प है। ग्रीष्मकालीन मूँग से 0.5–1.2 टन/हेक्टेयर उपज प्राप्त होती है (तालिका 2)। मूँग के पत्तों और डंठलो को फलियों की तुड़ाई के बाद पहले मिट्टी में मिलाया जाए तो इसका मक्का की उपज व मृदा की गुणवत्ता पर अनुकूल प्रभाव होता है। ग्रीष्मकालीन मूँग की फसल के लिए एस.एस.एम.–668, पूसा–0672, पूसा रतना व पूसा विशाल जैसी किस्में उपयुक्त है।

तालिका : 2 ग्रीष्मकालीन मूँग व फसल अवशेष को मृदा में मिलाने से मक्का– गेंहू फसल प्रणाली की उत्पादकता पर प्रभाव

प्रणाली	मक्का (टन/ है.)	उपज गेंहू (टन/ है.)	उपज मक्का+ गेंहू (टन/ है.)	ग्रीष्मकालीन मूँग उपज (टन/ हे)
मक्का-गेंहू	5.4	4.2	9.6	-
मक्का-गेंहू - ग्रीष्मकालीन मूँग	6.2	4.8	11.0	0.67

निर्णय समर्थन प्रणाली के आधार पर पोषक तत्व प्रबंधन

फसल मांग संचालित पोषक तत्व प्रबंधन विधि से पौधे की आवश्यकता के अनुसार सही समय पर पोषक तत्व दिये जाते है । फसल की मांग और पोषकतत्व आपूर्ति के बीच तालमेल बढ़ाने के लिए इस डायग्नोस्टिक उपकरण का प्रयोग किया जाता है। पोषक तत्व दक्षता / पोषक तत्व विशेषज्ञ (एनई) संकर मक्का एक टूल है (चित्र 5) जो मोबाइल व इंटरनेट पर धान, गेंहू व मक्का के लिए उपलब्ध है।

चित्र 5.पौषक तत्व दक्षता टूल

इस टूल निर्णय समर्थन प्रणाली विशेषज्ञ (एनई) संकर मक्का टूल में मृदा व फसल से संबन्धित 10 से 15 आसान सवाल पूछे जाते है। फसल चक्र, मृदा में कार्बनिक पदार्थ व उपस्थित पौषक तत्व, सिचाई, गोबर की खाद व फसल अवेशेषों जैसे सवाल मुख्य है। इसी आधार पर यह टूल पोषक तत्वों की मात्रा को दर्शाता है। यह नाइट्रोजन की विभाजित मात्रा फसल की विभिन्न क्रांतिक अवस्थाओं के आधार पर दर्शाता है।

संरक्षण कृषि मक्का–गेंहू फसल प्रणाली में बहुत उपयोगी पायी गयी है। इस तरह से उपरोक्त वर्णित विधियों से मक्का में पोषक तत्व प्रबंधन किया जा सकता है , जिसमें मृदा में कार्बन, पोषक तत्व धारण क्षमता व जैविक गतिविधियों में बढोतरी होती है।

मृदा पर एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन तकनीक का प्रभाव

सियाराम मीणा[1], रवि सैनी[1] एवं लोकेश कुमार[2]
[1]भाकृअनुप–भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (नई दिल्ली)
[2]कृषि विश्वविद्यालय जोधपुर (राजस्थान)
लेखक ई–मेल : siyarammeena092@gmail.com

परिचय

फसल की उपज बढ़ाने के लिए अकार्बनिक उर्वरक का उपयोग किया जा सकता हैं लेकिन आने वाली पीढ़ियों के लिए पर्यावरण की रक्षा करना महत्वपूर्ण हैं विशेष रूप से जब जनसंख्या लगातार बढ़ रही हों । दीर्घकालिक फसल उत्पादकता प्राप्त करने के लिए कार्बनिक और अकार्बनिक दोनों उर्वरकों का विवेकपूर्ण उपयोग किया जाना महत्वपूर्ण हैं। मृदा की उत्पादकता और फसल की उपज को बनाए रखने और सुधारने के लिए अकार्बनिक उर्वरकों के कुछ हिस्सों को जैविक उर्वरकों से बदला जा सकता हैं। कार्बनिक और अकार्बनिक उर्वरकों के एकल अनुप्रयोग की तुलना में व्यापक साहित्यो के विश्लेषण में पाया गया कि एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन ; फसल की उपज, पोषक तत्व ग्रहण और आर्थिक लाभ में सुधार करता हैं । एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन एक ऐसा तरीका हैं जो पौधों को आवश्यक पोषक तत्व प्रदान करने के लिए अच्छे विकल्प और लागत प्रभावी तरीके प्रदान कर सकता हैं साथ ही साथ खेती की कुल लागत को कम कर सकता हैं। यह मृदा की भौतिक और रासायनिक परिस्थितियों को बेहतर बनाता हैं, और पर्यावरणीय स्थिरता का निर्माण करता हैं। एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन मृदा की बहुत सी समस्याओं को दूर करने के साथ ही मृदा में पोषक तत्व संतुलन बनाए रखता हैं ।

भारत में मृदाकी उर्वरता

देश के विभिन भागों मे, अपर्याप्त और असमान उर्वरक आवेदन के परिणामस्वरूप मृदा मे पोषक तत्वों (नाइट्रोजन, फास्फोरस, पॉटेशियम, सल्फर, जिंक और बोरॉन) की व्यापक कमी और मृदा के स्वास्थ्य में गिरावट आयी हैं । अनुमानों के मुताबिक 63, 42, 13 और 40 प्रतिशत भारतीय मृदाओं में क्रमशः नाइट्रोजन, फास्फोरस, पॉटेशियम, और सल्फर की कमी हैं । औसतन भारतीय मृदाओ में 49 प्रतिशत जस्ता, 15 प्रतिशत आयरन, 3 प्रतिशत कॉपर, 5 प्रतिशत मैंगनीज, 33 प्रतिशत बोरॉन और 13 प्रतिशत मोलिब्डेनम की कमी हैं ।

एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन का उद्देश्य

एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन का मुख्य उदेश्य फसल की उपज को लंबे समय तक बनाए रखना तथा साथ ही साथ मृदा की उर्वरता बढाना और प्रदूषण को न्यूनतम करना हैं। स्वस्थ फसल उत्पादन, संतोषजनक आर्थिक लाभ और प्रदूषण मुक्त भोजन सुनिश्चित करने के लिए जैविक कृषि प्रणालियों को अपनाने जैसी पर्यावरण अनुकूल प्रथाओं के बारे में किसानों के बीच जागरुकता बढ़ाना है।

एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन के मुख्य सिद्धान्त

एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन के मूल सिद्धांत निम्नलिखित हैं, जिन्हें एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन रणनीतियाँ विकसित करते समय ध्यान मे रखा जाना चाहिए :

- एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन तकनीकों को स्थानीय कृषि प्रणाली के अनुरूप होना चाहिए, जिसमें क्षेत्र की जैविक स्थितियां (खरपतवार, कीड़े और रोग), मृदा के प्रकार, सिंचाई सुविधा उपलब्ध उपकरण और जलवायु परिस्थितियां शामिल हैं।
- पोषक तत्वों के दोनों स्रोतों (कार्बनिक तथा अकार्बनिक) का उपयोग करना, इससे उर्वरक इनपुट में सुधार होता हैं, फसल उपयोग दक्षता में वृद्धि होती हैं, फसल की पोषण संबंधी जरूरतों को कम करता हैं, और खेती की कुल लागत को कम करता हैं।
- स्थायी और अस्थायी रूप से मृदा के पोषक तत्वों की आपूर्ति फसल की मांग के अनुरुप होनी चाहिए ।

- एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन तकनीक उर्वरक अपशिष्टता को कम करती है, फसल की क्षमता में सुधार करती है और लाभप्रदता को बढ़ाती है।
- यह समय के साथ–साथ मृदा के भौतिक तथा रासायनिक गुणों में सुधार करने वाला होना चाहिए ।

एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन का मृदा पर प्रभाव

भौतिक गुण : मृदा के स्वास्थ्य का आकलन करने के लिए मृदा के अन्य भौतिक गुणों के साथ बल्क घनत्व को महत्वपूर्ण घोतक माना गया हैं । जैविक संसाधनों के उपयोग से मृदा के कणों के समूहन पर अच्छा प्रभाव पड़ता हैं, जो मृदा से संबंधित एक भौतिक विशेषता हैं । नाइट्रोजन, फास्फोरस और पोटेशियम (अकार्बनिक उर्वरक) के साथ कार्बनिक खाद के उपयोग से मिट्टी के कणों के आपस मे समूहन, मिट्टी की जलधारण क्षमता और उपलब्ध जल क्षमता बढ़ती हैं और मिट्टी की 30 सेमी गहराई तक आभासी घनत्व को भी कम करता है। संतुलित उर्वरक और जैविक खाद को मृदा में मिलाने से मृदा की भौतिक स्थिति में सुधार होता हैं, और फसल उत्पादन में वृद्धि होती है। चावल–गेहूं फसल प्रणाली मे, एनपीके उर्वरकों तथा कार्बनिक खाद या हरी बीन के अवशेष + अनाज के अवशेषों से मृदा के एकत्रीकरण और संरचनात्मक स्थिरता में सुधार होता हैं, और इसके परिणामस्वरूप मैक्रोएग्रीगेट्स में कार्बन की मात्रा बढ़ जाती हैं ।

रासायनिक गुण : उर्वरकों के संयोजन में जैविक खाद का उपयोग करने से मृदा मे जैविक कार्बन, नाइट्रोजन और फॉसपोरस की मात्रा अकेले उर्वरक उपचार की तुलना में अधिक कुशलता से बढ़ती हैं । जैविक खाद के प्रयोग से मृदा में फास्फोरस और पोटेशियम के प्रारंभिक स्तर को बनाए रखा जा सकता हैं ।

जैविक गुण : सामान्य तौर पर मृदा में कार्बनिक पदार्थों की मात्रा एंजाइम गतिविधि को प्रभावित करती हैं । उर्वरकों और खाद को संतुलित मात्रा में मिलाने से मृदा के कार्बनिक पदार्थ और माइक्रोबीअल बायोमास कार्बन की मात्रा में वृद्धि होती हैं, जिसके परिणामस्वरूप एंजाइम गतिविधि में वृद्धि होती हैं । मृदा मे उपस्थित सूक्ष्म जीव, पौधो को पोषक तत्व उपलब्ध कराने मे सक्रिय रूप से काम करते हैं, और मृदा में कार्बनिक पदार्थों के लिए परिवर्तन मैट्रिक्स के रूप में कार्य करते हैं । उर्वरक या तो अकेले या जैविक खाद और हरी खाद के साथ उपयोग करने से यूरिऐज एन्जाइम में वृद्धि होती हैं ।

निष्कर्ष

अविकसित देशों में कम कृषि उत्पादन का सबसे महत्वपूर्ण कारण मृदा की उर्वरता में कमी हैं । मृदा की उर्वरता बनाए रखने के लिए अकार्बनिक उर्वरकों का प्रयोग महत्वपूर्ण हैं । अकार्बनिक उर्वरकों का उपयोग करने में सबसे बड़ा मुद्दा इनकी उच्च लागत हैं । एकीकृत पोषक तत्व प्रबंधन एक आवश्यक तकनीक हैं, जो बेहतर विकल्प और लागत प्रभावी तरीका प्रदान करता है जो पौधों को पर्याप्त मात्रा में स्थूल और सूक्ष्म पोषक तत्व प्रदान कर सकता है, और सिंथेटिक उर्वरकों के उपयोग को कम कर सकता हैं । जैविक खाद मृदा के कार्बनिक पदार्थ को संरक्षित करने और वर्तमान फसल को संतुलित पोषक तत्व प्रदान में मदद कर सकती हैं, जबकि भविष्य की फसलों के लिए बड़ी मात्रा में अवशिष्ट पोषक तत्व छोड़ती हैं । यह मृदा की भौतिक और रासायनिक स्थिति में सुधार करता है और एक अच्छा वातावरण बनाता हैं, और लंबे समय तक मृदा के पोषक तत्व संतुलन को संरक्षित करता हैं।

जो सम्मान, संस्कृति और अपनापन हिंदी बोलने से आता हैं,
वह अग्रंजी में दूर-दूर तक दिखाई नहीं देता हैं।
– अज्ञात

भंडारित मक्का में कीट एवं उनका प्रबंधन

पी. लक्ष्मी सौजन्या[1], जे.सी. शेखर[1], एस.बी. सुबी[2], के.आर.यतीश[1], बी.एस.जाट,[3]प्रवीण कुमार बगड़िया[3]एवं सुजय रक्षित[3]
[1]शीतकालीन पौधशाला केंद्र, भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान,राजेंद्रनगर, हैदराबाद (तेलंगाना)
[2]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, दिल्ली इकाई (नई दिल्ली)
[3]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, पीएयू कैंपस, लुधियाना (पंजाब)
संवादी लेखन का ई–मेल : soujanyak.scientist@gmail.com

1. परिचय :

मक्का (जिया मेज) जिसे आमतौर पर "अनाज की रानी" के रूप में जाना जाता है, विभिन्न कृषि जलवायु पारिस्थितिकीयों में उगाया जाता है जो मानव, मुर्गी पालन, पशुधन आदि के लिए भोजन प्रदान करने वाली एक महत्वपूर्ण फसल है। पिछले 6 दशकों में, भारत में भले ही मक्का का उत्पादन 1.73 मिलियन टन से बढ़कर 2020–21 में 30.16 मिलियन टन हो गया हो, लेकिन उसके बावजूद भी उत्पादकता कम बनी हुई है। कीट–पतंगों सहित विभिन्न जैविक कारक भारत में मक्का की कम उत्पादकता के कारणों में से एक हैं। विश्वभर में लगभग130 से अधिक कीटों के बारे में जानकारी उपलब्ध है, जो फसल के अंकुरण से लेकर परिपक्वता अवस्था तक अलग–अलग मात्रा में नुकसान पहुंचाते हैं। इनमें से कुछ कीट, गोदामों, संग्रहण डिब्बों, भंडारण संरचनाओं और पैकिटों में संग्रहीत उत्पादों को प्रभावित करते हैं, जिससे संग्रहीत अनाज का भारी मात्रा में नुकसान होने के साथ भोजन की गुणवत्ता में भी गिरावट आती है। भारत में, फसल कटाई, कटाई उपरान्त संचालन, रखरखाव और भंडारण के दौरान अनाज में 3.9 से 6 प्रतिशत तक नुकसान देखा गया है। वैश्विक भूख सूचकांक के अनुसार,सर्वोच्च खाद्य सुरक्षा वाले 120 देशों में भारत 55वें स्थान पर है। प्रचलित जलवायु परिस्थितियों के कारण उष्णकटिबंधीय और उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में फसल की कटाई के बाद नुकसान का प्रबंधन एक चुनौतीपूर्ण कार्य है। खेत में विभिन्न कृषि संचालनों के दौरान मक्का में लगभग 3.02 किलोग्राम/क्विंटल नुकसान होने की आशंका देखी गयी हैं। भंडारण के दौरान अनाज में अधिक नमी होने से भंडारण कीट और कवक द्वारा होने वाले नुकसान की संभावना बढ़ जाती है जिससे मक्का में लगभग 30 प्रतिशत तक नुकसान हो सकता है। भंडारण के दौरान अकेले कीटों के कारण अधिकतम 2.55 प्रतिशत तक नुकसान देखा गया है। मक्का के आर्थिक रूप से प्रमुख भंडारण कीटों में चावल का घुन (सिटोफिलस ओराइजी), एंगुमोइस अनाज पतंगा (सिटोट्रोगा सेरेएला), धान पतंगा (कोरसीरा सेफेलोनिका), लेसर दाना छेदक, (6) और रेड फ्लोर भृंग (ट्रिबोलियम कैस्टेनम) इत्यादि शामिल हैं। इन सभी कीटों में, चावल का घुन सबसे अधिक विनाशकारी कीट है, जो मक्का के दाने खाकर मात्रात्मक (वजन घटाने, आर्थिक हानि) और गुणात्मक (रासायनिक परिवर्तन, बीज की अंकुरण क्षमता में कमी, संदूषण, पोषण ह्रास) रूप से नुकसान पहुँचाता है। यह घुन खेत में फसल को परिपक्व अवस्था में या भंडारण के दौरान कभी भी संक्रमित करने में सक्षम होता है। इस कीट के कारण चार महीने के भंडारण के दौरान, 53.30 प्रतिशत नुकसान और दानों के वजन में 14 प्रतिशत तक की कमी दर्ज की गई हैं। हालांकि, भंडारण के दौरान संश्लेषित कीटनाशकों के प्रयोग से कटाई के बाद के नुकसान को कम किया जा सकता है, लेकिन कीटनाशक प्रतिरोधकता की संभावना और गैर–लक्षित जीवों पर दुष्प्रभाव को ध्यान में रखते हुए इनकी अनुशंसा नहीं की जानी चाहिए। यद्यपि, मिथाइल ब्रोमाइड, भंडारण कीटों के नियंत्रण के लिए प्रभावी धूमकों में से एक है लेकिन मॉन्ट्रियल प्रोटोकॉल के अनुसार इसकी ओजोन क्षरण प्रकृति के कारण 2015 से इसे प्रतिबंधित कर दिया गया है। नतीजतन, भंडारण कीटों का प्रबंधन एक चुनौती बन गया है। संश्लेषित कीटनाशकों के नकारात्मक प्रभावों को देखते हुए, संग्रहीत अनाज कीटों के नियंत्रण के लिए पादप मूल के पदार्थों के प्रयोग को बढ़ावा दिया जाना चाहिए क्योंकि वे अत्यधिक बायोडिग्रेडेबल होने के साथ–साथ मनुष्यों के लिए तुलनात्मक रूप से कम विषैले होते हैं।

2. भंडारण कीट

भंडारण कीटों को मुख्यतः दो प्रकार के प्राथमिक और द्वितीयक कीटों के दो प्रकारों में वर्गीकृत किया जाता है। प्राथमिक कीट जैसे चावल का घुन, एंगुमोइस अनाज पतंगा (ग्रेन मोथ) और खपरा बीटल (भृंग) इत्यादि अनाज के साबूत और स्वस्थ दानों को संक्रमित करने में सक्षम होते हैं। दानों के भीतर इन कीटों के लार्वा (डिंभक) की सभी अवस्थाएँ पूरी तरह से विकसित होने में सक्षम होती हैं।

द्वितीयक कीट जैसे कि रेड फ्लोर बीटल, राइस मोथ (चावल पतंगा) इत्यादि साबूत और स्वस्थ दानों को संक्रमित करने में असमर्थ होते हैं,परन्तु टूटे हुए अनाज के दानों और दानों के मलबे को आसानी से खा सकते हैं। साथ ही इनकी लार्वा अवस्थाएँ अनाज के बाहर विकसित होती हैं।

2.1 चावल का घुन / राइस वीविल (सिटोफिलस ओराइजी)

यह कीट विश्व के उष्ण कटिबंधीय और उपोष्ण कटिबंधीय क्षेत्रों में व्यापक रूप से पाया जाता है। वैकल्पिक तौर पर यह कीट धान, गेहूँ, ज्वार और जौ पर अपना जीवन चक्र पूरा करते हैं। कीट डिंभ (ग्रब) छोटा, मोटा "सी" आकार का, मलाईदार–सफ़ेद, घुमावदार, पारभासी होता है जिसका सिर,पीले या भूरे रंग का होता है और जिसके काटने वाले जबड़े होते हैं (चित्र 1)। लार्वा (ग्रब) 18–20 दिनों तक अनाज के दाने को अंदर रहकर खाता हैं।इस कीट के प्यूपा पर किसी प्रकार का आवरण नहीं होता हैं एवं प्यूपा अवस्था 6–7 दिनों तक रहती है। वयस्क घुन छोटे, लगभग 2.5 मिमी लंबे, गहरे भूरे या लाल भूरे रंग के होते हैं (चित्र 3)। मादा लगभग 150–300 अंडे देती है (चित्र 4),जिनसे लगभग 3 दिनों में बच्चे (लार्वा) निकल आते हैं। नया वयस्क 3 से 4 दिनों तक बीज में रहता है जब तक कि यह सख्त और परिपक्व नहीं हो जाता।इस कीट का जीवनचक्र 40–45 दिनों में पूरा हो जाता है। जैसा कि यह कीट एक आंतरिक फीडर (खाने वाला) है, अतः इसके वयस्क और लार्वा दोनों ही अनाज को अत्यधिक तेजी से खाते हैं(चित्र 5)। अनुकूल वातावरणीय परिस्थितियों में इनकी जनसंख्या तेजी से बढ़ती है।अत्यधिक संक्रमण की स्थिति में यह कीट बीज के पेरिकार्प को छोड़कर बीज के अंदर का हिस्सा पूरी तरह से खाकर उसको खोखला कर देता हैं। यह कीट खेत में फसल को परिपक्व अवस्था के दौरान भी संक्रमित करने की क्षमता रखता है।

2.2 एंगुमोइस ग्रेन मोथ (सिटोट्रोगा सेरेएला)

इस कीट के वैकल्पिक मेज़बान धान, गेहूँ, ज्वार और बाजरा हैं।इसके अंडे बेलनाकार, सिगार की आकृति के आकार के होते हैं जो अनाज की सतह पर अकेले या छोटे–छोटे समूहों में दिये जाते हैं।यह अंडे शुरुआत प्रारंभिक अवस्था में सफेद दिखते हैं लेकिन बाद में चमकीले लाल रंग में बदल जाते हैं। सुंडी पीले सिर के साथ सफेद रंग की होती है। अनुकूल तापमान पर सुंडी प्रत्येक छह दिनों के अंतराल पर चार बार निर्मोचन करते हुए सुंडी की चार विभिन्न अवस्थाओं से गुजर कर वयस्क में तबदील हो जाता हैं। वयस्क कीट के अग्र पंख 8–10 मिलीमीटर लंबे होते हैं जो चमड़े के रंग जैसे दिखाई पड़ते हैं। जबकि पश्च पंख के किनारों पर लंबे बाल होते हैं और अंतिम सिरे बढ़े हुए रहते हैं। इसका जीवन चक्र 30–32 दिनों में पूरा हो जाता है।

इस कीट की केवल लार्वा अवस्था ही दाने को नुकसान पहुँचाती हैं। अंडो से लार्वा निकलने (हैचिंग) के बाद, लार्वा एंडोस्पर्म (भरूणपौष) को खाना शुरू कर देता है। नतीजतन, दाना खोखला हो जाता है जिसके परिणामस्वरूप बीज की अंकुरण क्षमता नष्ट हो जाती है। क्षतिग्रस्त दानों पर, विशेष विशिष्टफ्लैप या ट्रैप डोर (दरवाजा) जैसा के साथ एक गोलाकार छिद्र दिखाई देता है। कीट का संक्रमण खेत और भंडारण दोनों जगह पर देखने को मिलता होता है। खेत में यह कीट फसल को परिपक्व अवस्था में भी संक्रमित कर सकता है। भंडारित अनाज में, इस कीट का संक्रमण केवल ऊपरी 30 सेंटीमीटर गहराई तक ही सीमित रहता है।

2.3 धान पतंगा (राइस मोथ / कोरसीरा सेफेलोनिका)

धानपतंगे को खराब एवं निम्न गुणवत्तावाली भंडारण स्थितियों में गंभीर संक्रमण के लिए जाना जाता है। इस कीट के वैकल्पिक मेज़बान चावल, जौ, ज्वार, बाजरा, सोयाबीन और तिलहन हैं। वयस्क के पंखों का फैलाव 12–15 मिलीमीटर तक होता है, जिसके अग्रपंख धूसर – भूरे रंग के होते हैं। मादा मोथ निकलने के कुछ दिनों के भीतर 150 तक अंडे देती है। युवा सुंडी मलाईदार सफेद रंग की होती है जिसका सिर मुख्य रूप से हल्के भूरे या पीले रंग का होता हैं।वयस्क 1–2 सप्ताह के लिये जीवित रहते हैं और इस दौरान अनाज में अंडे दे देते हैं। परिपक्वता पर, लार्वा प्यूपीकरण (कोषस्थ कीट) के लिए सफेद रेशमी कोकून का निर्माण करते हैं। प्यूपा काल 7–9 दिनों तक का होता रहता है जबकि वयस्क 7–15 दिनों तक जीवित रहता है। छोटे लार्वा टूटे हुए दानों को खाकर जाले बनाते हैं जिसके परिणामस्वरूप बड़ी मात्रा में कीटमल और रेशमी कोकून बनता है जिसकी वजह से अनाज दूषित हो जाता है।

2.4 रेड फ्लोर बीटल (लाल आटा भृंग / ट्रिबोलियम कैस्टेनम)

वैकल्पिक भोजन के रूप में यह कीट अनाज,बाजरा, आटा, स्टार्च युक्त उत्पाद,नट और अनाज से तैयार खाद्य पदार्थों पर अपना जीवनचक्र पूरा करता करते हैं। इसके वयस्क चपटे लाल भूरे रंग के,5–6 मिलीमीटर लंबे होते हैं। अंडे सफेद रंग के,

चिपचिपे होते हैं जो साबुत अनाज के दानों अथवा दानों के मलबे पर दिये जाते हैं। अंडे आकार में छोटे व बेलनाकार होते हैं तथा दोनों सिरो की तरफ पर गोल होते हैं। इस भृंग के लार्वा बेलनाकार और बहुत सक्रिय होते हैं जो 3–4 सप्ताह के अंदर प्यूपा बन जाते हैं।यह अवस्था 5–9 दिनों तक रहती है। वयस्क की आयु 4–5 महीने की होती है और वह जीवन भर खाता रहता है। यह टूटे हुए दानों को खाता है जिससे अनाज का चूरा डस्ट बन जाती जाता है। भृंगों के स्राव के कारण संक्रमित आटे से खट्टी और तीक्ष्ण गंध आती है। अनाज में कीट के लार्वा, मृत एवं जीवित वयस्कों और गंध इत्यादि की उपस्थिति से उत्पाद सामग्री के खराब एवं क्षतिग्रस्त होने का संकेत मिलता है।

2.5 लेसर ग्रेन बोरर (लेसर दाना छेदक/राइज़ोपर्था डोमिनिका)

वैकल्पिक तौर पर यह कीट गेहूँ और चावल को भोजन के रूप में खाकर अपना जीवन चक्र पूरा करता हैं। पूर्ण विकसित लार्वा (सुंडी) मलिन सफेद रंग का होता हैं जिनका सिर हल्के भूरे रंग का तथा छोटे बालों से ढका हुआ वक्राकार पेट होता हैं। लार्वा की जीवन अवधि 25–28 दिनों की होती है जबकि प्यूपा अवस्था 7–8 दिनों तक रहती है। इस प्रकार यह कीट अपना जीवन चक्र 6–8 सप्ताह में पूरा कर लेता है। अनुकूल वातावरणीय परिस्थितियों में इसकीट की संख्या भंडारित अनाज में अत्यधिक बढ़ जाती हैं और दानों को अंदर से पूरी तरह खाकर खोखला कर देती देते हैं जिसके कारण दानों का केवल पतला छिलका रह जाता है। गंभीर संक्रमण की स्थिति के बाद वयस्क मल पैदा करते हैं और दानों को खाने से कहीं ज्यादा खराब कर देते हैं। दानों को खाने से भारी मात्रा में चूर्ण पदार्थ बनता हैं जो इसके द्वारा किए जाने वाले नुकसान और इसकी उपस्थिती द्योतक है।

2.6 खपरा बीटल (खापरा भृंग/ट्रोगोडर्मा ग्रैनेरियम)

विकल्प के रूप में यह गेहूं, जौ, जई, बिनौला और सूखे मेवे को खाकर जीवनयापन कर सकता हैं।इनका लार्वा (डिंभक) भूरे–सफेद रंग का होता है जिसके शरीर पर लाल–भूरे रंग के लंबे चलनशील और स्तंभन बालों के गुच्छे होते हैं। शरीर के पिछले खंडों पर यह बालों के गुच्छे अंतिम छोर पर एक प्रकार की पूंछ का निर्माण करते हैं। इनकीयह लार्वा अवस्था 20–25 दिनों तक की होती हैं। जबकि इसका प्यूपा काल सिर्फ 4–8 दिन का रहता है। इस प्रकार यह 33–45 दिनों में अपना जीवनकाल पूरा कर लेते है। इनकी सूंडी (डिंभक) अनाज के भीतरी भाग को खाती है। जबकि वयस्क कोई नुकसान नहीं पहुचाते हैं। कई बार कवकों का संक्रमण भी दिखाई पड़ता हैं। इन कीटों के शरीर के अंगों और मोल्त (छिली हुई त्वचा)तथा मल से भी अनाज का संदूषणहोता है जो मनुष्यों में एलर्जी का कारण बनते है।

3. पारंपरिक भंडारण के तरीके

सामान्यत : सीमित संसाधनों वाले किसान खाद्यान्न भंडारण के लिए विभिन्न भंडारण संरचनाओं जैसे बांस के डिब्बे, लकड़ी के पात्र, मिट्टी के ढांचे, भूमिगत ढांचे और गनी बैग का उपयोग करते हैं। इन ढांचों में आम तौर पर किसानों के स्तर पर 6–8 महीनों के लिए काटा हुआ खाद्यान्न भंडारित किया जाता है।

4. भंडारण कीटों के लिए एकीकृत प्रबंधन रणनीतियाँ

4.1 रोग निरोधी उपाय

साफ–सफाई और स्वच्छता कीट संक्रमण की रोकथाम की दिशा में सबसे महत्वपूर्ण और पहला कदम है। कटाई के उपरान्त फसल को नए उत्पाद के रूप में उपयोग करने से पहले धूल, दाने और भूसी को परिवहन तंत्रप्रणाली, भंडारण क्षेत्र के साथ–साथ थ्रेसिंग यार्ड से भी हटा देना चाहिए। अनाज में नमी की मात्रा को10–12 प्रतिशत से कम रखनी होनी चाहिए। नए दानों को पुराने दानों के साथ नहीं मिलाना चाहिए। बीज भंडारित बोरियों को जमीन से कुछ इंच ऊंचाई पर रखना चाहिए। भंडारण कक्षों से गंदगी, मृत कीड़ों के अवशेषों और कूड़ा–कर्कट आदि को हटा देना चाहिए। भण्डार क्षेत्र में मौजूद दरारों, खाँचों और छिद्रों को मिट्टी अथवा सीमेंट से भर देना चाहिए। भंडारित बोरियों को उपयोग में लेने से पहले बोरियों पर नीम बीज 5 प्रतिशत (NSKE@5%) घोल का एक पतली फिल्म के रूप में छिड़काव करना चाहिए।

4.2 शस्य उपाय

भंडारण कीटों द्वारा अंडे देने से बचने के लिए फसल की उचित समय पर कटाई करनी चाहिए। फसल की बहुत जल्दी कटाई करने से सुखाने की लागत बढ़ जाती है और मोल्ड (कवक) वृद्धि और भंडारण कीटों के संक्रमण के लिए भी अधिक संवेदनशील हो जाती है। भंडारण कीटों को अनाज पर अंडे देने से रोकने के लिए फसल की उचित समय पर कटाई करनी चाहिए। फसल की बहुत जल्दी कटाई करने पर सुखाने की लागत बढ़

जाती है तथा नमी की मात्रा अधिक होने पर मोल्ड (कवक) वृद्धि और भंडारण कीटों के संक्रमण के लिए भी अधिक संवेदनशील हो जाती है।देरी से कटाई करने से फसल के बिखरने से नुकसान होता है और साथ ही फसल कृन्तकों (रोडेंट्स) और पक्षियों के खाने से भी बडे पैमाने पर नुकसान होता है। यांत्रिक उपकरणों के माध्यम से संग्रहीत उत्पाद में कीड़ों की निगरानी के साथ उनकी बड़े पैमाने पर ट्रैपिंग (पकड़ना) की जा सकती है।थोड़े समय के लिए नियमित अंतराल पर बार–बार धूप में सुखाने से भी कीट का संक्रमण काफी हद तक कम किया जा सकता है। हर्मेटिक नियंत्रण (पूर्ण वायु जकड़न) कीट प्रबंधन का एक सरल, सस्ता और प्रभावी तरीका है। हर्मेटिक रूप से सीलबंद कंटेनर या स्थान में कोई भी हवा बाहर से अंदर या अंदर से बाहर नहीं निकल सकती है। इस पद्धति में कीड़ों और माइक्रोफ्लोरा जैसे जीवाणु, कवक और सूक्ष्म शैवाल की मेटाबोलिक (उपापचय) गतिविधियां जैव जनरेटर के रूप में कार्य करती हैं जो अंतरग्रहीय वातावरण की ऑक्सीजन और कार्बन डाइऑक्साइड के अनुपात को बदल देती हैं जिससे कीटो का विकास रुक जाता हैं। अंतर्राष्ट्रीय चावल अनुसंधान संस्थान, फिलीपींस ने चावल और मक्का के बीजों के हर्मेटिक भंडारण के लिये सुपरग्रेन बैग (60 किलोग्राम) विकसित किए हैं जिनमें बीजों को 90–280 दिनों की लंबी अवधि के लिए 95 से 98. 3 प्रतिशत अंकुरण दर के साथ भंडारित किया जा सकता हैं।

4.3 निगरानी

कीट गतिविधियों की निगरानी के लिए कीट जाल विकसित करके भंडारण सुविधाओं में उनकी उपस्थिति का शीघ्र पता लगाने के लिए कई संग्रहीत उत्पाद कीटों के घुमक्कड़ व्यवहार का उपयोग किया जाता है।इस हेतु कीट जाल उपकरणों के माध्यम से भंडारण कीटों की गतिविधियों का शीघ्र पता लगाया जा सकता है।इन कीट ट्रैप्स में प्रोबट्रैप, पिटफॉल ट्रैप और स्टैक प्रोब ट्रैप इत्यादि खाद्य सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण हैं।

कई संग्रहीत उत्पाद की टोंकी भंडारण सुविधाओं में शीघ्र उपस्थिति का पता लगाने के लिए उनके घुमक्कड़ व्यवहार का उपयोग किया जाता है। इस हेतु कीट ट्रैप्स/उपकरणों के माध्यम से भंडारण कीटों की गतिविधियों की निगरानी की जा सकती हैं। इन कीट ट्रैप्स में प्रोब ट्रैप, पिटफॉल ट्रैप और स्टैक प्रोब ट्रैप इत्यादि खाद्य सुरक्षा के लिए महत्वपूर्ण हैं।

4.4 वानस्पतिक पदार्थों का उपयोग

पारंपरिक पौधे जैसे निकोसियाना, रायनिया मसाले–हल्दी, लौंग, दालचीनी, काली मिर्च, अदरक, लहसुन और चक्र फूल इत्यादि का उपयोग भंडारण कीटों के नियंत्रण के लिए प्राचीनकाल से किया जाता रहा है। धनियाँ का एसेंशियल ऑयल रेड फ्लोर बीटल के अंडे, लार्वा और वयस्कों के विरुद्ध प्रभावी पाया गया है। जो कि 12.0 माइक्रोग्राम प्रति मिलीलीटर यूमिगेंट विषाक्तता और विकर्षक प्रवृति रखता है जबकि 20 माइक्रोग्राम प्रति मिलीलीटर पर संपर्क विशक्तता प्रदर्शित करता हैं।सत्यानाशी (अर्जीमोन मेक्सिकाना) का क्लोरोफॉर्म सत्त 4 मिलीलीटरली/कीसांद्रता पर राइस मोथ में अंडों से बच्चे के निकलने की प्रक्रिया को 60 प्रतिशत तक अवरुद्ध कर देता है। पीले गुलमोहर के पेल्टाफोरस टेरोकार्पम पुष्प अर्क में पाया जाने वाला साइटोस्टेरिल–बीटा –डी–ग्लूकोपीरानोसाइड को 0.080 मिलीग्राम/30 ग्राम की दर से राइस वीविल (सिटोफिलस ओराइजी) को आहार के रूप में देने पर उनके व्यस्कों में इसकी प्रबल विषाक्तता देखी गयी हैं जो कि कीट उपत्वचा में आसानी से प्रवेश करने के कारण हो सकता हैं। इनके अलावा जंगली शिमला मिर्च (कैप्सिकम फ्रूटसेन्स),नींबू घास (सिंबोपोगोन साइट्रेटस), सहजन (मोरिंगा ओलीफेरा)और काजू (एनाकार्डियम ऑक्सिडेंटेल) के चूर्ण और अर्क के 1, 2 और 3 प्रतिशत सांद्रण एंगुमोइस ग्रेन मोथ के अंडों से बच्चे निकलने की प्रक्रिया को रोक देते है।

निर्गुण्डी (विटेक्स नेगुंडो), वासा (अडूसा/अधाटोडा वासिका), सदाबहार (केथारेन्थस रोजस) और तानतानी (लैंटाना कैमरा) के पत्तों का पाउडर 5 प्रतिशत दरपर चावल के घुन के (सिटोफिलस ओराइजी) वयस्कों के लिए बहुत ही जहरीला साबित हुआ हैं। इसी प्रकार, पहले के शोध में निर्गुण्डी, (विटेकस नेमुंडो), वासा (अडूसा/अधोटोडा वासिका), सदाबहार के (केथारेन्थस रोजस) के एसिटोनिक अर्क के 1 और 2 प्रतिशत सांद्रण के प्रयोग से धान पतंगा (राइस मोथ/कोरसीस सेफेलोनिका) में संपर्क विषाक्तता को प्रेरित किया गया था, जिसके परिणामस्वरूप संग्रहीत मक्का में वयस्क उद्भव में कमी, दानों की क्षति और वजन में कमी को अवरुद्ध पाया गया होती है। इसी तरह से वासा (अडुसा/अधाटोडा वासिका) तानतानी और निर्गुण्डी (विटेक्स नेगुंडो) के एसिटोनिक अर्क और 2 प्रतिशत सांद्रण का, मक्का के अंकुरण को प्रभावित किए बिना चावल के घुन (सिटोफिलस ओराइजी) में संपर्क और विकर्षक प्रभाव देखा गया हैं।

मक्का के दानों को जंगली पुदीना महकुआ (अजेरेटम कोनीज़ाइड्स) की 2 प्रतिशत की दर से उपचारित कर जूट की थैलियों में संग्रहित करने से चावल के घुन (सिटोफिलस ओराइजी) की उच्चतम मृत्यु दर का आंकलन किया गया, जिससे घुन लगने के 40 और 80 दिनों के बाद दानों के वजन में न्यूनतम कमी दर्ज की गई और कीटों की संतति विकास में भी कमी देखी गई। इसी प्रकार दोहरी परत वाले भंडारण थैलों की परतों के बीच पानी आधारित पेस्ट के रूप में टीनोस्पोरा कॉर्डिफोलिया लीफ पाउडर का प्रयोग साइटोफिलस ओरेजा के विरुद्ध पांच महीने की अवधि के लिए सुरक्षा प्रदान करता है। बड़े पैमाने पर वानस्पतिक पदार्थों का उत्पादन, अपर्याप्त क्षेत्र आधारित डेटा, धीमी क्रिया, अवशिष्ट क्रिया का अभाव, विनियामक अनुमोदन हेतु निर्माण प्रक्रियाओं का अनुपयुक्त मानकीकरण, विषाक्तता परीक्षण और अपर्याप्त शेल्फ जीवन सहित पंजीकरण प्रोटोकॉल को पूरा करने की उच्च लागत के कारण व्यावसायीकरण में कठिनाई इत्यादि वानस्पतिक पदार्थों पर आधारित उत्पादों के विकास में बाधा डालने वाली प्रमुख समस्याएं हैं।

4.5 धूमन/फ्यूमिगेशन

भंडारण कीटों के प्रबंधन के लिए भारत में एल्यूमीनियम फास्फाइड सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल किया जाने वाला फ्यूमिगेंट है जो हवा में नमी के संपर्क में आने पर ये गोलियां फॉस्फीन गैस छोड़ती हैं। भंडारण के लिए एल्यूमीनियम फास्फाइड की 3 गोलियां/टन अनाज अनुशंसित मात्र खुराक है। भंडारण के दौरान जानवरों और मनुष्यों का संपर्क में आने से बचना चाहिए। भंडारण में धूमन केवल अधिकृत और अनुभवी कर्मियों द्वारा ही किया जाना चाहिए।

5. निष्कर्ष

फसल की कटाई के बाद खेत में होने वाले नुकसान को खासतौर पर कम करने की जरूरत है। फसल की कटाई के बाद कृषि कार्यों और पर्याप्त भंडारण संरचनाओं के लिए सीमेंटेड संरचनाओं की कमी भारतीय किसानों के सामने आने वाले प्रमुख समस्याएँ हैं। जागरूकता बढ़ाने के साथ परिवहन व्यवस्था में सुधार करने से, खेत से भंडारण तक कीट–पीड़कों के संक्रमण के जोखिम को कम करने में मदद मिलेगी। भंडारण स्थितियों के तहत मक्का के प्रभावी संरक्षण के लिए रोगनिरोधी उपाय जैसे कि कटाई का सही समय, इष्टतम नमी की मात्रा बनाए रखना, भंडारण क्षेत्र में स्वच्छता और उचित भंडारण संरचनाएं इत्यादि आवश्यक हैं। साथ ही क्षेत्र विशेष के लिए शस्य क्रियाओं के लिए क्षेत्र विशिष्ट पैकेज प्रद्वातियों को बढ़ावा देने की आवश्यकता है। फसल की कटाई उपरान्त प्रबंधन में किसानों को कौशल आधारित प्रशिक्षण देने से, कटाई से लेकर फसल की खपत तक होने वाले नुकसान को कम करने में मदद मिलेगी।

चित्र 1 : ग्रब (लार्वा)

चित्र 2 : प्यूपा

चित्र 3 : वयस्क

चित्र 4 : राइस वीविल के अंडों का समूह

चित्र 5 : मक्का के दानों पर राइस वीविल के वयस्क

मक्का : आलू अन्त – फसल उत्पादन तकनीक

अनूप कुमार[1], शंकर लाल जाट[1], स्मृति रंजन पधान[2], राधेश्याम[2], अक्षय गलोत्रा[2], नवीन कुमार[1] एवं परीक्षित कुमार सैनी[1]

[1]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, दिल्ली यूनिट (नई दिल्ली)

[2]भाकृअनुप–भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (नई दिल्ली)

संवादी लेखक का ई–मेलः smrutiranjaniari@gmail.com

परिचय

आलू विश्व की एक महत्वपूर्ण सब्जियों वाली फसल है। यह एक सस्ती और आर्थिक फसल है, जिस कारण इसे गरीब आदमी का मित्र कहा जाता है। यह फसल दक्षिणी अमेरिका की है और इसमें कार्बोहाइड्रेट और विटामिन भरपूर मात्रा में पाए जाते हैं। आलू लगभग देश के सभी राज्यों में उगाए जाते हैं। यह फसल सब्जी और चिप्स बनाने के लिए प्रयोग की जाती है। यह फसल स्टार्च और शराब बनाने के लिए भी प्रयोग की जाती है। भारत में उत्तरप्रदेश 31.26% उत्पादन हिस्सेदारी के साथ प्रमुख आलू उत्पादक राज्य है, इसके बाद पश्चिम बंगाल, बिहार, गुजरात और मध्यप्रदेश क्रमशः 23.29%, 13.22%, 7.43% और 6.20% हिस्सेदारी के साथ हैं। पंजाब में जालंधर, होशियारपुर, लुधियाना और पटियाला मुख्य आलू पैदा करने वाले क्षेत्र हैं। भारत में आलू के साथ मक्का भी अंतर फसल के तौर पर उगायी जाती है जिससे की किसान को लाभ मिले और अंतर फसलों में रोग व कीटो का भी प्रभाव कम होता है अंतरफसलों के बहुत से लाभ होते है खरपरतवारों का भी नियंत्रण होता हैं।

चित्र 1 : मक्का आलू की मिश्रित खेती

मक्का (जिया मेज) की फसल अनाज और चारे दोनों के लिए प्रयोग की जाती है। मक्का को ''अनाज की रानी'' के नाम से भी जाना जाता है क्योंकि अन्य फसलों के मुकाबले में इसकी पैदावार सबसे अधिक है। इससे खाद्य पदार्थ भी तैयार किए जाते हैं। जैसे कि स्टार्च, कॉर्नफ्लैक्स और गुलूकोज आदि। मक्का की फसल हर तरह की मृदा में उगाई जा सकती है। यह पकने के लिए 3 महीनों का समय लेती है।

मिश्रित खेती : मक्का और आलू की फसल को मिलाकर खेती की जा सकती है। इसके लिए मक्का की प्रत्येक पंक्ति के साथ एक पंक्ति आलू लगाएं। खरीफ के मौसम में मक्का को गन्ने के साथ भी उगाया जा सकता है। गन्ने की दो पंक्तियों के बाद एक पंक्ति मक्का की लगाएं।

भूमि : आलू और मक्का की फसल के लिए भूमि जिसका पी. एच. मान 6 से 8 के मध्य हो, बलुई दोमट तथा उचित जल निकास की भूमि उपयुक्त होती है।

खेत की तैयारी : मक्का और आलू के लिए खेत की 3–4 जुताई डिस्क हैरो या कल्टीवेटर से करें। प्रत्येक जुताई के बाद पाटा लगाने से मिट्टी के ढेले टूट जाते हैं तथा नमी भी सुरक्षित रहती है। वर्तमान में रोटावेटर से भी खेत की तैयारी शीघ्र व अच्छी हो जाती है। आलू और मक्का की अच्छी फसल के लिए बोने से पहले पलेवा करना चाहिए।

बुवाई का समय

फसल	आलू	मक्का
बुवाई	अक्तूबर से नवंबर महीने	अक्तूबर से नवंबर महीने
दूरी	60**x**20 सेमी	60**x**20 सेमी स्वीटकॉर्न :– 60**x**20 सेमी बेबीकॉर्न :– 60**x**20 सेमी
बीज की गहराई	3–4 सेमी	3–4 सेमी.
बीज की मात्रा	10–15 क्विंटल/हैक्टर	मक्का के लिए :–15–20 किलोग्राम/हैक्टर स्वीटकॉर्न :– 8 किलोग्राम/हैक्टर बेबीकॉर्न :– 16 किलोग्राम/हैक्टर

चित्र 2 : आलू : मक्का अन्त : फसल प्रत्येक का दृश्य

खाद एवं रासायनिक उर्वरक – आलू और मक्का की खेती के लिए बुवाई से पूर्व जुताई के समय अच्छी तरह से सडी हुई गोबर की खाद 10–15 टन प्रति हेक्टैयर की दर से मिला देनी चाहिए। फॉस्फोरस व पोटाश की पूरी और नाइट्रोजन की आधी मात्रा बुवाई के समय ही खेत में डालनी होती है। शेष नाइट्रोजन को पौधों में मिट्टी चढ़ाते समय खेत में डाला जाता है।

फसल	आलू	मक्का
नाइट्रोजन	180 किलोग्राम/हैक्टर	120 किलोग्राम/हैक्टर
फॉस्फोरस	60 किलोग्राम/हैक्टर	60 किलोग्राम/हैक्टर
पोटाश	85 किलोग्राम/हैक्टर	40 किलोग्राम/हैक्टर

चित्र 3 : आलू : मक्का अन्त : फसल में उर्वरक अनुप्रयोग

आलू की किस्मे	परिपक्व/अवधि (दिन)	उपज टन/हैक्टर	मक्का की किस्म	अवधि (दिन)	उपज टन/हैक्टर
कुफरी अलंकार	140	25 टन	पूसा एच.एम.–4 इम्प्रूव्ड (संकर)	87	8.5 टन
कुफरी बहार	90–100	20 टन	पूसा एच.एम.–8 इम्प्रूव्ड (संकर)	95	6.5 टन
कुफरी सतलज	90–100	25 टन	पूसा एच.एम.–9 इम्प्रूव्ड (संकर)	89	7.5 टन
कुफरी पुखराज	70–80	20 टन	पूसा एच.क्यू.पी.एम.– 5 इम्प्रूव्ड	111	9.1 टन
कुफरी जावहर	80–90	20 टन	पूसाविवेकहाइब्रिड 27 इम्प्रूव्ड	84	6.5 टन

ये उपज अतः फसल की है या एकल फसल की ?

खरपतवार नियंत्रण

रासायिनक विधि : आलु के अंकुरण से पहले मैटरीबिउजिन 70 वेटटेबल पाउडर (डब्लयूपी) 200 ग्राम या एलाकलोर 2 लीटर प्रति एकड़ डालें।

यांत्रिक विधि : बुवाई के 10 से 15 दिन के बाद खुरपी, फावड़ा और ट्रैक्टर आदि की सहयता से खरपतवार का प्रबन्ध कर सकते है।

अंतर कृषण : प्रथम सिंचाई के बाद 25 दिन बाद खुरपी से खरपतवार निकाल दिया जाता है। पूरी फसल अवधि में दो बार निराई–गुड़ाई की आवश्यकता होती है।

मिट्टी चढ़ाना : रोपने के 30 दिन बाद दो पंक्तियों के बीच में यूरिया डालकर फिर फावड़े से पौधों में मिट्टी चढ़ा दी जाती है तथा फावड़े से हल्का थप–थपा कर दबा दिया जाता है ताकि मिट्टी की पकड़ बनी रहें।

चित्र 4 : आलू : मक्का अन्त फसल में खरपतवार नियंत्रण

सिंचाई : खेत में नमी के अनुसार बुवाई के तुरंत बाद या 2–3 दिन बाद सिंचाई करें। सिंचाई हल्की करें, क्योंकि अधिक पानी से पौधे गलने लग जाते हैं। भारी मुदा में 3–4 सिंचाइयां और रेतली मुदा में 8–12 सिंचाइयों की जरूरत पड़ती है। दूसरी सिंचाई मिट्टी की नमी के अनुसार बिजाई से 30–35 दिनों के बाद करें। बाकी की सिंचाइयां मुदा की नमी और फसल की जरूरत के अनुसार करें। कटाई के 10–12 दिन पहले सिंचाई करना बंद कर दें।

हानिकारक कीट और रोकथाम

आलू		मक्का	
कीट	**रोकथाम**	**कीट**	**रोकथाम**
चेपा : यह कीट पौधों का रस चूसता हैं और पौधे को कमजोर बनाता हैं।	इमीडाक्लोप्रिड 50 मि.ली. या थायामैथोक्सम 40 ग्राम प्रति एकड़ 150 लीटर पानी की स्प्रे करें।	फॉल आर्मी वर्म : भारत में मक्का का सीजन बरसात के मौसम में आता है। और, यही मौसम फॉल आर्मीवर्म कीट का भी मन पसंद मौसम होता है।	इमामेक्टिन बेंजोएट 5% SG का 0.4 ग्राम प्रति लीटर पानी के साथ या क्लोरेंट्रानिलिप्रोएल 18.5% SC (एससी) को 0.4 मिलीलीटर।
कुतरा सुंडी : यह सुंडी पौधे को अंकुरण के समय काटकर नुकसान पहुंचाती हैं। यह रात के समय आक्रमण करती है।	क्लोरोपाइरीफॉस 20 प्रतिशत ईसी 2.5 मि.ली. को प्रति लीटर पानी में घोलकर करें। पौधों पर फोरेट 10 जी 4 किलो प्रति एकड़ का प्रयोग करें।	तना छेदक : चिलो पार्टीलस, यह कीट सारी मॉनसून ऋतु में मौजूद रहता है। यह कीट पौधे उगने से 10–25 रातों के बाद पत्तों के नीचे की ओर अंडे देता है।	डाईमैथोएट 30 प्रतिशत ईसी 250 मि.ली. प्रति एकड़ की स्प्रे करें।
पत्ते खाने वाली सुंडी : यह सुंडी पत्ते खाकर फसल का नुकसान करती है।	क्लोरपाइरीफॉस या प्रोफैनाफॉस 2 मि.ली. या लैंबडा साइहैलोथ्रिन 1 मि.ली. प्रति लीटर पानी की स्प्रे करें।	कॉर्नवार्म : यह सुंडी रेशों और दानों को खाती है।	कार्बरिल 10 डी 10 किलो या मैलाथियोन 5 डी 10 किलो प्रति एकड़।
आलू का कीड़ा : यह कीड़ा खेत और स्टोर में पड़े आलुओं पर हमला करता हैं यह आलुओं में छेद करके इसका गूदा खाता है।	कार्बरिल 1 ग्राम प्रति लीटर पानी की स्प्रे करें।	शाख की मक्खी : यह दक्षिण भारत की मुख्य मक्खी है और कई बार गर्मी और बसंत ऋतु में उत्तरी भारत में भी पाई जाती है।	डाईमैथोएट 30 प्रतिशत ईसी 300 मि.ली. या मिथाइल डेमेटान 25 प्रतिशत ईसी 400 मि.ली. को प्रति एकड़ में स्प्रे करें।
पछेती झुलसा रोग	प्रॉपीनेब 40 ग्राम प्रति 15 लीटर पानी की स्प्रे करें।	फूलों के बाद टांडों का गलना : यह एक बहुत ही नुकसान दायक बीमारी है	टराइकोडरमा 10 ग्राम प्रतिकिलो
आलु पर काली परत : यह बीमारी खेत और भंडारण दोनों में आती है।	कोएमीसन 6 के 0.25 प्रतिशत (2.5 ग्राम प्रति लीटर पानी) घोल से 5 मिनट के लिए उपचार करें।	पाइथीयम : इससे पौधे की निचली गांठें नर्म और भूरी हो जाती हैं और पौधा गिर जाता है।	कैप्टान 1 ग्राम प्रति लीटर पानी में मिलाकर गांठों के साथ डालें।

फसल की कटाई पत्तों के पीले होने और जमीन पर गिरने से फसल की कटाई की जा सकती है। फसल को डंठलों की कटाई के 15–20 दिन बाद जमीन की नमी सही होने से उखाड़ लें। और जब अंतरफसली करते है तो तब आलुओ को फावड़े की मदद से ही कटाई करते है। अंतर फसली के समय जल्दी ही कटाई की जाती है उसके बाद मक्का की फसल भी वृद्धि करने लगती है।

उपज एवं परिपक्वता अवधि : अनुशंसित फसल प्रणाली को अपनाने पर रोपनी के 60 दिन बाद 100 क्विंटल प्रति हेक्टेयर तक उपज प्राप्त की जाती है। परन्तु यदि प्रथम सिंचाई रोपनी के 10 दिन बाद तथा 20 दिन के अंदर न हुआ तो उपज आधी हो जाती है।

भाषा की सरलता, सहजता और शालीनता अभिव्यक्ति को सार्थकता प्रदान करती है। हिंदी ने इन पहलुओं को खूबसूरती से समाहित किया है।

– नरेंद्र मोदी (प्रधानमंत्री)

मक्का फसल के मुख्य रोग एवं उनका प्रबंधन

सुमित कुमार अग्रवाल, प्रवीण कुमार बगड़िया, रमनदीप कौर, प्रदीप कुमार, दीप मोहन महला, मनेश चन्द्र डागला, एस.बी. सिंह एवं भारत भूषण
भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)
संवादी लेखक का ई–मेलः sumit.aggarwal009@gmail.com

परिचय :

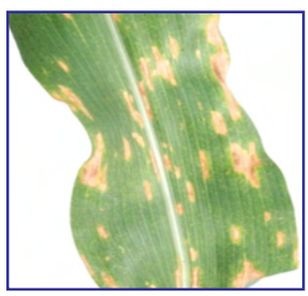
मक्का फसल को विश्व में विभिन्न पर्यावरणीय परिस्थितियों में उगाया जाता है। इस फसल की आनुवांशिक उत्पादन संभावना अनाज की सभी फसलों में सर्वाधिक होने के कारण इसे अनाज की रानी भी कहा जाता है। इस फसल को मनुष्यों के खाने, मुर्गीपालन, पशुओं के चारे और विभिन्न औद्योगिक क्षेत्रो में कच्चे माल के रूप में (एथेनोल उत्पादन में) इस्तेमाल किया जाता है। परन्तु इस फसल के उत्पादन को विभिन्न प्रकार के जैविक एवं अजैविक कारक प्रभावित करते है। एक निरीक्षण के अनुसार पूरे विश्व में जैविक कारकों द्वारा विभिन्न बीमारियों से इस फसल मे 13.2 प्रतिशत तक उपज हानि दर्ज की गयी है। इन बीमारियों को नियंत्रित करने के लिए इनके लक्षण की पहचान सही समय पर करना अति आवश्यक है, ताकि समय पर उचित उपाय से इनको अधिक फैलने से रोका जा सके। इसी संदर्भ मे मक्का की मुख्य बीमारियों, उनके लक्षण और उनकी रोकथाम के विभिन्न उपायों का साथ यहाँ उल्लेख किया गया है।

मेडीस पत्ती अंगमारी/दक्षिणीय मक्का पत्ती/अंगमारी

यह बीमारी बाइपोलरिस मेडिस फफूंद के कारण होती है। भारत में, यह पहली बार मालदा (पश्चिम बंगाल) में 1960 में रिपोर्ट किया गया था। यह बीमारी अनुकूल परिस्थितियों में 70 प्रतिशत या उससे भी अधिक नुकसान का कारण बन सकती है। मुख्यत यह बीमारी (20 से 30^{0}C तापमान) एवं आर्दता (>80%) वाले क्षेत्रों में अधिक पायी जाती है और भारत में यह बीमारी लगभग सभी मक्का उत्पादन क्षेत्रों में होती है।

पहचान के लक्षण :

- इस रोग की पहचान पत्तियों पर धुरी की आकृति के क्षयित भूरे रंग के धब्बों द्वारा की जा सकती है।
- शुरू में पत्तियों पर धब्बे छोटे और अंडाकार से हीरे की आकृति के दिखाई देते हैं जो बाद में बड़े और अनियमित आकार के धब्बों में परिवर्तित हो जाते हैं।
- रोग की गंभीर अवस्था में, आमतौर पर जब संक्रमण सिल्क (मादा पुष्पण) निकलने से पहले होता है तो ये धब्बे आपस में मिल जातें हैं और सम्पूर्ण पत्ती को झुलसा देते हैं।



चित्र 1 : प्रारंभिक लक्षण गंभीर लक्षण

प्रबंधन :

सस्य प्रबंधन :

- खेत से संक्रमित फसल अवशेषों को नष्ट करें।
- प्रतिरोधी संकर किस्मों को लगाएं।

रासायनिक प्रबंधन :

- बुवाई के लगभग 30–35 दिनों के बाद इंडोफिल एम–45 (मेंकोजेब) @ 2.5 ग्राम/लीटर पानी की दर से पत्तियों पर छिडकाव करना प्रभावी रहता है तथा इसके बाद 10 दिन के अंतराल पर या आवश्यकता पड़ने पर लक्षणों के प्रकट होने के तुरंत बाद दो छिडकाव करें।
- एजोक्सिस्ट्रोबिन 18.2% + डिफेंसकोनाजोल 11.4% w/w एससी (एमिस्टर टॉप 325 एस सी) 1 मिली/लीटर पानी में, लक्षण दिखने पर पत्तियों पर तुरंत छिडकाव करे।
- पाइरोक्लोस्ट्रोबिन 133 ग्राम/लीटर + एपोक्सिकोनाजोल 50ग्राम/लीटर @ 0.15 % (ओपेरा बास्फ) 1.5 मिली/लीटर पानी में, लक्षण दिखने पर पत्तियों पर तुरंत छिडकाव करे।

टर्सिकम पत्ती अंगमारी/उत्तरी मक्का पत्ती अंगमारी

यह रोग एक्ससेरोहिलम टरसीकम फफूंद के कारण होता है। भारत में, यह पहली बार बटलर द्वारा 1907 के दौरान बिहार से

रिपोर्ट की गया थे। यह बीमारी गंभीर परिस्थितियों में 90 प्रतिशत या उससे भी अधिक नुकसान का कारण बन सकती है। मुख्यत यह बीमारी हल्के तापमान (22 से 25^{0}C) एवं उच्च आर्द्रता जलवायु (75–80%) वाले क्षेत्रों में अधिक पायी जाती है। यह बीमारी जम्मू–कश्मीर, उत्तराखंड, हिमाचल प्रदेश, उत्तर–पूर्वी राज्यों, पश्चिम बंगाल, कर्नाटक, बिहार और पहाड़ी क्षेत्रों में सबसे आम है।

पहचान के लक्षण :

- रोग के लक्षण सर्वप्रथम निचली पत्तियों पर छोटे अण्डाकार भूरे–हरे रंग के धब्बों के रूप में प्रकट होते हैं जो बाद में आकार में बड़े हो जाते हैं ।
- गंभीर रूप से संक्रमित फसल क्षेत्र झुलसा हुआ दिखाई देता है।
- अतिसंवेदनशील किस्म पर लक्षण एक से छः इंच लंबे तक सिगार की आकृति के धूसर रंग के हो जाते हैं ।

चित्र 2 : प्रारंभिक लक्षण गंभीर लक्षण

प्रबंधन :

सस्य प्रबंधन :

- फसल चक्र अपनायें तथा फसल के अवशेषों को नष्ट करें ।
- प्रतिरोधी संकर किस्मों को लगाएं।

रासायनिक प्रबंधन

- रोग के लक्षण दिखाई देने के तुरंत बाद मेंकोजेब 2–3 ग्राम/लीटर की दर से दो बार छिडकाव करें। इसके 15 दिनों बाद फिर से छिड़काव करें।
- एजोक्सिस्ट्रोबिन 18.2% + डिफेंसकोनाजोल 11.4% w/w एससी (एमिस्टर टॉप 325 एस सी) 1 मिली/लीटर पानी में, लक्षण दिखने पर पत्तियों पर तुरंत छिडकाव करें।

बैंडेडलीफ एवं शीथ अंगमारी

यह रोग राइजोकटोनिया सोलेनाई फफूंद के कारण होता है। भारत में यह बीमारी पहली बार उत्तर प्रदेश के तराई क्षेत्र में दर्ज की गई थी। यह बीमारी अनुकूल परिस्थितियों में 40–70 प्रतिशत या उससे भी अधिक नुकसान का कारण बन सकती है। तापमान (28^{0}C) और आर्द्र मौसम (90–100%) रोग के विकास के लिए अनुकूल हैं। यह बीमारी हिमाचल प्रदेश, उत्तर प्रदेश, हरियाणा, पंजाब, मध्यप्रदेश, छत्तीसगढ़, राजस्थान, आंध्र प्रदेश, पश्चिम बंगाल, तेलंगाना, दिल्ली, उत्तराखंड और उत्तर–पूर्व भारत से विस्तृत मक्का उगाने वाले क्षेत्रों में सामान्य है।

पहचान के लक्षणः

- इस रोग के लक्षण 40 से 50 दिन पुरानी फसल पर दिखाई देते हैं।
- शुरू में पानी से भीगे हुए गहरे भूरे रंग के बैंड बेसल पत्तियों पर विकसित होते हैं।
- बाद की अवस्थाओं में धब्बे आकार में बढ़ जाते हैं और एक दूसरे में सम्मलित हो जाते है एवं सरसों के दाने की जैसी संरचना जिसे स्क्लेरोसिया कहते है, भूसी और भुट्टों पर विकसित हो जाते हैं ।
- रोग की गंभीर अवस्था में विकासशील भूट्टे पूरी तरह से सूख जाते हैं ।

चित्र 3 : प्रारंभिक लक्षण गंभीर लक्षण

प्रबंधन :

सस्य प्रबंधन :

- पुष्पय से ठीक पहले (बुवाई के 40 दिन बाद),दो से तीन निचली पत्तियों को पर्णाच्छद के साथ हटाए ताकि यह बीमारी नीचे ही रूक जाये ।
- प्रतिरोधी संकर किस्मों को लगाएं ।

रासायनिक नियंत्रण :

- लक्षण दिखाई देने के तुरंत बाद एजोक्सिस्ट्रोबिन 18.2%. डिफेंसकोनाजोल 11.4% w/w एससी (एमीस्टार टॉप 325 एससी) 1 मिली / लीटर पानी के साथ छिडकाव करें और यदि आवश्यक हो तो 15 दिन बाद फिर छिडकाव करे।

चारकोल वृन्त सडन

चारकोल वृन्त सडन रोग मैक्रोफोमिना फेसीओलिना फफूंद के कारण होता है।यह रोग भारत में 1936 में रिपोर्ट किया गया था। पुष्पण के दौरान उच्च तापमान और मिट्टी की नमी मे कमी कम पानी का तनाव इस रोग को बढ़ावा देता है। गंभीर शुष्क परिस्थितियों में नुकसान 42 प्रतिशत या उससे भी अधिक हो सकता है। यह बीमारी जम्मू और कश्मीर, पंजाब, हरियाणा, दिल्ली, राजस्थान, मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश, उत्तराखंड, बिहार, आंध्र प्रदेश, तेलंगाना, तमिलनाडु, कर्नाटक और पश्चिम बंगाल में आम है।यह रोग उन जगहों पर भी पाया जाता है जहाँ फूल आने के समय पानी का तनाव होना सामान्य है।

पहचान के लक्षण :

- पौधों में पुष्पन के बाद, उपर की पत्तियों के ऊतकों का असामान्य रूप से सूखना, तने का असामयिक गिरना (कमजोर होना) और पौधे का असामयिक नष्ट होना आदि प्रारंभिक लक्षण हैं
- परिपक्वता के समय, तने के निचले इंटर्नोड्स (आमतौर पर पहले 5 नोड्स तक सीमित होते हैं) चारकोल के रंग जैसे दिखाई देते हैं।
- सूखे तने नरम हो जाते हैं जिन्हें उंगलियों से दबाकर आसानी से महसूस किया जा सकता है।
- तने को चीरने पर बहुत से कटे काले धब्बें संवहनी बंडलों पर दिखाई देते हैं जिससे तने का आंतरिक भाग झुलसा हुआ दिखाई देता हैं।

चित्र 4 : मक्का के पौधे के डंठल में माइक्रोस्क्लेरोशिया

प्रबंधन :

सस्य प्रबंधन :

- फसल चक्र अपनाएं।
- गर्मियों में खेत की गहरी जुताई करें ।
- खेत को स्वच्छ रखें ।
- पुष्पण के समय कम पानी के तनाव की स्थिति से बचें।
- यदि डंठल सड़ने लगता है, तो जल्दी कटाई करने से भुट्टों को कम नुकसान होता है।
- प्रतिरोधी और सहिष्णु संकर किस्मों को लगाएं ।

जैविक प्रबंधन :

- बुवाई से पहलेबीजों को ट्राइकोडर्मा हरज़ियानम के साथ 6 ग्राम / किलोग्राम की दर से उपचारित करें।

रासायनिक प्रबंधन :

- बुवाई से पहले बीजों को थाइरमफ्लो 40 एफएस के साथ 5 मिलिलीटर / किलोग्राम की दर से उपचारित करें।

फ्यूजेरियम वृन्त सडन

यह रोग फ्यूजेरियम वेर्टीसिलायडस फफूंद के कारण होता है। भारत में, फ्यूजेरियम डंठल सड़ने की सूचना पहली बार माउंट आबू, राजस्थान से मिली थी। यह रोग प्रचलित है जहां पुष्पण के बाद पानी का तनाव होता है। पुष्पण के बाद यदि कम पानी तनाव होता है तो इस रोग की संभावना होती है। इस बीमारी के कारण उपज का नुकसान गंभीर परिस्थितियों में 42 प्रतिशत या उससे भी

अधिक तक जा सकता है। जम्मू और कश्मीर, पंजाब, हरियाणा, दिल्ली, राजस्थान, मध्य प्रदेश, उत्तर प्रदेश, बिहार, पश्चिम बंगाल, आंध्र प्रदेश, तमिलनाडु और कर्नाटक में यह बीमारी सामान्य है ।

पहचान के लक्षण :

- संक्रमित पौधे प्रारूपिक तरीके से सूखने लगते हैं, पतियाँ धूसर हरे रंग में बदल जाती हैं और निचला डंठल गहरे हरे रंग से भूसे के रंग में बदल जाता हैं।
- जड़ें, क्राउन और निचले इंटरनोड्स सड़ जातें हैं तथा वृन्त को फाड़ कर देखने पर वृन्त में आंतरिक ग्रंथियां गुलाबी जामुनी या बेरंग की दिखाई देती है।
- कभी–कभी यह रोग लकड़ी का कोयला सड़न रोग के साथ संयोजन में होता है।

चित्र 5 : फ्यूजेरियम वृन्त सडनगुलाबी धब्बे के लक्षण

प्रबंधन :

सस्य प्रबंधन :

- खेत को स्वच्छ रखे और पिछली फसल के अवशेषों को नष्ट कर दें।
- फसल चक्र अपनायें तथा गर्मियों में खेत की गहरी जुताई करें।
- पौधों को पुष्पण के समय पानी देने से रोग के प्रकोप से बचा जा सकता है।
- उर्वरकों की संतुलित मात्रा (नाइट्रोजन की कम और पोटेशियम की उच्च मात्रा) का प्रयोग करें।
- प्रतिरोधी संकर किस्मों को लगाएं ।

जैविक / रासायनिक प्रबंधन :

- एफवाईएम – 100 किलोग्राम + 2.5 किलोग्राम ट्राइकोडर्मा चाक पाउडर को पानी से नाप करके इसे 15–20 दिनों के लिए किसी छायादार स्थान पर रखें। ट्राइकोडर्मा के हरे विकास के बाद, इसे 500 किलोग्राम एफवाईएम . वर्मीकम्पोस्ट 100 किलोग्राम + 10 किलोग्राम गोबर की राख के साथ मिलाएं। इसे रोग निरोधी उपाय के रूप में बीज बुवाई के समय लागू करें।
- बीज उपचार : यह 6 ग्राम कार्बेंडाज़मि प्रति किलोग्रामबीज या 6 ग्राम टैबकोनाज़ोल + 20 ग्राम ट्राइकोडर्मा चाक फॉर्मूलेशन + 100 ग्राम गोबर राख का उपयोग करके किया जाना चाहिए। सभी को एक प्लास्टिक कंटेनर या स्टील कंटेनर में अच्छी तरह से हिलाकर बीज के साथ अच्छी तरह मिलाएं।
- बुआई के 40 और 55 दिनों के बाद या लक्षण दिखने के तुरंत बाद कार्बेंडाज़मि 12% + मैनकोज़ेब 62.7% का उपयोग करके पूरे पत्ते पर अच्छी तरह से छिडकाव करें ।
- यदि बुआई के 50 दिनों के बाद रोग की गंभीरता अधिक है, तो बुवाई के 55 दिनों के बाद 2 ग्राम प्रति लीटर की दर से टेबुकोनाज़ोल घोल का छिड़काव दें।
- सिंचाई प्रदान करके पुष्पण के समय पर मिट्टी में कम पानी के तनाव की स्थिति से बचें।

जीवाणु जनित डंठल सड़न

यह रोग डिकेया जीवाणु के कारण होता है। जीवाणु जनित डंठल सड़नरोग को (1930) में पहली बार दर्ज किया गया था। यह रोग बुवाई के 30 से 35 दिनों बाद फसल की कटाई के चरण तक अनुकूल पर्यावरणीय परिस्थितियों के आधार पर दिखाई दे सकता है। लेकिन ज्यादातर बीमारी पुष्पण के समय दिखाई देती है। उच्च तापमान, उच्च सापेक्ष आर्द्रता और निरंतर वर्षा रोग को बढ़ावा देती है। यह बीमारी हिमाचल प्रदेश, उत्तराखंड, जम्मू और कश्मीर, पंजाब, हरियाणा और उत्तर प्रदेश जैसे राज्यों के आस पास के मैदानी क्षेत्रों में प्रचलित है।

पहचान के लक्षण :

- शुरूआत में तने के निचले भाग का सड़ना मुख्य लक्षण है। सड़े हुए डंठल से एक विशेष प्रकार की गंध आती हैं।
- संक्रमित पौधों की पत्तियां शिथिल हो जाती हैं।
- जब छिलके को पानी में उबाला जाता है तो छिलका प्राकृतिक हरे रंग को खो देता है।

- सड़े हुए डंठल एक विशेष प्रकार की किण्वन गंध का उत्सर्जन करते हैं जो दूसरे या तीसरे बेसल इंटरनोड के ऊपर से टूटने की ज्यादा सम्भावना रहती हैं।

चित्र 6 : प्रारंभिक लक्षण गंभीर लक्षण

प्रबंधन :

सस्य प्रबंधन :

- रोगग्रस्त पौधों के अवशेषों को नष्ट कर दें।
- उचित जल निकास की व्यवस्था करें ।
- प्रतिरोधी और सहिष्णु संकर किस्मों को लगाएं ।

रासायनिक प्रबंधन :

- पौधों में लक्षण दिखाई देने पर ब्लीचिंग पाउडर को 1.5 ग्राम 15 लीटर पानी में घोलकर रोगी पौधे के आस पास की मिट्टी को भिगो दें या तर कर दें। इसमे तने का बिलकुल निचला भाग भी सम्मिलित करे।

मक्का में एकीकृत रोग प्रबंधन

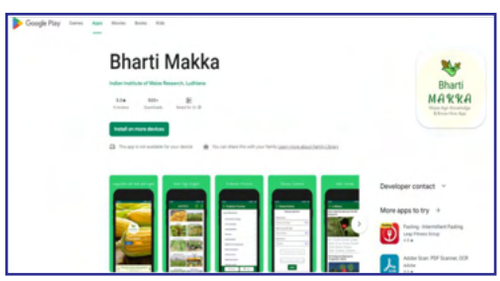
एकीकृत रोग प्रबंधन का अर्थ है न्यूनतम रासायनिक खतरे के लक्ष्य के साथ स्थायी तरीके से बीमारी के प्रबंधन के लिए दो या अधिक वैकल्पिक तरीकों को लागू करना। ये भौतिक, शस्य, जैविक और रासायनिक दृष्टिकोण हो सकते हैं।

मक्का में एकीकृत रोग प्रबंधनमें निम्नलिखित पदुतियां शामिल हैं :–

- खेती के लिए स्वच्छ प्रमाणित बीजों का उपयोग करें।
- रोग प्रतिरोधी किस्म का प्रयोग करें।
- फसल के दौरान समय–समय पर खेत का नियमित निरीक्षण करें।
- रोग प्रबंधन क्षेत्र विशेष में प्रचलित बीमारी के आधार पर उपयुक्त सस्य पद्धतियों से शुरू किया जाना चाहिए।
- रोग के प्रबंधन के लिए रासायनिक नियंत्रण अंतिम विकल्प होना चाहिए।
- यदि रोग की तीव्रता कम है तो रासायनिक कारकों की तुलना में जैविक ध्वन स्पति कारकों का उपयोग किया जा सकता है।
- कवकनाशीयों का उपयोग (केवल अनुशंषित खुराक) सही समय पर और फसल कीसही अवस्था पर विवेकपूर्ण तरीके किया जाना चाहिए।
- फफूंदनाशियों/अन्य रसायनों का प्रयोग सावधानीपूर्वक करें, जैसे की बच्चों की पहुँच से दूर रखें/लेबल करके उचित स्थान पर ही रखें।
- छिडकाव करते समय मुँह/नाक पर कपड़ा या मास्क लगाए और साथ ही हाथों को भी मास्क से या किसी कपड़े से ढक लें।

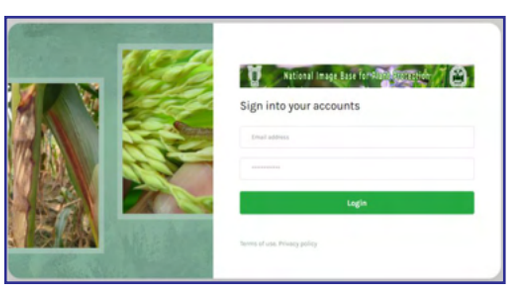
विशेष जानकारी :

किसानों के लिए भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद के भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान द्वारा भारती मक्का एप्प विकसित किया गया है जिसमें मक्का फसल के बारें में विस्तृत जानकारी दी गयी है। यह एप्प गूगल प्ले स्टोर से डाउनलोड किया जा सकता है।



चित्र 7 : भारती मक्का एप्प

इसके अलावा विभिन्न बीमारियों और कीड़ों की पहचान के लिए एक और मोबाइल एप्प (एनआईबीपीपी) भी गूगल प्ले स्टोर से डाउनलोड किया जा सकता है।



चित्र 8 : पौध सुरक्षा के लिए राष्ट्रीय प्रतीक आधार एप्प National Image Base for Plant Protection (एनआईबीपीपी)

खरीफ मक्का में शाकनाशियों द्वारा खरपतवार नियंत्रण : एक बेहतर विकल्प

राधेश्याम[1], अनूप कुमार[2], संदीप गावड़िया[1], शंकर लाल जाट[2] एंव स्मृति रंजन पधान[1]

[1]भाकृअनुप–भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (नई दिल्ली)

[2]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, दिल्ली इकाई (नई दिल्ली)

संवादी लेखक का ई–मेल : radheshyamsihag01@gmail.com

भारत में मक्का (जिया मेज एल.) चावल और गेहूँ के बाद तीसरी सबसे महत्वपूर्ण फसल है। जिसका क्षेत्रफल लगभग 9.6 मिलियन हेक्टेयर और उत्पादन लगभग 31 मिलियन टन है । भारत में मक्का की औसत उत्पादकता (3.0 टन/हेक्टेयर) विश्व (5.8 टन/हेक्टेयर) की तुलना में लगभग आधी है। भारत में मक्का की खेती मुख्य रूप से खरीफ के दौरान की जाती है। जहां खरपतवार सबसे महत्वपूर्ण उपज–सीमित कारक है। मक्का में वृद्धि के दौरान मुख्य खरपतवार वनस्पतियों जैसे सांठी, चौलाई, भाखड़ी, बिस्कोपरा, जंगली जूट, दूधी, हुलहुल, नुपिया, सावक, मकरा आदि का प्रकोप देखा गया है । जिसमे पैनिकम, जंगली चावल (इचिनोक्लोआ कोलोना), मोथा (साइपरस रोटंडस), कॉमेलिना बेंघालेंसिस और ट्राइएंथेमा पोर्टुलाकास्ट्रम अगेती फसल के दौरान जबकि डैक्टाइलोक्टेनियम एजिपियम फसल की परिपक्वता के दौरान प्रभावी रहता है। इसमें संकरी पत्ती वाले (डैक्टाइलोक्टेनियम एजिपियम) खरपतवार ज्यादा प्रभावी होते है जो कि फसल छांया के प्रति सहिण्णु होने के कारण लम्बी अवधि तक फसल के साथ लगातार पोषक तत्वों, पानी और प्रकाश के लिए प्रर्तिस्पर्धा करके उपज में नुकसान पहुचातें है । बल्कि चौड़ी पत्ती वाले खरपतवार फसल छांया के प्रति कम सहनशील होते है । जो फसल के पकने की अवस्था तक नहीं रह पाते । फसल खरपतवार प्रस्थि.... के लिए फसल की प्रारंभिक अवस्था सबसे महत्वपूर्ण होती है। प्रारंभिक धीमी वृद्धि, व्यापक रिक्ति–पंक्ति व वर्षा आधारित अनुकूल मौसम के कारण फसल की बुवाई के छह सप्ताह बाद तक खरपतवार की वृद्धि उपज को 28–100 प्रतिशत तक कम कर सकती है। हालांकि, भौतिक और यांत्रिक तरीकों से निराई करना महंगा है, और कई बार लगातार बारिश के कारण यह संभव नहीं हो पाता है । इस महत्वपूर्ण अवधि के दौरान, रासायनिक या गैर–रासायनिक तरीको द्वारा निराई करना आवश्यक है। पौधों के विकास के लिए खरपतवार के नियंत्रण के साथ ही की फसल में उर्वरक का उचित मात्रा में प्रयोग जरुरी है । किसान को खाद का प्रयोग मिट्टी की जाँच करवाकर अनुशंसित मात्रा में ही करना चाहिए ।

मक्का की फसल में खरपतवार का नियंत्रण : फसल में विभिन्न प्रकार की खरपतवार नियंत्रण प्रणाली है जिसमे सस्य (कल्चरल), यांत्रिक, भौतिक (मेनुअल) तथा रासायनिक विधियाँ शामिल है।

यांत्रिक विधि : इस विधि में छोटी व बड़ी मशीनों का उपयोग करके खरपतवार नियंत्रण कर सकते है लेकिन यह शून्य जुताई में उपयगी नहीं है ।

भौतिक (मेनुअल) विधि : इसमें फसल की विभिन्न अवधि अंतरालो जैसे 15, 25 व 50 दिनों की अवधि पर हाथ से निराई–गुड़ाई की जाती है। जिसमें अधिक श्रम व लागत के साथ खरीफ में ज्यादा वर्षा होने के कारण बार–बार खरपतवारों का उगना तथा कार्य करने की अनुकूल दशा न होने के कारण ये प्रभावी नहीं है ।

सस्य (कल्चरल) विधिः इसमें फसल चक्र तथा आवरण फसल विधि अपनाकर खरपतवारों का प्रबंधन किया जा सकता है, जैसे मक्का के साथ चवला, आलू और फसल प्रणाली में जायद मूंग लगाकर खरपतवार के जीवन चक्र को तोड़ा जा सकता है ।

रासायनिक विधिः इस विधि द्वारा शून्य जुताई प्रणाली में प्रभावी खरपतवार नियंत्रण कर सकते है । भारत में श्रमिको की कमी के साथ अधिक श्रम लागत को देखते हुए नए तथा कम दर वाले शाकनाशीयो का उपयोग करके प्रभावी तरीके से खरपतवार नियंतरण किया जा सकता है । प्रभावी शाकनाशियों के चयन, तथा समुचित उपयोग विधि द्वारा अधिक प्रभावी, समय और श्रम की

बचत के साथ–साथ कम लागत में लंबे समय तक खरपतवारो का प्रभावी ढंग से नियंत्रण कर सकते है ।

बुवाई से पहले खरपतवारनाशी का प्रयोग :

- पैराक्वाट डाइक्लोराइड 24% एसएल (5 मिली / लीटर पानी) संरक्षित खेती और शून्य जुताई प्रणाली में ये बहुत लाभदयाक है ।
- ग्लाइफोसेट 41% एसएल (800–1200 मिली / एकड़) यह चौड़ी पत्ती वाले खरपतवारों और घास दोनों को मारने के लिए उपयोगी है । इसको संरक्षित खेती शाकनाशी भी कहा जाता है ।

बुवाई के तुरंत उपरांत व अंकुरण से पहले खरपतवारनाशी का प्रयोग :

- पेंडीमेथालिन 30% ईसी + एट्राजिन 50% डब्ल्यू पी (400–500 ग्राम / एकड़) विशेष रूप से मक्का की खेती में उपयोग किया जाता है, यह चयनात्मक / सिस्टेमिक शाकनाशी है । मक्का की बुवाई के एक से तीन दिन के अंतराल पर छिड़काव करते है । जो केवल फसल की प्रारंभिक अवधि लगभग 25–30 दिनों तक प्रभावी रहता है ।

बुवाई के उपरांत व अंकुरण के बाद फसल के साथ खरपतवारनाशी का प्रयोग :

- हेलोसल्फ्यूरॉन मिथाइल 75 %@ (36 ग्राम / एकड़), यह मोथा (साइपरस रोटंडस) के प्रभावी नियंत्रण के लिए कारगर सिद्ध हुआ है, जो मक्का, गन्ना में चयनात्मक नियंत्रण के लिए इस्तेमाल किया जा सकता है। साइपरस रोटंडस (मोथा) में अमीनो एसिड (वैलिन, आइसोल्यूसिन, ल्यूसिन) के गठन को रोककर मोथे के मेटाबोलिक कार्यों को रोकता है। जो मोथे के विकास के लिए आवश्यक प्रोटीन के लिए जिम्मेदार है। जो बाजार में सेम्परा नाम से बिकता है ।
- टेम्बोट्रियोन 420 एससी 34.4 %@ (115 मिली / एकड़) चौड़ी पत्ती तथा संकरी पत्ती वाले खरपतवार को नष्ट करता है। इसका प्रभाव 7 से 10 दिन में दिखाई देता है । जिसमें पत्ती पीली होकर जल जाती है, तथा मक्का पर इसका कोई दुष्प्रभाव नहीं होता । मक्का में लंबे समय तक फसल अवधि के साथ खरपतवार नियंत्रण में यह बहुत प्रभावी देखा गया है । जो बाजार में लॉडिस के नाम से बिकता है ।
- टॉपरामिजोन 33.6 % एससी (25.2 ग्राम / हेक्टेयर) चौड़ी और संकरी पत्ती वाले खरपतवारो को नष्ट कर देता है । इसका प्रभाव 7 से 10 दिन में असर दिखाई देता है , जिसमे पत्ती पिली होकर जल जाती है, तथा मक्का पर इसका कोई दुष्प्रभाव नहीं होता । मक्का में लंबे समय तक फसल अवधि के साथ खरपतवार नियंत्रण में यह बहुत प्रभावी देखा गया है । जो बाजार में टिंजर नाम से बिकता है।

हेलोसल्फ्यूरॉन–मिथाइल @ 36 ग्राम / एकड़

चित्र 1 : स्प्रे से पहले खरपतवार

चित्र 2 : स्प्रे के 12 दिन बाद खरपतवार

चित्र 3: एट्राजीन के प्रयोग से 20–25 दिनों तक खरपतवार नियंत्रण

खड़ी फसल में टेम्बोट्रियोन से खरपतवार नियंत्रण

मक्का में खरपतवार प्रबंधन :

शाकनाशी का नाम	शाकनाशी का व्यापारिक नाम	सूत्रीकरण (ग्राम या एमएल / हेक्टेयर)
एट्राजीन 50% डब्लू.पी	अट्राटाफ / अटारी / निओजिन / अट्रेक्स	1–1.5 किलोग्राम
2,4–डी डाइमिथाइल एमाइन नमक 58% एसएल	नोबिरू / वीडमार सुपर / वीड़ोर / ट्विस्टर	0.86 लीटर
2,4–डी एथिल एस्टर 38% ईसी (2, 4–डी एसिड 34%)	फोर्स–38 / स्लेयर	2.65 लीटर
हेलोसल्फ्यूरॉन मिथाइल 75% डब्ल्यू जी	सेम्परा / एलान	90 ग्राम
पायरोक्सासल्फोन 85% डब्ल्यू जी	मोमीजी / अविक्रा	150 ग्राम
टेम्बोट्रियन 34.4% एससी	युटोरी / लौडीस / त्रिम्बो	286 मिलीमीटर
टोप्रामेजोन 33.6 जी / एल डब्ल्यू / वी एससी	टीन्जर / गिलार्ड़ो / इलीट / फ्लिगो	75–100 मिलीमीटर / @ एडजुवेंट 2 एमएल / लीटर
मीजोट्रोन 2.27% एट्राजीन 22.7% एससी	क्लरिस एक्स्ट्रा	3500 मिलीमीटर

नए शाकनाशी है हैं जिन्हें 2018 में भारत में उपयोग के लिए पंजीकृत और अनुमोदित किया गया है। राधेश्याम व अन्य (2021) अध्ययन में पाया गया कि इन नए शाकनाशी–आधारित उपचारों से फसल–अंकुरण के बाद खरपतवार का संक्रमण कम पाया गया। अंकुरण के 15 दिनों बाद एक टैंक मिश्रण का अनुप्रयोग जिसमें टेम्बोट्रिएन (120 ग्राम / हेक्टेयर) या टॉपरेमेज़ोन (25.2 ग्राम / हेक्टेयर) को अनुशंसित एट्राज़िन (750 ग्राम / हेक्टेयर) की 75% खुराक के साथ मिलाकर प्रयोग करने पर खरीफ मक्का में खरपतवार नियंत्रण में काफी प्रभावी साबित होता है।

अध्ययन के नतीजे दर्शाते हैं कि खरपतवार प्रबंधन से मक्का में पौधों की ऊंचाई, शुष्क पदार्थ संचय और पत्ती क्षेत्र सूचकांक के साथ–साथ प्रति हेक्टेयर भुट्टों की संख्या, भुट्टे की लंबाई और प्रति

भुट्टा दानों की संख्या जैसी उपज संबंधी लक्षणों में महत्वपूर्ण वृद्धि प्रदर्शित की। इसके अलावा, विभिन्न खरपतवार प्रबंधन प्रथाओं ने फसल की वृद्धि दर और सापेक्ष वृद्धि दर में उल्लेखनीय वृद्धि हुई। हालाँकि, इस अध्ययन में भुट्टा परिधि और 1000–दानों के वजन पर विभिन्न खरपतवार प्रबंधन विधियों का कोई महत्वपूर्ण प्रभाव नहीं देखा गया। अंकुरण के 15 दिनों बाद टेम्बोट्रियन (120 ग्राम/हेक्टेयर) या टोप्राज़ोन (25.2 ग्राम/हेक्टेयर) को अनुशंसित एट्राज़िन (750 ग्राम/हेक्टेयर) की 75: खुराक के साथ मिलाकर टैंक–मिश्रण अनुप्रयोग के परिणामस्वरूप उल्लेखनीय रूप से उच्चतम शुद्ध आय (₹56.19 हजार/हेक्टेयर), अतिरिक्त शुद्ध आय (₹53.09 हजार/हेक्टेयर), और शुद्ध आय लागत अनुपात (1.59) प्राप्त हुआ।

वही भाषा जीवित और जागृत रह सकती है जो जनता का ठीक-ठाक प्रतिनिधित्व कर सके और हिंदी इसमें समर्थ है।

– पीर मुहम्मद मूनिस

जीन एडिटिंगः मक्का सुधार हेतु भविष्य

ममता गुप्ता[1], कृष्ण कुमार[2] एवं आला सिंह[1]
[1]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना (पंजाब)
[2]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, दिल्ली इकाई (नई दिल्ली)
संवादी लेखक का ई–मेलः mamta.gupta@icar.gov.in

परिचय

मक्का, जिसे मकई के रूप में भी जाना जाता है, दुनिया भर में सबसे महत्वपूर्ण फसलों में से एक है। यह एक बहुमुखी अनाज फसल है जिसका उपयोग खाद्य और चारा उत्पादन से लेकर जैव ईंधन बनाने और औद्योगिक उपयोगों में होता है। जैसे–जैसे वैश्विक आबादी बढ़ती जा रही है, मक्का की मांग भी बढ़ती जा रही है, जिससे इसकी उपज, उत्पादन, पोषण मूल्य और विभिन्न चुनौतियों के प्रति सहनशीलता (स्ट्रेस टॉलरेंस) बढ़ाना महत्वपूर्ण हो गया है। यद्यपि पारंपरिक प्रजनन विधियों ने मक्का सुधार में महत्वपूर्ण भूमिका निभाई है, लेकिन उनकी प्रभावशीलता अक्सर लंबे प्रजनन चक्र और मक्का के पौधों की जटिल आनुवंशिक संरचना जैसी सीमाओं से बाधित होती हैं। हालांकि, हाल के वर्षों में, जीन एडिटिंग तकनीक के आगमन/खोज ने इन बाधाओं को दूर करने के लिए वैज्ञानिकों को एक शक्तिशाली तकनीक प्रदान की है। जीन एडिटिंग तकनीक वांछित गुणों को बढ़ाने के लिए मक्का जीनोम में लक्षित संशोधनों को सक्षम करने के लिए एक सटीक/स्पष्ट और कुशल विकल्प प्रस्तुत करता है। यह सफलता प्रौद्योगिकी वैज्ञानिकों के लिए नए दरवाजे खोल रही है और मक्का सुधार में क्रांति का मार्ग प्रशस्त कर रही है। यह लेख जीन एडिटिंग तकनीकों की अपार क्षमताओं के साथ– साथ मक्का उत्पादन के भविष्य पर उनके संभावित प्रभाव पर प्रकाश डालता है।

जीन एडिटिंग :

जीन एडिटिंग एक ऐसी विधि है जो वैज्ञानिकों को किसी जीव के डीएनए में सटीक संशोधन करने की अनुमति देती है। सबसे व्यापक रूप से इस्तेमाल की जाने वाली जीन एडिटिंग तकनीकों में से एक CRISPR-Cas9/क्रिस्पर– कैस9 (क्लस्टर्ड रेगुलरली इंटरस्पेस्ड शॉर्ट पालिंड्रोमिक रिपीट) तकनीक है जिसकी वैज्ञानिकों द्वारा वर्ष 2012 में खोज की गई थी। यह तकनीक जीवाणु प्रतिरक्षा प्रणाली (Bacterial immune System) का एक महत्त्वपूर्ण हिस्सा है। CRISPR-Cas9/क्रिस्पर–कैस9 आणविक कैंची के रूप में कार्य करता है जो किसी जीव के जीनोम के भीतर विशिष्ट जीन को लक्षित कर सकता है। इस तकनीक के माध्यम से संपूर्ण आनुवंशिक कोड में से लक्षित हिस्सों (विशिष्ट हिस्सों) या विशेष स्थान पर DNA की एडिटिंग की जा सकती है। यह प्रक्रिया आरएनए के एक छोटे टुकड़े को डिजाइन करने से शुरू होती है जिसे गाइड आरएनए कहा जाता है, जो लक्ष्य/वांछित जीन अनुक्रम का पूरक है। गाइड आरएनए कैस9 एंजाइम से जुड़ता है, और एक कॉम्प्लेक्स/सम्मिश्र बनाता है जो लक्षित जीन को पहचान और बांध सकता है। एक बार जब कैस9–गाइड आरएनए कॉम्प्लेक्स लक्ष्य जीन से जुड़ जाता है, तो कैस9 एंजाइम डीएनए को एक विशिष्ट स्थान पर काट देता है। यह एक डबल–स्ट्रैंडेड डीएनए ब्रेक बनाता है, जो सेल/ कोशिका की प्राकृतिक डीएनए मरम्मत तंत्र को ट्रिगर/ सक्रिय करता है। डबल स्ट्रैंडेड ब्रेक की मरम्मत त्रुटि प्रवण (error-prone) नॉन होमोलॉगस एंड जॉइनिंग (एनएचईजे) या त्रुटि रहित (error-free) होमोलॉजी डायरेक्टेड रिपेयर (एचडीआर) तंत्र द्वारा की जा सकती है । एनएचईजे मरम्मत प्रक्रिया जीन के लक्षित क्षेत्र/भाग में निवेशन (insertions) या विलोपन (deletions) (इंडल्स/Indels) उत्पन्न करता है। जबकि एचडीआर मरम्मत प्रक्रिया में शोधकर्ता वांछित संशोधन युक्त एक डीएनए टेम्पलेट समाविष्ट करते हैं, जिसका उपयोग कोशिका द्वारा क्षतिग्रस्त डीएनए स्ट्रैंड की मरम्मत करने के लिए किया जाता है। इस मरम्मत प्रक्रिया से लक्ष्य जीन में सटीक परिवर्तन हो सकते हैं, जैसे जीन सम्मिलन, विलोपन या प्रतिस्थापन। क्रिस्पर– कैस9 जैसी जीन एडिटिंग विधियाँ सटीक और दक्षता का एक उल्लेखनीय स्तर प्रदान करती हैं, जिससे वैज्ञानिक विशिष्ट जीनों को अभूतपूर्व सटीकता के साथ संशोधित कर सकते हैं (चित्र 1)। इस तकनीक के अनुप्रयोग ने आनुवंशिक अभियांत्रिकी के क्षेत्र में एक क्रांतिकारी बदलाव आया है।

मक्का सुधार में जीन एडिटिंग के लाभः

उपज में वृद्धिः

जीन एडिटिंग की प्रक्रिया के माध्यम से, वैज्ञानिकों के पास मक्का में उपज–संबंधी लक्षणों से संबंधित विशिष्ट जीन को सटीक रूप से संशोधित कर सकते हैं। पादप अवरचना से सम्बंधित जीन को लक्षित करके, शोधकर्ता बेहतर संसाधन आवंटन की सुविधा और अंततः अनाज उत्पादन को बढ़ावा देने के लिए शाखाओं के पैटर्न/ स्वरूप और इंटरनोड लंबाई को अनुकूलित कर सकते हैं। इसके अलावा, कार्बन निर्धारण और उपयोग के लिए उत्तरदायी जीन को संशोधित करके जीन एडिटिंग तकनीकों को प्रकाश संश्लेषण दक्षता बढ़ाने के लिए नियोजित किया जा सकता है। ऐसा करके मक्का के पौधों को अधिक प्रभावी ढंग से सूर्य के प्रकाश का दोहन करने में सक्षम बना सकते हैं, जिसके परिणामस्वरूप उत्पादकता और पैदावार में वृद्धि होगी ।

रोग और कीट प्रतिरोधकताः

मक्का की फसल विभिन्न प्रकार के कीटों और बीमारियों के लिए अतिसंवेदनशील है, जिनके संक्रमण से फसल की पैदावार में काफी कमी आ सकती है। जीन एडिटिंग शोधकर्ताओं को पौधों की रक्षा प्रतिक्रियाओं में शामिल जीन को लक्षित करके प्राकृतिक प्रतिरोध तंत्र को पेश, समाविष्ट या बढ़ाने की अनुमति देता है जो कीटों और बीमारियों के विरुध दीर्घकालिक सुरक्षा प्रदान कर सकता है। यह दृष्टिकोण रासायनिक कीटनाशकों पर निर्भरता को कम करने के साथ ही फसल के नुकसान को कम करता है, और अधिक टिकाऊ कृषि पद्धतियों को बढ़ावा देता है।

अजैविक तनाव सहिष्णुताः

जलवायु परिवर्तन के कारण मक्का उत्पादन को महत्वपूर्ण चुनौतियों का सामना करना पड़ रहा है, बढ़ते तापमान, सूखा और मिट्टी की लवणता के कारण फसल की पैदावार पर प्रतिकूल प्रभाव पड़ रहा है। जीन एडिटिंग द्वारा मक्का की ऐसी किस्मों को विकसित करने में मदद मिल सकती है जो इन प्रतिकूल परिस्थितियों के प्रति अधिक प्रतिरोधी हैं। तनाव प्रतिक्रियाओं और अनुकूलन में शामिल जीन को संशोधित करके, वैज्ञानिक गर्मी, सूखा और अन्य प्रतिकूल परिस्थितियों जैसे पर्यावरणीय तनावों के प्रति बेहतर अनुकूलन के साथ मक्का के पौधों को तैयार कर सकते हैं जिससे अधिक स्थिर पैदावार सुनिश्चित की जा सकती है । इस प्रकार बदलती जलवायु की स्थिति में टिकाऊ कृषि को बढ़ावा दिया जा सकता है।

पोषण और गुणवत्ता में सुधार :

मक्का लाखों लोगों का खासकर विकासशील देशों में का मुख्य भोजन है। हालांकि, इसमें आवश्यक पोषक तत्वों की कमी के कारण कुपोषण और संबंधित स्वास्थ्य समस्याएं होती हैं। मक्का में पोषण संबंधी कमियों को दूर करने के लिए जीन एडिटिंग एक आशाजनक समाधान प्रदान करता है। जीन एडिटिंग तकनीक, वैज्ञानिकों को मक्का में पोषक तत्वों के संश्लेषण या अवशोषण के लिए जिम्मेदार जीन में हेरफेर/ एडिटिंग करके मक्का को विटामिन, खनिज और एमीनो एसिड जैसे महत्वपूर्ण पोषक तत्वों से समृद्ध करने का बेहतर विकल्प देता है।

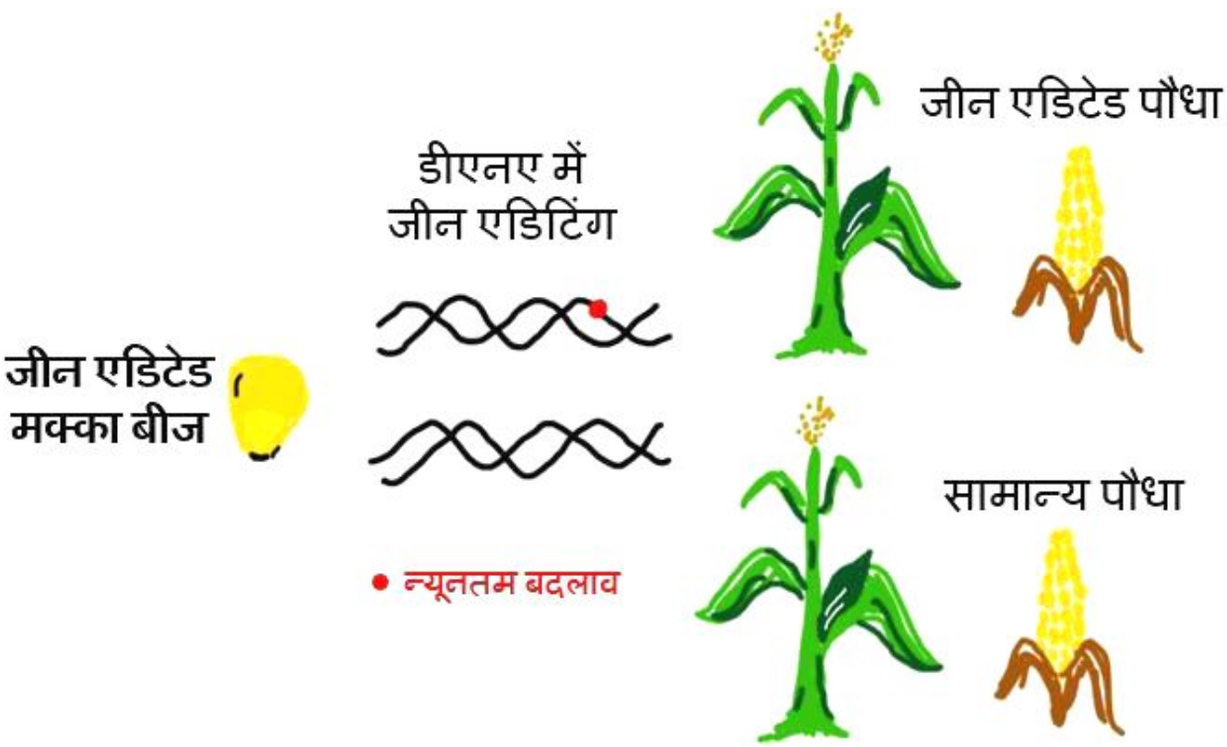
यह तकनीक विटामिन, खनिजों और अन्य आवश्यक पोषक तत्वों के बढ़े हुए स्तर के साथ मक्का की किस्मों के विकास को सक्षम बनाती है, जिससे उन लोगों के स्वास्थ्य और कल्याण में सुधार होगा जो आहार के लिए मुख्य रूप से मक्का पर निर्भर हैं। मक्का की उपभोक्ता स्वीकृति और बाजार मूल्य इसके स्वाद, बनावट और समग्र गुणवत्ता विशेषताओं से काफी प्रभावित होते हैं। जीन एडिटिंग के माध्यम से, स्टार्च संश्लेषण, तेल सामग्री, प्रोटीन संरचना और अन्य प्रासंगिक कारकों से जुड़े जीन को संशोधित करके इन लक्षणों को अनुकूलित करना संभव हो जाता है, जिससे मक्का की वांछित विशेषताओं में वृद्धि होती है।यह विशिष्ट अनुप्रयोगों, जैसे कि पशु चारा या औद्योगिक उपयोगों के अनुरूप मक्का की किस्मों को विकसित करने के नए अवसर प्रदान करता है। अब तक, कुछ जीनोम– एडिटिंग मक्का की घटनाएँ/किस्में व्यावसायीकरण के करीब पहुँच गई हैं। इन किस्मों को संयुक्त राज्य अमेरिका जैसे कुछ क्षेत्रों में कठोर आनुवंशिक रूप से संशोधित (जीएम) नियमों से भी छूट दी गई है क्योंकि जीनोम एडिटिंग के माध्यम से विकसित परिणामी पौधों को गैर–ट्रांसजेनिक माना जाता है (तालिका 1)।

तालिका 1: मक्का में क्रिस्पर–कैस 9 तकनीक द्वारा जीन– एडिटिंग घटनाओं/किस्मों की सूची, जिनको निकट भविष्य में व्यावसायिक खेती के लिए अनुमति व्यावसायीकरण मिलने वाली है।

क्र. सं.	लक्ष्य जीन का नाम	परिवर्तन	जीन का कार्य	विकसित गुण	वर्ष	देश	विकासक नाम	संदर्भ
1.	*Wx1* (*मोमी जीन*)	नॉकआउट	*यह जीन ग्रेन्युल-बाउंड स्टार्च सिंथेज़* (GBBS) *को एनकोड करता है एंडोस्पर्म में एमाइलोज़ उत्पादन के लिए जिम्मेदार है।*	उच्च एमाइलो पेक्टिन	2016	यूएसए	ड्यूपॉन्ट पायनियर	वाल्ट्ज (2016); यूएसडीए एफ़िस
2.	*एनएलबी* 18	एचडीआर के माध्यम से संवेदनशील एलील को प्रतिरोधी एलील के साथ बदलना	*रोगज़नक़ पहचान और सेलुलर सिग्नलिंग में शामिल*	नॉर्दर्न लीफ ब्लाइट (एनएलब) प्रतिरोधी मक्का	2018	यूएसए	ड्यूपॉन्ट पायनियर	हर्नी एट अल (2015); यूएसडीए एफ़िस
3.	*बद्ध* EAR3 (*FEA32*) *जीन*	एचडीआर के माध्यम से जीनोम-संपादित म्यूटेंट	एनकोडसन एलआरआर (ल्यूसिने-रिच-रिपीट) रिसेप्टर को टैसल और भुट्टा आईएम (पुष्पक्रम मेरिस्टेम) के आकार को विनियमित करने के लिए एसएएम (शूट एपिकल मेरिस्टेम) में व्यक्त किया गया है।	अनाज की उपज में वृद्धि	2020	यूएसए	कोर्टेवा एग्रीसाइंस	तागुची-शियोबारा एट अल। (2001); डुंग एट अल (2020); यूएसडीए एफ़िस

4.	*zmm28 जीन प्रमोटर*	एचडीआर के माध्यम से लक्षित सम्मिलन	एमएडीएस-बॉक्स प्रतिलेखन कारक जिसकी पौधे की वृद्धि और विकास में भूमिका होती है	अधिक उपज क्षमता	2020	यूएसए	कोर्टेवा एग्रीसाइंस	वू एट अल (2019); यूएसडीए एफ़िस
5.	दस्तावेज़ में उल्लेख नहीं है	एचडीआर के माध्यम से लक्षित सम्मिलन	उल्लेख नहीं है	सूखा सहनशीलता और उपज स्थिरता में सुधार	2020	यूएसए	कोर्टेवा एग्रीसाइंस	यूएसडीए एफ़िस

स्रोत: यूएसडीए एफ़िस । (https://www.aphis.usda.gov/aphis/home/)



चित्र 1 : यह चित्र दर्शाता है की जीन एडिटिंग से मक्का के डीएनए में न्यूनतम बदलाव होता है, जिसके कारण जीन एडिटेड मक्का तथा साधारण मक्का के गुणों में लक्षित विशेषता (targeted trait) के अलावा कोई अंतर नहीं होता ।

निष्कर्ष:

जीन एडिटिंग मक्का के गुणों को बढ़ाने के लिए एक परिवर्तनकारी तकनीक का प्रतिनिधित्व करता है, जो अभूतपूर्व गति से वांछनीय विशेषताओं को संशोधित करने में अद्वितीय सटीकता और दक्षता प्रदान करता है। जीन एडिटिंग में उपज, रोग प्रतिरोधक क्षमता, तनाव सहनशीलता, पोषण मूल्य और समग्र गुणवत्ता को बढ़ाकर मक्का की बढ़ती वैश्विक मांग को संबोधित करने की अपार संभावनाएं हैं। फिर भी, इस तकनीक के जिम्मेदार और सुरक्षित अनुप्रयोग को सुनिश्चित करने के लिए एक मजबूत नियामक ढांचे के साथ–साथ जीन संपादन के फायदों और नैतिक विचारों के बीच संतुलन बनाना महत्वपूर्ण है। निरंतर प्रगति और जिम्मेदार कार्यान्वयन के साथ, जीन एडिटिंग मक्का प्रजनन में क्रांति ला सकता है और दुनिया भर में स्थायी कृषि, खाद्य सुरक्षा और बेहतर आजीविका में योगदान कर सकता है।

आप जिस तरह बोलते हैं, बातचीत करते हैं, उसी तरह लिखा भी कीजिए। भाषा बनावटी नहीं होनी चाहिए।

– महावीर प्रसाद द्विवेदी

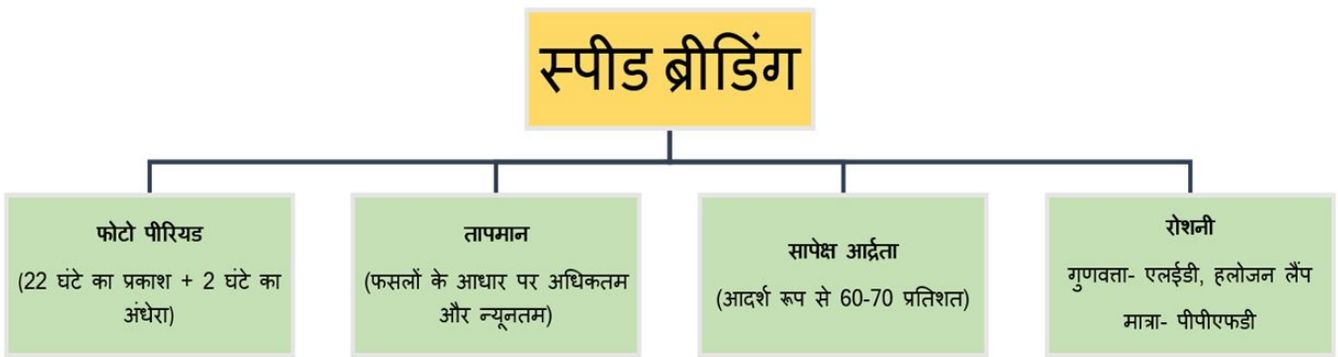
मक्का में अन्य फसल प्रजातियों के सापेक्ष स्पीड ब्रीडिंग की स्थिति और संभावनाएं

प्रतीक्षा मिश्र[1] एवं स्मृति रंजन पधान[2]
[1]ओडिशा कृषि और प्रौद्योगिकी विश्वविद्यालय, भुवनेश्वर (ओडिशा)
[2]भाकृअनुप–भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (नई दिल्ली)
संवादी लेखक का ई–मेलः smrutiranjaniari@gmail.com

परिचय

जलवायु परिवर्तन और जनसंख्या वृद्धि ने अधिक और बेहतर भोजन की बढ़ती मांग से वैश्विक खाद्य सुरक्षा के लिए खतरा पैदा कर दिया है। फसल प्रजनन इस बढ़ती मांग को पूरा करने का प्रयास करता है, लेकिन एक उपयुक्त कल्टीवार विकसित करने के लिए आवश्यक लंबा प्रजनन चक्र एक महत्वपूर्ण बाधा है। ब्रीडर्स का दीर्घकालीन लक्ष्य प्रत्येक क्रमिक पीढ़ी के साथ फसल की अवधि को कम करना रहा है। अतीत में, फसल उत्पादन की अवधि में तेजी लाने के लिए शटल ब्रीडिंग, भ्रूण बचाव और डबल हैप्लोइड सहित कई तकनीकों का उपयोग किया गया। इस दिशा में, स्पीड ब्रीडिंग हाल ही में फसल प्रजनन चक्र को छोटा करने और तेजी से उत्पादन उन्नति के माध्यम से फसल सुधार में तेजी लाने के लिए एक नवीन तकनीक के रूप में उभरा है। स्पीड ब्रीडिंग के कस्टमाइज्ड ग्रोथ चौं बर्स : प्लांट फिनोटाइपिंग, क्रॉसिंग, उत्परिवर्ती अध्ययन और ट्रांसफॉर्मेशन अनुसंधान को तेज करते हैं। नियंत्रित पर्यावरणीय परिस्थितियों वाले ग्रोथ चौं बर्स या ग्रीनहाउस में स्पीड ब्रीडिंग के लिए, गेहूं, चावल, जौ, कैनोला, वगैरह के लिए कई फसल–विशिष्ट प्रोटोकॉल विकसित किए गए हैं। हालांकि, दुनिया की तीन सबसे महत्वपूर्ण प्रधान फसलों में से एक मक्का के लिए स्पीड ब्रीडिंग प्रोटोकॉल अभी तक विकसित नहीं किया गया है। मक्का के विविध अनुप्रयोगों और आर्थिक महत्व के कारण भविष्य की मांग को पूरा करने के लिए इसका उत्पादन बढ़ाया जाना चाहिए। मक्का पर स्पीड ब्रीडिंग विधि का उपयोग समान परिणाम प्राप्त करने के लिए फायदेमंद हो सकता है। इसलिए, कठिनाई के बावजूद, हमें मक्का प्रजनन कार्यक्रम में स्पीड ब्रीडिंग को शामिल करने की व्यवहार्यता की जांच करनी चाहिए। यह लेख मक्का में स्पीड ब्रीडिंग की वर्तमान स्थिति के साथ–साथ इसकी सफलता और भविष्य की संभावनाओं पर प्रकाश डालता है। अन्य प्रजनन तकनीकों के साथ–साथ स्पीड ब्रीडिंग को अपनाना वैश्विक मांग को पूरा करने के लिए कम समय में उपयुक्त मक्का संकर किस्म विकसित करने का एक प्रभावी और कुशल तरीका हो सकता है।

गेहूं और चावल के बाद, मक्का दुनिया भर में तीसरी सबसे महत्वपूर्ण अनाज की फसल है। दुनिया के कुछ हिस्सों (ब्राजील, मैक्सिको और अर्जेंटीना) में मुख्य भोजन होने के अलावा, पोल्ट्री, पशुधन, भोजन और स्टार्च उद्योगों में इसके कई और अनुप्रयोग हैं। निकट भविष्य में, इसकी उच्च मांग को देखते हुए वैश्विक मक्का उत्पादन में उल्लेखनीय वृद्धि होनी चाहिए। इसलिए, उच्च पैदावार वाले मक्का संकरों के तेजी से विकास की तत्काल आवश्यकता है। मक्का संकर प्रजनन कार्यक्रम कई घटकों के कारण अत्यधिक समय लेने वाला है। यहां तक कि ऑफ–सीजन सुविधाओं के उपयोग के साथ, मक्का जैसी फसलों के लिए उन्नत किस्मों को विकसित करने, परीक्षण करने और जारी करने की प्रक्रिया आमतौर पर 8 से 10 साल लंबी होती है। फसल सुधार में तेजी लाने के लिए, शोधकर्ता लगातार वैकल्पिक तकनीकों की खोज कर रहे हैं। इसलिए, एक उन्नत तकनीक जिसे 'स्पीड ब्रीडिंग' विधि के रूप में जाना जाता है, का उपयोग किया जा सकता है। स्पीड ब्रीडिंग प्रजनन चक्र को छोटा करती है और रैपिड जनरेशन एडवांसमेंट (आरजीए) के माध्यम से फसल अनुसंधान में तेजी लाती है। स्पीड ब्रीडिंग को कई तरीकों से लागू किया जा सकता है, जिनमें से एक में पौधे के दैनिक प्रकाश के संपर्क में आने की अवधि को बढ़ाना और बीजों की शुरुआती कटाई शामिल है, जिससे पीढ़ी का समय कम हो जाता है। सोडियम वेपर लैंप (एसवीएल) या मेटल हैलाइड और लाइट–एमिटिंग डायोड (एलईडी) लाइटिंग का उपयोग करके फसल की प्रकाश अवधि को बढ़ाने के लिए इष्टतम प्रकाश (गुणवत्ताध्तीव्रता) को संशोधित करना स्पीड ब्रीडिंग का मूलभूत सिद्धांत है। ये फसल के पौधे की प्रकाश संश्लेषण, फूल और बीज की कटाई को बढ़ावा देने के लिए तापमान को नियंत्रित करने के लिए प्रभावी हैं, जिससे पौधे का जीवन चक्र छोटा हो जाता है (चित्र 1)। इस तकनीक को अपनाने से कई फसलें, जैसे कि स्प्रिंग ब्रेड गेहूं, जौ, चना, मटर और कैनोला, की पीढ़ी का समय काफी कम हो गया है।



चित्र 1. स्पीड ब्रीडिंग में प्रमुख परिवर्तनकारी कारक

पौधों में स्पीड ब्रीडिंग की वर्तमान स्थिति

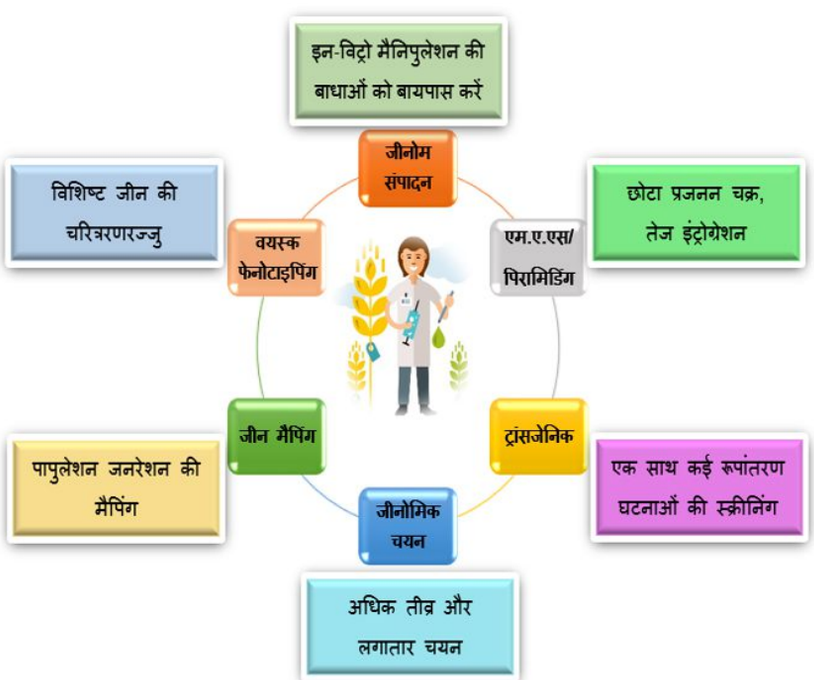
सामान्यः प्रक्रिया एक समय लेने वाली और संसाधन–गहन प्रक्रिया है। बे–मौसमी खेती के साथ भी, नई फसल किस्म विकसित करने में कम से कम 5 से 6 साल लग जाते हैं। इसलिए, स्पीड ब्रीडिंग अंतर्प्रजनित और विविधता विकास में तेजी लाने के लिए सुर्खियों में है। अनाज, फलियां, तिलहन, चना, फाबा बीन, मसूर, मटर, और मूंगफली सहित कई फसल पौधों की वृद्धि में तेजी लाने के लिए, तापमान को नियंत्रित करके और एकल बीज वंश के हिस्से के रूप में लगातार प्रकाश की आपूर्ति करके स्पीड ब्रीडिंग प्रोटोकॉल लागू किया गया है। नियंत्रित परिस्थितियों में, पौधे उच्च अंकुरण दर के साथ सामान्य रूप से विकसित होते हैं, और संकरण करना सरल होता है। तेजी से पीढ़ी की उन्नति का उपयोग करने के लिए अधिकांश महत्वपूर्ण फसलों के लिए स्पीड ब्रीडिंग प्रोटोकॉल विकसित किए गए हैं। यह विधि क्षेत्र और ग्रीनहाऊस स्थितियों की तुलना में समय को कृमशः 5 और 2.5 गुना कर कर देती है। गेहूं, चावल, सोयाबीन, जौ, ज्वार, रेपसीड, बाजरा, मूंगफली, गन्ना, आलू और टमाटर जैसी फसलों का उत्पादन समय प्रकाश की तीव्रता, दिन की लंबाई और तापमान आदि में हेरफेर करके काफी कम कर दिया गया है। ग्रीनहाउस की तुलना में एक प्राकृतिक प्रकाश अवधि के साथ, जहाँ गेहूँ, जौ, चना और कैनोला प्रति वर्ष केवल 2–3 पीढ़ियाँ उगाई जा सकती हैं, स्पीड ब्रीडिंग प्रति वर्ष इन फसलों की 4–6 पीढ़ियों की खेती की अनुमति देती है। अगेती कटाई के बाद ओवन/डीहाइड्रेटर (लगभग 3 दिन) में सुखाने से सामान्य बीज पकने की प्रक्रिया की तुलना में बीज चक्रण में तेजी आती है, जिसमें लगभग 15 दिन लगते हैं। हालांकि यह अनाज के वजन को कम करता है, बीज की व्यवहार्यता पर इसका कोई प्रभाव नहीं पड़ता है। स्पीड ब्रीडिंग पद्धति के तहत, कई बीमारियों और विकारों के फेनोटाइपिंग के लिए विभिन्न प्रोटोकॉल संशोधित किए गए हैं, जैसे कि फली का चटकना, पूर्व–फसल अंकुरण, गेहूं का रस्ट आदि। इस प्रोटोकॉल को अमरान्थस प्रजाति जैसी छोटी–दिन की प्रजातियों के विभिन्न जर्मप्लाज्म के बीच समकाजीक पुष्पण करने के लिए विकसित किया गया है। अमरान्थस एसपीपी जैसी लघु–दिवसीय प्रजातियाँ। संकरण का प्रयास करने के लिए मक्का में स्पीड ब्रीडिंग तकनीकों का उपयोग संभवतः इसके प्रदर्शन को बढ़ा सकता है, हालांकि अभी तक इस प्रकार की कोई रिपोर्ट मौजूद नहीं है। स्पीड ब्रीडिंग के लिए फील्ड स्तर पर परीक्षण की भी आवश्यकता होती है।

स्पीड ब्रीडिंग बनाम अन्य प्रजनन तकनीक

पीढ़ीगत सुचार उन्नति के लिए अन्य प्रजनन तकनीकों की तुलना में, कई प्रजनन तकनीकें, जैसे कि शटल ब्रीडिंग, भ्रूण बचाव और डबल हैप्लोइड, विभिन्न प्रकार की फसलों में पहले से ही उपलब्ध हैं। शटल वीडिंग कई उपयुक्त स्थानों में फसल की खेती के माध्यम से प्रति वर्ष दो या दो से अधिक पीढ़ियों तक पहुंच को सक्षम बनाता है। 1950 के दशक में सिमिट में गेहूं प्रजनन में इसकी शुरुआत के बाद इसका उपयोग कई फसलों में किया गया है। बहरहाल, यह एक लंबी, महंगी और श्रमसाध्य प्रक्रिया है, जिसमें आम तौर पर हर साल दो पीढ़ियों आगे बढ़ती हैं। कई फसल प्रजातियों के लिए कोई वैकल्पिक स्थान नहीं है, इसलिए शटल ब्रीडिंग व्यवहार्य विकल्प नहीं हो सकता।

अतीत में, पौधों के घनत्व में वृद्धि, पोषक तत्वों और जल तनाव, या शीघ्र पुष्पन अवस्था और बीज सेटिंग (चावल, मटर, और कैनोला) को प्रेरित करने के लिए प्रकाश की तीव्रता को बदलकर, पौधों की वृद्धि में हेरफेर करने के कई प्रयास किए गए हैं। भ्रूण बचाव के तहत, अपरिपक्व बीजों को काटा जाता है और पादय वृद्धि नियामकों (पीजीआर) के उपयोग के बिना या बिना संवचेन माध्यम पर अंकुरित होने के लिए प्रेरित किया जाता है। यह प्रक्रिया प्रजाति–विशिष्ट है, जो एक संवेदनशील प्रोटोकॉल को नियोजित करती है, जिसमें व्यापक परीक्षण प्रक्रियाएं शामिल हैं जिससे वर्ष क्रमशः 4 और 6–7 पीढ़ियों को प्राप्त करने के लिए मसूर और फाबा बीन पर सफलतापूर्वक लागू किया गया है। भ्रूण बचाव केवल तभी उपयोगी है जब आवश्यक बुनियादी ढांचा उपलब्ध हो, विशेष रूप से उन प्रजातियों के लिए जो तापमान और फोटोपीरियोड के हेरफेर के लिए प्रतिरोधी हैं।

डबल–हैप्लोइड से प्रति वर्ष 3–4 पीढ़ियों को प्राप्त किया जा सकता है लेकिन जीनोटाइप के आधार पर एक परिवर्तनीय सफलता दर है और अर्धसूत्रीविभाजन के एक दौर में पुनर्संयोजन को सीमित करता है। मक्का सहित विभिन्न प्रकार की फसलों में डीएच तकनीक का उपयोग समरूप वंशक्रम बनाने के लिए किया जाता है, लेकिन बड़ी आबादी के लिए विशेष कौशल और श्रम की आवश्यकता होती है। स्पीड ब्रीडिंग से प्रति वर्ष 4–6 पीढ़ियों को प्राप्त किया जा सकता है। और अन्य सभी उपलब्ध तरीकों की तुलना में विशेष रूप से बड़ी आबादी के लिए कम श्रम की आवश्यकता होती है। फेनोटाइपिंग को एम्बेड करने के साथ–साथ इसकी कार्यप्रणाली फसलों के लिए अधिक सुलभ है। इसमें क्रॉसिंग, पादप पुनर्जनन और बीज गुणन प्रक्रियाओं को तेज करके डीएच लाइनों के उत्पादन को गति देने की क्षमता है। डीएच के विपरीत, यह लाइनों के विकास के दौरान पुनर्संयोजन को बढ़ाता है और कुछ लक्षणों के लिए शीघ्र चयन की अनुमति देता है। इसके अलावा डीएच से जहां अगुणित भ्रूण उत्पन्न होते हैं और गुणसूत्रों के दोगुने होने के बाद समरूप रेखाएं विकसित होती हैं, इन–विट्रो कल्चर के लिए विशेष प्रयोगशाला सुविधाओं की आवश्यकता के बिना स्पीड ब्रीडिंग विविध जर्मप्लाज्म पर लागू किया जा सकता है। छोटे दाने वाली अनाज फसलों की इनब्रेड लाइनो को उच्च धनत्व पर बड़ी संख्या में उगाने के लिए यह जगह और पैसे बचाने का एक प्रभारी तरीका है। स्पीड ब्रीडिंग के लिए फील्ड स्तर पर परीक्षण की भी आवश्यकता होती है, लेकिन यह विधि विभिन्न फसलों जैसे अनाज, दालों और फलियों के लिए सुलभ है।



चित्र 2. अन्य प्रजनन पद्धतियों के साथ स्पीड ब्रीडिंग का युग्मन

स्पीड ब्रीडिंग कैप्सूल

बुनियादी ढांचे की स्थापना के लिए आवश्यक महत्वपूर्ण निवेश के कारण फसलों के लिए स्पीड ब्रीडिंग प्रोटोकॉल विकसित करना महंगा है। स्पीड ब्रीडिंग बहुत कम समय में कई उद्देश्यों की सुविधा प्रदान करती है, जैसे वयस्क पौधा प्रतिरोध (एपीआर), वयस्क पौधा या बहु–विशेषता फेनोटाइपिंग को सटीक रूप से स्कोर करना, रूपांतरित लाइनों में नुकसान के प्रभाव का मूल्यांकन करना, रोग प्रतिरोधी लाइनों को विकसित करना, मार्कर–असिस्टेड बैकक्रॉस ब्रीडिंग (एमएबीबी), और वांछनीय जीनों को स्थानांतरित करके जीन पिरामिडिंग को तेज करना (चित्र 2)। इन सभी लक्ष्यों को प्राप्त करने के लिए प्रजनन प्रक्रियाओं को तेज करके किसी भी किस्म या उत्पाद को प्राप्त करने के लिए समय के साथ अन्य प्रजनन पद्धतियों के साथ स्पीड ब्रीडिंग का एकीकरण प्रजनकों के लिए एक वास्तविक वरदान साबित हो सकता है। इसमें अन्य आधुनिक फसल प्रजनन तकनीकों जैसे उच्च–थ्रूपुट जीनोटाइपिंग, सटीक फेनोटाइपिंग, मार्कर–सहायता प्राप्त चयन (एमएएस), जीनोमिक चयन और जीनोम संपादन के साथ एकीकृत होने की क्षमता है। यह एक बैकक्रॉसिंग प्रजनन रणनीति के लिए आदर्श है जिसमें प्राथमिक लक्ष्य एक अपेक्षाकृत सरल अनुवारिक विशेषता को एक नई किस्म में शामिल करना है। उच्च–थ्रूपुट फेनोटाइपिंग तकनीक अब तेजी से और गैर–विनाशकारी रूप से स्क्रीन प्रजनन आबादी को वांछित विशेषता के लिए अलग कर सकती है।

- उपयुक्त पौधों के चयन के लिए सीड चिपिंग तकनीकों और बारकोडिंग के साथ स्पीड ब्रीडिंग से एमएएस में तेजी लाई जा सकती है।
- स्पीड ब्रीडिंग प्रक्रिया का उपयोग विभिन्न प्रकार के कार्यों के लिए किया जा सकता है, जिसमें क्रॉसिंग, आबादी मानचित्रण और वयस्क पादप फेनोटाइपिंग शामिल हैं।
- यह रुचि के किसी भी लक्षण के साथ–साथ नए ट्रांसजेनिक जीवों के निर्माण के लिए बैकक्रॉसिंग और पिरामिडिंग को भी तेज कर सकता है।
- यह नए जीनों की खोज और भू–प्रजाति एलीलिक विविधता की खोज में भी सहायता कर सकता है।
- स्पीड ब्रीडिंग सुविधाओं को छोटे पैमाने पर स्थापित करके सस्ती स्पीड ब्रीडिंग इकाइयों को डिजाइन किया जाता है।
- उच्च–थ्रूपुट फेनोटाइपिंग के साथ स्पीड ब्रीडिंग जीन की खोज और लक्षण वर्णन में तेजी ला सकती है। मक्का और कई अन्य फसल पौधों की चयन दक्षता बढ़ाने के लिए जीनोमिक चयन एक सिद्ध पद्धति है।
- स्पीड ब्रीडिंग अंकुर अवस्था में बेहतर पौधों के चयन द्वारा प्रजनन चक्र को छोटा करता है, जिससे समय की प्रति इकाई से आनुवंशिक लाभ में वृद्धि होती है।

जीनोमिक चयन और स्पीड ब्रीडिंग का संयोजन अधिक तेजी से और लगातार चयन की अनुमति देता है जिसके परिणाम स्वरूप प्रतिवर्ष अधिक आनुवांशीक लाभ होता है। जिससे ''सपीड जीनोमिक चयन'' शब्द की उत्पति होती है। जीनोमिक चयन और स्पीड बीडिंग रणनीतियाँ दोनों का एक साथ फसल प्रजनन कार्यक्रमों में विशीष्ट आनुवांशीक सरंचनाओं के साथ कई लक्षणें में सुधार कर सकती है। यह प्रकिया सालाना कई बार दोहराई जाएगी।

मक्का स्पीड ब्रीडिंग के लिए प्रोटोकॉल विकसित करने की संभावनाएं और समस्याएं

मक्के में पुष्पन को मुख्य रूप से संचित बढ़ते डिग्री दिनों (जीडीडी)/ताप इकाइयों (एचयू) द्वारा नियंत्रित किया जाता है। मक्का में गर्मी संचय के लिए जीडीडी 800 से 2700 के बीच होता है। पौधों की इष्टतम वृद्धि के लिए, यर्थाथ अधिकतम और न्यूनतम तापमान को मानकीकृत किया जाता था। इसके अलावा, जैसा की मक्का एक भारी भक्षक और लंबी उगने वाली फसल है, इसके विकास के लिए अधिक जगह और बड़े नियंत्रित विकास कक्षों की आवश्यकता होती है। मक्का की छतरी की ऊंचाई 1.0 से 2.5 मीटर तक होती है। मक्का की वृद्धि के लिए इष्टतम तापमान सीमा 10°C से 30°C है। हालांकि मक्का में पीढ़ीगत सुधार के लिए स्पीड ब्रीडिंग को अपनाने और कार्यान्वयन में योगदान के लिए एक जबरदस्त अवसर है। मक्का में उच्च विकिरण उपयोग क्षमता है (आरयूई, जिसे हरे रंग के कैनोपी घटकों द्वारा अवशोषित प्रकाश संश्लेषक रूप से सक्रिय फोटॉनों के प्रति मोल उत्पादित शुष्क पदार्थ के माइक्रोमोल के रूप में परिभाषित किया गया है) और उच्च प्रकाश तीव्रता (4.0 ग्राम शुष्क–पदार्थध्मेगाजूल) (पीएआर 1500 या अधिक) का सामना कर सकता है। मक्का की प्रकाश संश्लेषण की दर उच्च उन्नत CO2 स्तरों (>500 पीपीएम) पर बढ़ाई जा सकती है। यदि न्यूनतम तापमान ≥ 25°C और

अधिकतम तापमान $\leq 35°C$ नहीं है तो मक्का की वृद्धि पर प्रतिकूल प्रभाव नहीं पड़ता है।

स्पीड ब्रीडिंग में आने वाली परेशानियों

- बुनियादी ढांचे के निर्माण के लिए बड़ी मात्रा में पूंजी की आवश्यकता के कारण फसलों के लिए स्पीड ब्रीडिंग प्रोटोकॉल विकसित करना जटिल और महंगा है।
- क्योंकि अलग–अलग फसल के पौधे अलग–अलग पादप कार्यिकी स्थितियों के लिए अलग–अलग प्रतिक्रिया देते हैं, इसलिए प्रत्येक फसल के लिए एक अद्वितीय प्रोटोकॉल विकसित और मानकीकृत करना आवश्यक है। दीर्घ दिन और दिन तटस्थ फसलों में, पुष्पन के लिए प्रकाशकाल अवधि को संशोधित करना सरल होता है क्योंकि उन्हें वैश्वीकरण की आवश्यकता नहीं होती है। हालांकि, छोटे दिनों वाले पौधों में, यह अधिक कठिन होता है क्योंकि इन पौधों को महत्वपूर्ण दिन की लंबाई से कम प्रकाशकाल की आवश्यकता होती है।
- परिणामस्वरूप, कई लक्षण, विशेष रूप से गुणवत्ता संबंधी लक्षण, क्षेत्र की स्थितियों से महत्वपूर्ण रूप से भिन्न होंगे।
- स्पीड ब्रीडिंग में अपरिपक्व बीजों की प्रारंभिक कटाई सही बीज प्रकार की विशेषताओं के अध्ययन को बाधित करती है और बीज के सिकुड़ने का कारण बनती है, जो बाद में बीज के अंकुरण या बीज की गुणवत्ता को प्रभावित करती है।
- स्पीड ब्रीडिंग के लिए मूलभूत आवश्यकता उपयुक्त प्रकाश व्यवस्था और तापमान नियंत्रित प्रणाली के साथ विकास कक्ष का निर्माण है, जो ऐसी सुविधा स्थापित करने के लिए किसी भी परियोजना की प्रारंभिक लागत से अधिक होगा।
- यह निर्धारित किया गया है कि लंबी अवधि के आधार पर, स्पीड ब्रीडिंग पारंपरिक प्रजनन विधियों की तुलना में अधिक लागत प्रभावी है, और यह कि स्थापित ग्रीनहाउस को न्यूनतम अतिरिक्त खर्च के लिए स्पीड ब्रीडिंग कक्षों में परिवर्तित किया जा सकता है।
- स्पीड ब्रीडिंग को अन्य पद्धतियों के साथ एकीकृत करने के लिए, समग्र प्रक्रिया को फिर से डिजाइन किया जाना चाहिए और सावधानीपूर्वक विचार के साथ पुनर्गठन किया जाना चाहिए।
- ऐसे परिवर्तनों को लागू करने से पहले, अन्य प्रजनन तकनीकों के साथ स्पीड ब्रीडिंग की प्रभावकारिता की तुलना करने के लिए कंप्यूटर सिमुलेशन एक महत्वपूर्ण कदम होना चाहिए।

निष्कर्ष

जलवायु परिवर्तन और तेजी से जनसंख्या वृद्धि के वर्तमान युग में, वैश्विक मांग को पूरा करने के लिए कम समय के भीतर पर्याप्त मात्रा और गुणवत्ता वाले भोजन को सुनिश्चित करने के लिए फसल शोधकर्ताओं की एक प्रमुख जिम्मेदारी है। स्पीड ब्रीडिंग तकनीक, जिसमें त्वरित फसल प्रजनन विधियां शामिल है, जो लक्ष्य को प्राप्त करने के लिए एक उपयोगी उपकरण हो सकता है। यह विधि इष्टतम प्रकाश गुणवत्ता और तीव्रता, दिन की लंबाई, तापमान और आर्द्रता को नियंत्रित करके प्रकाश संश्लेषण और पुष्पन को तेज करती है। मक्का के प्रजनन में स्पीड ब्रीडिंग के एकीकरण से मक्का के उत्पादन को नई ऊंचाईयों तक पहुंचाने के नए अवसर पैदा होंगे। यह इनब्रीडिंग और क्रॉसिंग कार्यक्रमों को गति दे सकता है। स्पीड ब्रीडिंग विविध आरआईएल (RIL) मैपिंग आबादी के विकास, लक्षित लक्षणों के लिए जीनोमिक क्षेत्रों के मानचित्रण और मक्का में एमएबीबी के विकास में उपयोगी होगी।

यह बीज–से–बीज चक्र को छोटा करने में सहायता करेगा, जिससे कर्नेल गुणवत्ता लक्षणों के लिए मक्का जीनोटाइप के चयन में तेजी आएगी। मक्का प्रजनन कार्यक्रम के म्यूटेशन ब्रीडिंग प्रोग्राम के लिए यह काफी उपयोगी साबित होगा। इसके अतिरिक्त, द्विगुणित अगुणित अंतः प्रजनित विकास कार्यक्रम को मजबूत और तेज करेगा। यह फेनोटाइपिंग और जीनोमिक चयन कार्यक्रमों के लिए उपयोगी है। लागत प्रभावी तरीके से मक्का प्रजनन को अनुकूलित करने के लिए, जीनोमिक चयन जैसी अन्य तकनीकों के साथ प्रजनन विधियों का अनुकरण करना एक अच्छी रणनीति होगी। पूरे जीनोटाइप को सघन रूप से कवर करने वाले विविध मक्के के जर्मप्लाज्म एक्सेसन को फिर से अनुक्रमित करने से मक्के में जीनोमिक चयन और स्पीड ब्रीडिंग को संयोजित करने का अवसर भी मिलेगा। मक्का में फोटो–असंवेदनशीलता से जुड़े जीनों/मार्कर्स की पहचान का उपयोग मध्यम और देर से पकने वाले मक्का के जर्मप्लाज्म को तेजी से आगे बढ़ाने के लिए किया जाएगा। मक्का के लिए स्पीड ब्रीडिंग प्रोटोकॉल का मानकीकरण सावधानी से किया जाना चाहिए। मानकीकरण के लिए, प्रयोग को क्षेत्र की परिस्थितियों में भी दोहराया जाना चाहिए। जब स्पीड ब्रीडिंग में उगाए गए पौधों के सभी फेनोटाइपिक प्राचल मोटे तौर पर खेत अभिव्यक्ति के तुलनीय होते हैं, तभी वांछित फेनोटाइप का चयन किया जा सकता है।

ई– नाम : कृषि बाजारों का डिजिटलीकरण

सुष्मिता सैनी[1], स्मृति रंजन प्रधान[1], अनुप कुमार[2] एवं शंकर लाल जाट[2]
[1]भाकृअनुप–भारतीय कृषि अनुसंधान संस्थान (नई दिल्ली)
[2]भाकृअनुप–भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, दिल्ली इकाई (नई दिल्ली)
संवादी लेखन का ई–मेल : smrutiranjaniari@gmail.com

परिचय

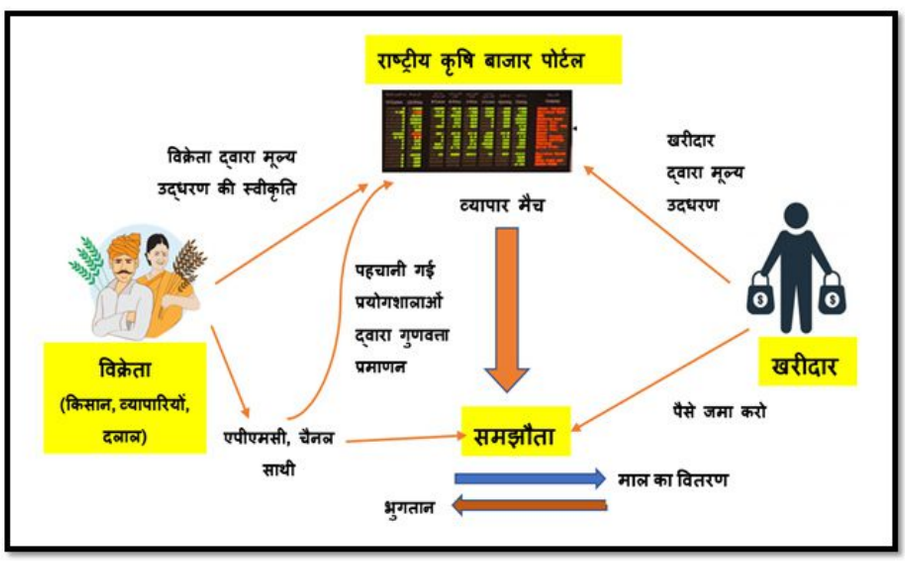
भारत की हमेशा कृषि प्रधान अर्थव्यवस्था रही है और वर्तमान में यह दुनिया में दूसरा सबसे बड़ा सकल कृषि उत्पादक है। साठ प्रतिशत कार्यबल को रोजगार देने के बावजूद, यह उद्योग सकल घरेलू उत्पाद का लगभग सत्रह प्रतिशत ही योगदान देता है। पिछले कुछ दशकों में, भारत के कृषि क्षेत्र में महत्वपूर्ण परिवर्तन हुए हैं, विशेषकर 1990 के दशक के आर्थिक सुधारों के बाद की अवधि में। भारत में प्रमुख बाज़ार रुझानों में से एक खाद्य, कृषि और विभिन्न अन्य वस्तुओं के लिए एकीकृत आपूर्ति और मूल्य श्रृंखलाओं का विकास शामिल है। श्रृंखला के सभी क्षेत्रों में प्रसंस्करण, विपणन और निर्यात पर जोर दिया जा रहा है। खाद्य उत्पादन के तरीके में जो विनिर्माण प्रक्रियाओं से मिलते–जुलते हैं, पारंपरिक तरीकों की जगह ले रहे हैं, और किसानों, प्रोसेसर, विक्रेताओं और निर्यातकों सहित कृषि मूल्य श्रृंखला में भागीदार पहले से कहीं अधिक निकटता से सहयोग कर रहे हैं। अप्रभावी रसद और आपूर्ति श्रृंखला प्रबंधन के परिणामस्वरूप भारत में कृषि उत्पादन में बीस प्रतिशत की हानि होती है। खेत से लेकर खाने की मेज तक, कई संपर्क बिंदु मौजूद हैं, और हर एक में किसी न किसी प्रकार की हानि या रिसाव का सामना करना पड़ता है। भारत में, राज्य के प्रत्येक बाज़ार क्षेत्र को कृषि उपज और पशुधन बाज़ार समिति (एपीएमसी) द्वारा नियंत्रित किया जाता है। कृषि उपज बाज़ार समिति के अंतर्गत आने वाले इन बाज़ारों को एक राज्य के भीतर विभिन्न बाज़ारों में विखंडित किया जाता है। लाइसेंस प्राप्त कमीशन एजेंटों और बड़ी संख्या में बिचौलियों ने इन एपीएमसी मंडियों में कृषि उपज के विपणन में एकाधिकार बना लिया है। इन एपीएमसी मंडियों द्वारा उत्पन्न प्रमुख कठिनाइयों में विस्तारित और अकुशल आपूर्ति श्रृंखलाएं, मूल्य खोज में पारदर्शिता की कमी, उत्पाद के बारे में बाजार की जानकारी तक असमान पहुंच, व्यापारियों के बीच प्रतिस्पर्धा का निम्न स्तर, किसी उत्पाद के मूल्य में बार–बार हेराफेरी और कई लेनदेन शुल्क लगाना शामिल हैं। राज्य की विभिन्न मंडियों के भीतर व्यापार करने के लिए कई लाइसेंस प्राप्त करने की आवश्यकता होती है, और इन मंडियों में घटिया बुनियादी ढांचे की गुणवत्ता और प्रौद्योगिकी को सीमित रूप से अपनाने के कई मुद्दे हैं। इस तरह देश भर में विनियमित बाजारों की आपूर्ति श्रृंखला और एकीकरण में इस तरह के नुकसान को कम करने और बाधाओं को दूर करने के लिए, भारत सरकार के कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय ने 2016 में ई–राष्ट्रीय कृषि बाजार (एनएएम) लॉन्च किया।

ई–राष्ट्रीय कृषि बाजार (एनएएम)

12वीं पंचवर्षीय योजना में एक कार्य समिति ने स्पष्ट रूप से एक राष्ट्रव्यापी कृषि बाजार की स्थापना के महत्व पर जोर दिया। 2014 और 2015 में एग्री–टेक इन्फ्रास्ट्रक्चर फंड के लिए बजट घोषणाओं के जवाब में, कृषि और सहयोग विभाग ने राष्ट्रीय कृषि बाजार को बढ़ावा देने के उद्देश्य से केंद्रीय क्षेत्र योजना तैयार की। इस प्रकार, केंद्रीय बजट 2016–17 में इस मंच की घोषणा कई वर्षों के व्यापक विचार–विमर्श की परिणति को दर्शाता है, जो इस अवधारणा के कार्यान्वयन में एक महत्वपूर्ण कदम है। राष्ट्रीय कृषि बाज़ार (ई–एनएएम) एक सर्वव्यापी इलेक्ट्रॉनिक ट्रेडिंग प्लेटफ़ॉर्म है जो मौजूदा कृषि उपज एवं पशुधन बाजार (एपीएमसी) समिति मंडियों को आपस में जोड़ता है, जिससे कृषि वस्तुओं के लिए एक एकीकृत राष्ट्रव्यापी बाज़ार बनाने के लिए नेटवर्क का काम करता

है। स्मॉल फार्मर्स एग्री बिजनेस कंसोर्टियम भारत सरकार के कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय के तत्वावधान में ई–एनएएम को लागू करने वाली प्रमुख एजेंसी है जो बाजारों और राज्यों के बीच अप्रतिबंधित व्यापार को प्रोत्साहित करने, खरीदारों और विक्रेताओं के बीच सूचना असंतुलन को खत्म करने के साथ वास्तविक मांग और आपूर्ति के आधार पर वास्तविक समय मूल्य निर्धारण को बढ़ावा देता है।

ई–एनएएम का उद्देश्य देश भर में कृषि उपज एवं पशुधन बाजार समितियों (एपीएमसी) को एक साझा ऑनलाइन बाज़ार के माध्यम से एकजुट करना है, जिससे पूरे भारत में कृषि वस्तु व्यापार को सक्षम बनाया जा सके। यह प्लेटफ़ॉर्म उत्पाद की गुणवत्ता के आधार पर पारदर्शी नीलामी आयोजित करके मूल्य खोज को बढ़ाता है और त्वरित ऑनलाइन भुगतान सुनिश्चित करता है। वर्तमान में, ई–एनएएम प्लेटफॉर्म 22 राज्यों और 3 केंद्र शासित प्रदेशों में 1260 विनियमित कृषि उपज बाजार समितियों के साथ एकीकृत है। जिसमें 1.74 करोड़ किसान, 2.37 लाख व्यापारी, 1.07 लाख कमीशन एजेंट, 2318 किसान उत्पादक संगठन पंजीकृत हैं।



चित्र 1 ई–एनएएम का कार्यरत मॉडल

ई–एनएएम के उद्देश्य :

1. भारतीय व्यापार को सुविधाजनक बनाने के लिए, इसका उद्देश्य पहले राज्यों के बाजारों और अंत में पूरे देश के बाजारों को एक विशिष्ट ऑनलाइन बाजार मंच के माध्यम से जोड़ना है।
2. विपणन और लेनदेन प्रक्रियाओं को सुव्यवस्थित करना है, जिससे बाजार संचालन की दक्षता बढ़ाने के लिए सभी बाजारों में एकरूपता सुनिश्चित की जा सके।
3. इसका उद्देश्य किसानों और विक्रेताओं को खरीदारों और बाजारों की एक विस्तृत श्रृंखला तक ऑनलाइन पहुंच प्रदान करके विपणन संभावनाओं को बढ़ाना, किसानों और व्यापारियों के बीच सूचना असमानताओं को दूर करना, वास्तविक आपूर्ति और मांग के अनुसार अधिक सटीक और वास्तविक समय मूल्य निर्धारण प्राप्त करना है। जो पारदर्शी नीलामी प्रक्रिया, गुणवत्ता–आधारित मूल्य निर्धारण और ऑनलाइन भुगतान जैसी सुविधाएँ सभी विपणन दक्षता में सुधार करने में योगदान करती हैं।
4. एक गुणवत्ता आश्वासन परीक्षण प्रणाली स्थापित करना जो खरीदारों को सूचित बोली लगाने में सक्षम बनाती है; और
5. मूल्य स्थिरता और उपभोक्ताओं को उच्च गुणवत्ता वाले उत्पादों की निरंतर उपलब्धता सुनिश्चित करना।

ई–एनएएम प्लेटफॉर्म पर उपलब्ध सुविधाएं:

यह पूरे राज्य में एकीकृत लाइसेंस, वास्तविक समय की जानकारी यानी मूल्य रुझान, आगमन, व्यापारिक गतिविधियों और पारदर्शी ऑनलाइन ई–बोली का पूर्वानुमान प्रदान करता है। प्लेटफ़ॉर्म को मोबाइल ऐप और वेब पोर्टल के माध्यम से एक्सेस किया जा सकता है, और यह उपयोगकर्ता की सुविधा के लिए 11 विभिन्न भाषाओं का समर्थन करता है। इसमें किसानरथ ऐप के माध्यम से लॉजिस्टिक्स की सुविधा, लेनदेन खरीदने और बेचने के लिए ऑनलाइन भुगतान विकल्प, साथ ही व्यापार और सेवा वितरण के लिए किसान उत्पादन संगठन/फामर प्रोइयोसर आरगेनाईजेशन (एफपीओ) और सहकारी मॉड्यूल का समावेश है। मौसम पूर्वानुमान रिपोर्टें प्रत्येक राज्य के आधार पर वितरित की जाती हैं। राष्ट्रीय बीज निगम और विपणन निरीक्षण निदेशालय बीज और बाजार कीमतों पर जानकारी संकलित करने के लिए सहयोग करते हैं। वेयर हाउस डेवलपमेंट रेगुलेटरी अथॉरिटी के साथ नेगोशिएबल वेयरहाउस रसीद (ई–एनडब्ल्यूआर) का प्लेटफॉर्म पर कारोबार किया जा सकता है। मूल्य खोज विधियों के अनुरूप गुणवत्ता बढ़ाने और बेहतर मूल्य प्राप्ति प्राप्त करने के लिए किसानों के लिए विभिन्न बाजारों, खरीदारों और सेवा प्रदाताओं तक उन्नत डिजिटल पहुंच महत्वपूर्ण है।

प्लेटफ़ॉर्म ऑफ़ प्लेटफ़ॉर्म (POP) में वर्तमान में विभिन्न प्लेटफार्मों पर 41 सेवा प्रदाता शामिल हैं, जो ट्रेडिंग, गुणवत्ता आश्वासन, वेयरहाउसिंग, वित्तीय सेवाओं, बाजार आसूचना, परिवहन और विभिन्न प्रकार की मूल्य श्रृंखला सेवाओं की एक विस्तृत श्रृंखला प्रदान करते हैं । हितधारक ई–लर्निंग ट्यूटोरियल और ब्लॉग द्वारा ई–एनएएम के बारे में जानकारी प्राप्त सकते हैं।

भारत में अन्य डिजिटल कृषि विपणन पहल:

किसान कॉल सेंटर : किसान कॉल सेंटरों की स्थापना किसानों को उनकी मातृभाषा में टेलीफोन हेल्पलाइन सहायता प्रदान करने के प्राथमिक उद्देश्य से की गई थी। फसल संबंधी सभी प्रकार की पूछताछ और किसानों के सवालों का समाधान 22 क्षेत्रीय भाषाओं में किया जाता है। किसान राष्ट्रीय टोल–फ्री नंबर 1800 180 1551 पर कॉल करके इन भाषाओं में अपने प्रश्न पूछ सकते हैं।

डिजिटल मंडी : भारत संचार निगम लिमिटेड और आईआईटी कानपुर ने संयुक्त रूप से किसानों को कृषि जिंसों की मौजूदा बाजार कीमतों तक पहुंच प्रदान करने के लिए एक डिजिटल टूल विकसित किया है। यह किसानों को अपने माल के लिए सबसे अच्छा बाजार चुनने और अपने रिटर्न को अधिकतम करने के लिए बिक्री विंडो चुनने में मदद करता है।

एम–कृषि : किसान ईमेल के माध्यम से पूछताछ भेजने और अपने क्षेत्र में मौसम की स्थिति और स्थानीय मंडी कीमतों पर अपडेट प्राप्त करने के लिए टीसीएस मोबाइल एग्रो–कंसल्टेंसी समाधान का उपयोग कर सकते हैं, जो मोबाइल और सेंसर तकनीक का लाभ उठाता है। इसके अलावा, यह सॉफ्टवेयर किसानों को उनकी मातृभाषा में विशेषज्ञ सलाह और प्रासंगिक डेटा प्रदान करता है, साथ ही पाठ, भाषण और छवि इनपुट का भी समर्थन करता है।

एम–किसान : कृषि और किसान कल्याण मंत्रालय ने एम–किसान की शुरुआत की है, जो किसानों को मोबाइल–आधारित कृषि मार्गदर्शन और जानकारी प्रदान करता है। इस सॉफ्टवेयर जानकारी मोबाइल माध्यमों जैसे आवाज, टेक्स्ट, ऑन–डिमांड वीडियो और किसान हेल्पलाइन के माध्यम से दी जाती है। यह सॉफ्टवेयर किसानों को सटीक मार्गदर्शन प्रदान करता है और उनके लिए पशुधन और फसलों से संबंधित प्रासंगिक मुद्दों पर जानकारी के आदान–प्रदान के लिए एक मंच के रूप में भी कार्य करता है।

एगमार्क नेट : एगमार्क नेट एक व्यापक सूचना नेटवर्क है जो कृषि बाजारों, राज्य विपणन बोर्डों/निदेशालयों को जोड़ता है और महत्वपूर्ण राष्ट्रीय और अंतर्राष्ट्रीय संगठनों की वेबसाइटों से कनेक्टिविटी प्रदान करता है। यह एगमार्क नेट पोर्टल विपणन को बढ़ावा देता है, जो कृषि विपणन के लिए समर्पित भारत सरकार का मंच है।

यह स्थैतिक डेटा बुनियादी ढांचे (गोदाम और भंडारण), बाजार से संबंधित विवरण (फीस और शुल्क, वजन, प्रबंधन, बाजार कर्मियों, विकास पहल, बाजार नियमों और बाजार समितियों के संविधान), और प्रचार जानकारी (मानकों), ग्रेड, लेबलिंग, स्वच्छता, प्रतिज्ञा वित्तपोषण, और विपणन ऋण जैसे पहलुओं से संबंधित है। दूसरी ओर, गतिशील घटक में मूल्य की जानकारी शामिल होती है, जिसमें विभिन्न उत्पाद प्रकारों के लिए अधिकतम, न्यूनतम और बेंचमार्क कीमतों के साथ–साथ गंतव्यों के साथ कुल आगमन और प्रेषण शामिल होता है।

किसान पोर्टल : इस वेबसाइट का लक्ष्य किसानों के लिए एक व्यापक संसाधन के रूप में कार्य करना है, जो उन्हें एक सुविधाजनक स्थान पर कृषि, पशुपालन और मत्स्य पालन क्षेत्र के उत्पादन, बिक्री और भंडारण पहलुओं से संबंधित सभी आवश्यक जानकारी प्रदान करता है। पोर्टल का उपयोग करके, एक किसान अपनी रुचि के विशिष्ट क्षेत्र से संबंधित प्रासंगिक सूचना स्रोतों तक पहुंच सकता है। किसानों को सूचना स्रोत पाठ, ऑडियो और वीडियो प्रारूप में सभी स्थानीय भाषाओं में प्रदान किए जाते हैं । उनकी चुनौतियों का समाधान करने के लिए डिज़ाइन की गई इंटरैक्टिव (परस्पर संवादात्मक) सुविधाओं के साथ एक विशिष्ट फीडबैक तंत्र को शामिल करके, किसानों की पूछताछ को प्रभावी ढंग से हल किया जाता है।

किसान सारथी : किसान सारथी, सूचना संचार और प्रौद्योगिकी–आधारित इंटरफ़ेस समाधान, का लक्ष्य एक स्मार्ट ऑनलाइन प्लेटफ़ॉर्म स्थापित करना है जो राष्ट्रीय परिप्रेक्ष्य रखते हुए स्थानीय स्तर पर कृषि का समर्थन करता है। इसका उद्देश्य किसानों को नवीनतम कृषि प्रौद्योगिकियों, एक व्यापक सूचना भंडार और विषय वस्तु विशेषज्ञों के एक विविध समूह के साथ सहज, मल्टीमीडिया और बहु–दिशात्मक तरीके से जुड़ने की सुविधा प्रदान करना है।

डिजिटल मार्केट की सुविधा :

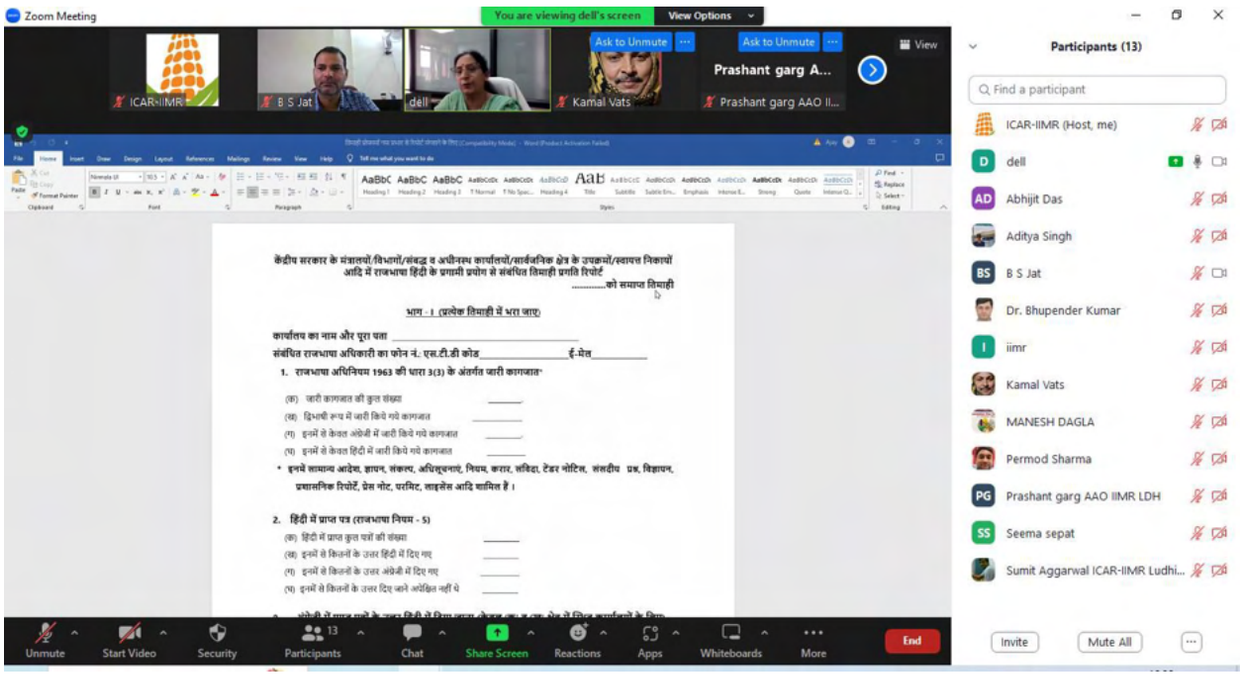
ये बाज़ार एक साझा मंच स्थापित करते हैं और संपूर्ण भारत में उपज की बिक्री और व्यापार के लिए समान अवसरों को बढ़ावा देते हैं। यह वेब पोर्टल और मोबाइल एप्लिकेशन के माध्यम से बाजार पहुंच को बढ़ाता है, और मांग और आपूर्ति की गतिशीलता के आधार पर कृषि उपज के लिए मूल्य खोज को सुगम बनाता है। इन मंडियों में उपज का व्यापार मंडियों में वस्तु की भौतिक उपस्थिति की आवश्यकता के बिना भी हो सकता है। यह सिंगल पॉइंट लेवी पर बाजार शुल्क लगाता है। इसमें लेनदेन के एक स्वचालित डिजिटल बहीखाता को बरकरार रखा जा सकता है, जो बदले में खरीदारों और विक्रेताओं के बीच सीधे विपणन इंटरैक्शन की सुविधा प्रदान करके लेनदेन खर्च को कम करता है। इसमें ऑनलाइन भुगतान करने और रसीद सेवाओं के माध्यम से आश्वासन डिलीवरी सुनिश्चित करने की क्षमता है।

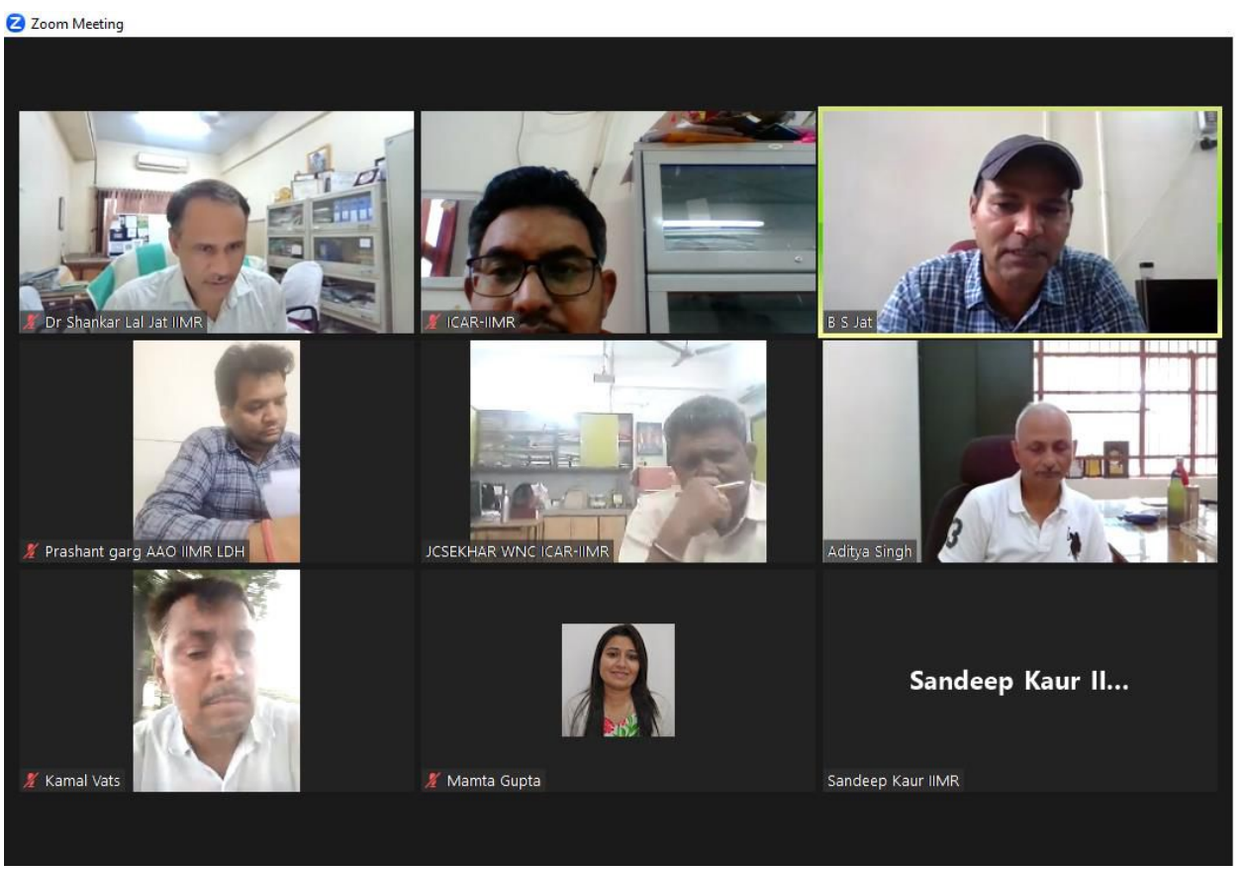
निष्कर्ष :

भारत में, कृषि उत्पादन की विविधता तथा छोटे और सीमांत किसानों की प्रधानता के कारण, कृषि विपणन एक जटिल और कठिन क्षेत्र है जिसके लिए अक्सर कोई आसान समाधान नहीं होता है। एक डिजिटल पारिस्थितिकी तंत्र स्थापित करने और किसानों के लिए डिजिटल पहुंच बढ़ाने के लिए विभिन्न हितधारकों से इनपुट को शामिल करने के बाद, सरकार ने ई–एनएएम की शुरुआत की, जिससे इसमें शामिल सभी पक्षों के लिए पारस्परिक रूप से लाभकारी परिणाम सामने आए। ''वन नेशन, वन मार्केट'' की अवधारणा के अनुरूप, भारत सरकार सभी राज्यों को ई–एनएएम को अपनाने और लागू करने के लिए प्रोत्साहित कर रही है। यह कृषि विपणन में एक शांत लेकिन प्रभावशाली क्रांति का प्रतिनिधित्व करता है, जो संपूर्ण विपणन प्रणाली को आधुनिक बनाने के उद्देश्य से एक तकनीकी प्रयास है।

भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना में आयोजित हिंदी पखवाड़ा 2022 की झलकियाँ

संस्थान की राजभाषा पत्रिका "कृषि चेतना" 2021 अंक–4 को नगर राजभाषा कार्यान्वयन समिति, लुधियाना द्वारा राजभाषा पुरस्कार से सम्मानित





संस्थान में आयोजित हिंदी कार्यशालाओं की झलकियाँ

हर कदम, हर डगर
किसानों का हमसफर
भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद
Agrisearch with a human touch

INTERNATIONAL YEAR OF
MILLETS
2023