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 ।

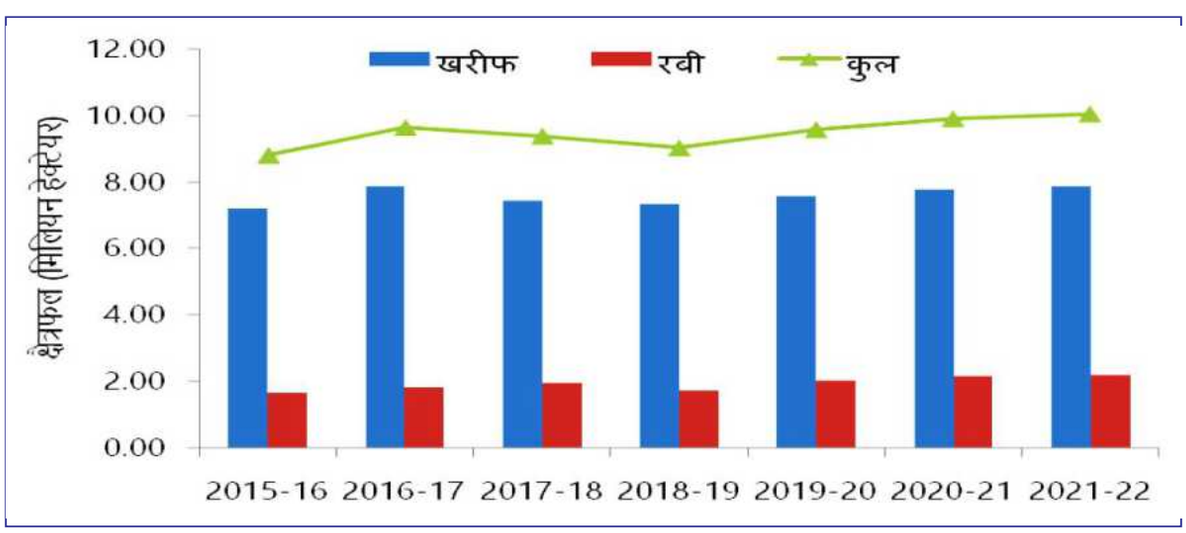
मक्के का औद्योगिक उपयोगः चारा, स्टार्च, साइलेज और एथेनॉल उत्पादन में किया जाता है। इसके अलावा विशेष मक्का, जैसे बेबी कॉर्न, स्वीट कॉर्न, नाश्ते के अनाज, स्नैक्स, पॉपकॉर्न और प्रसंस्कृत खाद्य पदार्थों में विशिष्ट स्थान रखता है। बड़ी मात्रा में अच्छी गुणवत्ता (सूखा और एफ्लाटॉक्सिन मुक्त) मक्का की आपूर्ति 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

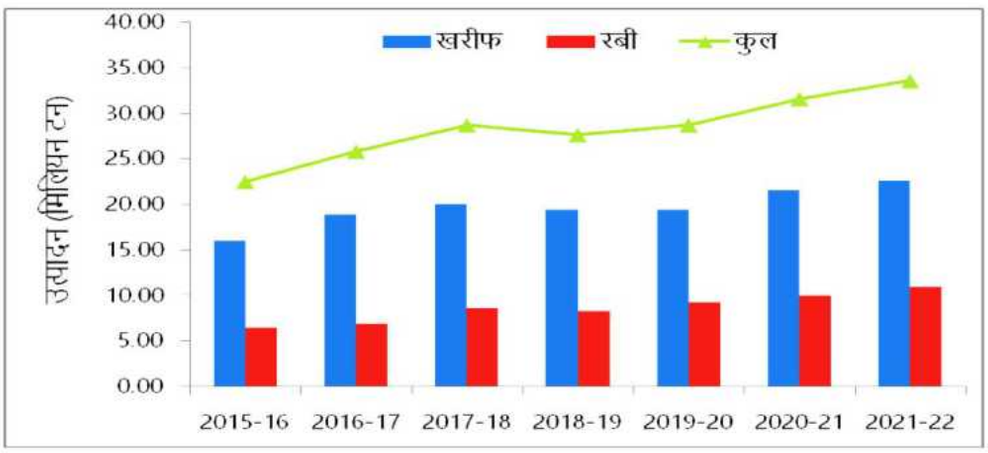
के साथ इथेनॉल उद्योग मक्का अनाज के लिए भारी बाजार मांग पैदा कर सकता है।

- 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 रूप 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।

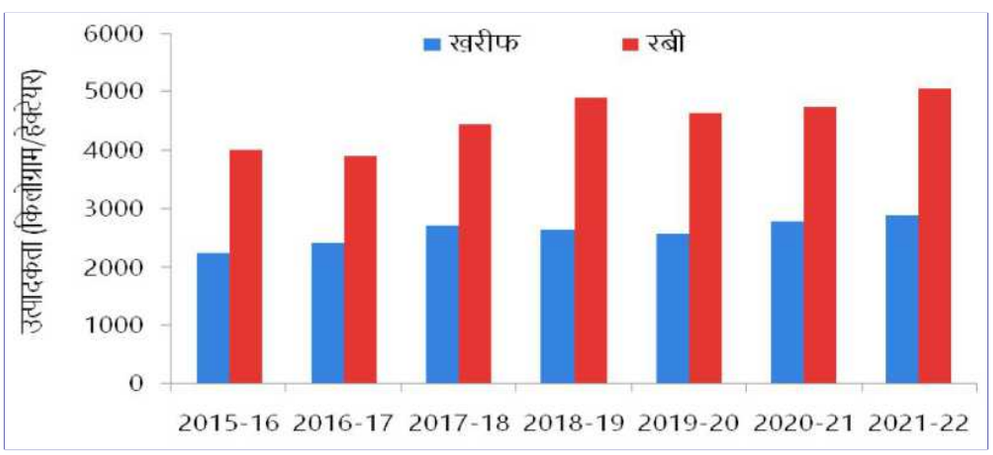
भोजन, चारे और स्टार्च के रूप में संचयी माँगों ने देश में मक्का उत्पादन को प्रेरित किया है, जो 1960 के दशक की तुलना में 12 गुना से अधिक बढ़ गया है। हालांकि, संबंधित मक्का आधारित उद्योगों में अनुमानित विकास दर, मक्का की मांग 2030 तक लगभग 43 मिलियन टन होने की उम्मीद है वर्तमान उत्पादन स्तर लगभग 33 मिलियन 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)

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

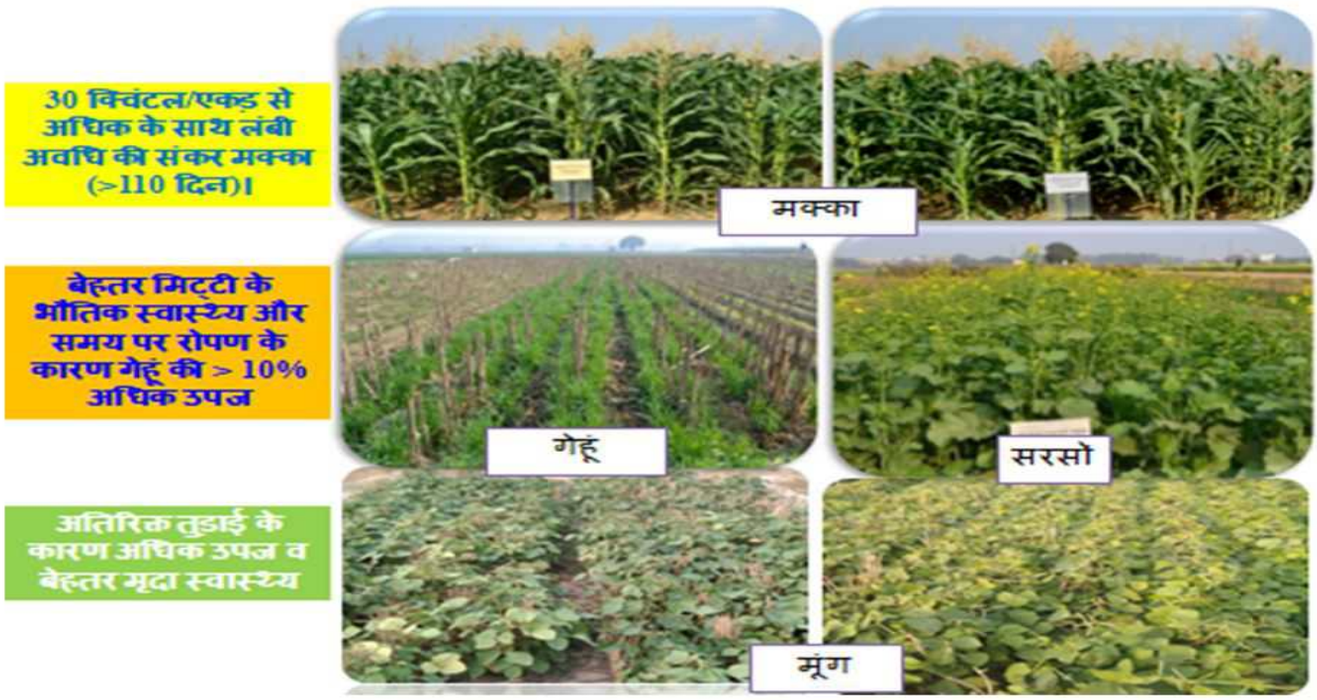
धान-गेहूँ फसल प्रणाली की तुलना में मक्का आधारित फसल प्रणाली के लाभ:

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 193ः104–116। 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।