

गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली

एस.एल. जाट, मनीष ककरालिया, पशुपत वसमतकर, रामनिवास और एच.एस. जाट

" भारत में गन्ने की एकल खेती अकुशल संसाधन उपयोग और विलंबित आर्थिक लाभ जैसी चुनौतियां प्रस्तुत करती है। इनसे निपटने के लिए, गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली एक स्थायी समाधान प्रदान करती है, जो संसाधन दक्षता और किसान की आय को बढ़ाने में सहायक है। यह प्रणाली गन्ने की प्रारंभिक धीमी वृद्धि अवधि का उपयोग करते हुए फसल मक्का के छोटे विकास चक्र का लाभ उठाती है और भूमि तथा जल उपयोग में सुधार करती है। इसके अलावा, यह भारत में दोहरी-फीड डिस्टिलरी के लिए फीडस्टॉक के रूप में मक्का अनाज प्रदान करके बायोएथेनॉल उत्पादन के लिए भी उपयोगी है। हाल ही में खेतों पर किए गए अध्ययनों से पता चलता है कि गन्ना-मक्का अंत:फसल ने गन्ने की एकल फसल (150 टन/हैक्टर) की तुलना में 28 प्रतिशत अधिक गन्ना समतुल्य उपज प्राप्त की। इसके साथ ही गन्ने की एकल फसल की तुलना में शुद्ध लाभ में भी उल्लेखनीय वृद्धि की है। इस प्रकार, गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली खेत की लाभप्रदता, संसाधन उपयोग दक्षता को बढ़ाने एवं स्थायी कृषि और बायोएथेनॉल उत्पादन में योगदान करने के लिए एक व्यवहार्य रणनीति प्रस्तुत करती है। "

गन्ना (*सकरम ऑफिसिनारम* एल.) भारत की सबसे महत्वपूर्ण व्यावसायिक फसलों में से एक है। हालांकि, इसे एकल फसल के रूप में उगाने से कई चुनौतियां आती हैं, जैसे कि इसकी धीमी प्रारंभिक वृद्धि के दौरान संसाधनों का अप्रभावी उपयोग, पानी की उच्च मांग और इसकी लंबी फसल अवधि के कारण आर्थिक लाभ में देरी होती है। इसके अलावा, गन्ने की फसल से किसानों को लगभग 10 से 15 महीनों के बाद ही आय प्राप्त होती है। इससे किसानों को दैनिक खर्चों को पूरा करने में कठिनाई हो सकती है।

गन्ने की एकल फसल (मोनो-क्रॉपिंग) से कीटों और रोगों के प्रति संवेदनशीलता बढ़ जाती है, जिससे उत्पादकता, लाभप्रदता, संसाधन उपयोग दक्षता और समग्र स्थिरता प्रभावित होती है। इसके अलावा, गन्ना एक जल-गहन फसल है, जो भारत के कई क्षेत्रों में पहले से ही सीमित जल संसाधनों पर दबाव बढ़ा देती है। इसके साथ ही, गन्ना आधारित उद्योगों के पूरे वर्ष सुचारू रूप से संचालित न होने से फसल पारिस्थितिकी तंत्र पर भी प्रतिकूल प्रभाव पड़ता है। हाल ही में, सरकार की स्वच्छ ईंधन पहल और सहयोग के कारण गन्ना उत्पादक क्षेत्रों में दोहरी फीड आधारित एथेनॉल उत्पादन संयंत्र स्थापित किए गए हैं।

दोहरी फीड डिस्टिलरियों में गन्ना और उसके उप-उत्पाद (मोलासेस) के अलावा प्रमुख रूप से मक्का का उपयोग बायोएथेनॉल उत्पादन के लिए किया जा रहा है, जिसे सरकार के एथेनॉल मिश्रित पेट्रोल कार्यक्रम में इस्तेमाल किया जा रहा है। इस प्रकार, ये डिस्टिलरियां देश में गन्ना पारिस्थितिकी तंत्र की समग्र स्थिरता के लिए तेजी से महत्वपूर्ण होती जा रही हैं। हालांकि, फीडस्टॉक के रूप में मक्का अनाज की उपलब्धता एक गंभीर चुनौती बनी हुई है, क्योंकि मक्का उत्पादन के लिए पर्याप्त क्षेत्र उपलब्ध नहीं है। इन सीमाओं को दूर करने के लिए, गन्ने को अंत:फसल के रूप में कम अवधि वाली फसलों जैसे मक्का (*जिया मेज* एल.) की खेती एक आशाजनक रणनीति हो सकती है। इससे भूमि और जल संसाधनों की दक्षता में वृद्धि, मृदा के स्वास्थ्य में सुधार और किसानों को अतिरिक्त आय प्राप्त हो सकती है। मक्का 90

भाकृअनुप-भारतीय मक्का अनुसंधान संस्थान, लुधियाना-141008 (पंजाब)

उपज और लाभ

उपज के संदर्भ में, अंत:फसल (192 टन/हैक्टर) ने गन्ने की एकल फसल (150 टन/हैक्टर) की तुलना में 28 प्रतिशत अधिक गन्ना समतुल्य उपज प्राप्त की गई। गन्ना-मक्का अंत:फसल से 575×103 रुपये/हैक्टर का उच्चतम शुद्ध लाभ दर्ज किया है, जो गन्ने की एकल फसल से 125×103 रुपये/हैक्टर अधिक है। इससे 1.0 लाख से 1.5 लाख रुपये/हैक्टर तक की बचत हुई। इस प्रकार गन्ने की एकल फसल प्रणाली की तुलना में गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली का एक महत्वपूर्ण आर्थिक लाभ है, जो इसे किसानों के लिए अधिक उत्पादक और लाभदायक विकल्प बनाती है।

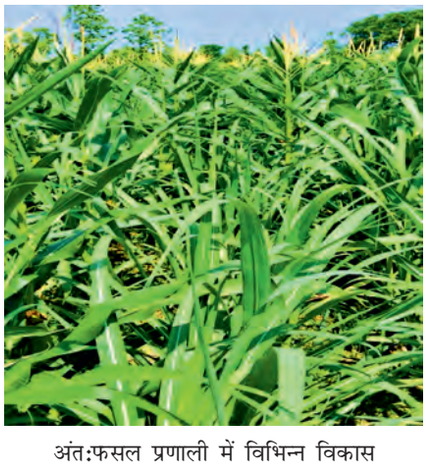
से 120 दिनों में पक जाता है इसलिए, गन्ने की प्रारंभिक धीमी वृद्धि अवधि का उपयोग मक्का की अंत:फसल खेती के लिए प्रभावी रूप से किया जा सकता है।

अंत:फसल के लिए प्रबंधन पद्धतियां

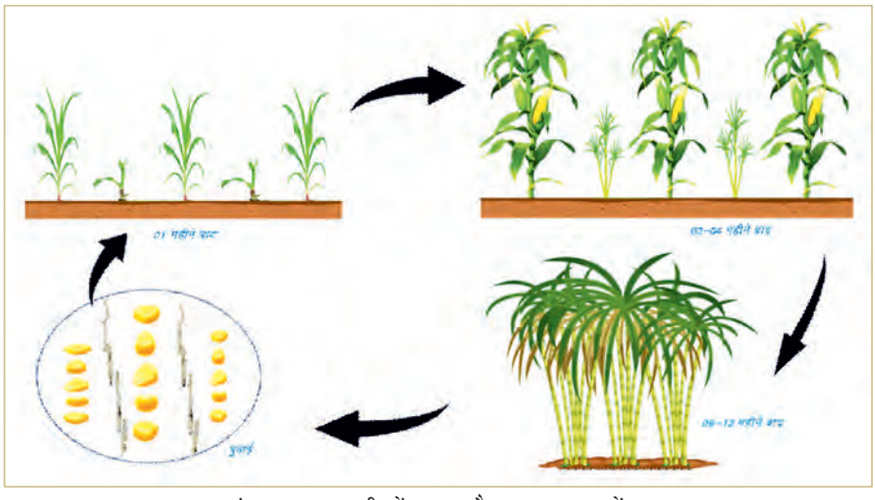
जलवायु आवश्यकताएं

गन्ना उष्णकटिबंधीय जलवायु के लिए सबसे उपयुक्त फसल है। इसे उपोष्णकटिबंधीय क्षेत्रों में भी सफलतापूर्वक उगाया जा सकता है। दूसरी ओर, मक्का के लिए 9 से 46 डिग्री सेल्सियस तक का तापमान उपयुक्त रहता है, जिसमें आदर्श तापमान लगभग 34 डिग्री सेल्सियस होता है। हालांकि, 32 डिग्री सेल्सियस से अधिक तापमान के संपर्क में आने के साथ-साथ पाला पड़ने से भी प्रजनन अवधि के दौरान पैदावार में कमी आ जाती है।

अंकुरण और अंकुर वृद्धि के लिए मृदा का आदर्श तापमान 26 से 30 डिग्री सेल्सियस के बीच होना चाहिए। दक्षिण भारत में जुलाई-अगस्त या किसी भी मौसम में लगाया गया गन्ना तथा उत्तरी भारत में वसंत ऋतु में लगाया गया गन्ना मक्का के साथ सफलतापूर्वक अंत:फसल के रूप में उगाया जा सकता है। इसके अलावा, पेड़ी गन्ना फसल को भी मक्कोके साथ सफलतापूर्वक अंत:फसल में उगाया जा सकता है।



अंत:फसल प्रणाली में विभिन्न विकास चरणों में गन्ना और मक्का की फसलें



गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली में गन्ना और मक्का फसलों का फसल चक्र

मृदा का प्रकार

गन्ना और मक्का दोनों फसलें रेतीली दोमट से लेकर चिकनी दोमट तक विभिन्न प्रकार की मृदा के लिए अनुकूल होती हैं। इससे ये फसलें विभिन्न कृषि-जलवायु परिस्थितियों में उगाने के लिए उपयुक्त बनती हैं। हालांकि, मक्का जलभराव और पानी की कमी के प्रति अत्यधिक संवेदनशील होता है, इसलिए इसकी वृद्धि और उत्पादकता के लिए सटीक जल प्रबंधन आवश्यक है। वहीं, उच्च कार्बनिक पदार्थ, उच्च जल धारण क्षमता और एक तटस्थ पी-एच मान (6.5-7.5) वाली मृदा दोनों फसलों की अधिक उत्पादक वृद्धि के लिए आदर्श होती है।

कृषि क्रियाएं

- **बुआई का समय:** उत्तरी भारत में गन्ने की बुआई के लिए मध्य फरवरी से मध्य मार्च तक का समय सबसे उपयुक्त होता है। यह भारत के विभिन्न कृषि-पारिस्थितिक क्षेत्रों में वसंतकालीन मक्का की बुआई के लिए भी आदर्श समय है। दक्षिण भारत में, किसी भी समय बोया गया गन्ना मक्का की अंत:फसल के रूप में उगाया जा सकता है। जबकि पेड़ी गन्ने की फसल में, मक्का को गन्ने की मुख्य फसल की कटाई के तुरंत बाद पूरे भारत में बोया जा सकता है।
- **बीज दर:** गन्ने की बुआई के लिए प्रति हैक्टर 50 हजार तीन-आंख वाले, 37,500 चार-गूंठ वाले या 30 हजार पांच-आंख वाले टुकड़ों (सेट्स) का प्रयोग करें। हाथ से मक्का की बुआई के लिए 15 से 20 कि.ग्रा. प्रति हैक्टर की दर से बीजों का उपयोग करें, जबकि हाथ से धकेलने वाली बीज बोने की मशीन (हैंड-पुश प्लांटर) से 15 कि.ग्रा. प्रति हैक्टर बीज दर उपयुक्त है।

बुआई की विधि और अंतराल

गन्ने की पंक्तियों को 75 से 100 सें.मी. की दूरी पर और 20 से 25 सें.मी. गहरी नालियों में लगाया जाना चाहिए। नालियों में गन्ने के टुकड़े रखने के बाद उन्हें 5 सें.मी. मिट्टी से ढक दें। मक्का की बुआई गन्ने की क्यारियों पर 20 से 25 सें.मी. पौधे से पौधे की दूरी पर एक साथ करनी चाहिए। यदि बुआई के दौरान नमी की स्थिति ना हो, तो तुरंत सिंचाई करें।

सारणी 1. भारत में गन्ना-मक्का अंत:फसल के लिए अनुशंसित शाकनाशी

शाकनाशी	उपयोग का समय	मात्रा (सक्रिय तत्व ग्राम/कि.ग्रा. प्रति हैक्टर)		संयोजन (ग्राम/मि.ली./कि.ग्रा./लीटर प्रति हैक्टर)		पानी में घोलने की मात्रा (लीटर)
		मक्का	गन्ना	मक्का	गन्ना	
एट्राजीन 50 प्रतिशत डब्ल्यूपी	पूर्व अंकुरण	500-1000	500-2000	1000-2000	1000-4000	500-700
टोप्रामेजोन 10 ग्राम/लीटर+एट्राजीन 300 ग्राम/लीटर एससी	अंकुरण पश्चात	766	920	2500	3000	500
हैलोसल्फ्यूरॉन मिथाइल 75 प्रतिशत प्रतिशत डब्ल्यूजी	अंकुरण पश्चात	67		90		375
मेसोट्रियोन 2.27 प्रतिशत डब्ल्यू/डब्ल्यू+एट्राजीन 22.7 प्रतिशत डब्ल्यू/डब्ल्यू एससी	अंकुरण पश्चात	865		3460		500

- **बीज उपचार:** गन्ने के बेहतर अंकुरण के लिए इसके टुकड़ों (सेट्स) को एथरेल 39 एसएल का 25 मि.ली. प्रति 100 लीटर पानी के घोल में 24 घंटे भिगोकर रखा जाता है। यदि आवश्यक हो, तो मक्का के बीज को इमिडाक्लोप्रिड/4 ग्राम/कि.ग्रा. बीज या सायनट्रानिलिप्रोल 19.8 प्रतिशत+थायमेथोक्साम 19.8 प्रतिशत का मिश्रित/6 ग्राम/कि.ग्रा. बीज के साथ उपचारित करें, ताकि फॉल आर्मीवॉर्म के संक्रमण से बचाया जा सके।

पोषक तत्व प्रबंधन

बुआई के समय, गन्ने और मक्का (मध्यम और देर से पकने वाली संकर किस्में) दोनों फसलों के लिए 50 से 75 कि.ग्रा. फॉस्फोरस और 50 कि.ग्रा. पोटाश प्रति हैक्टर की पूरी मात्रा डाई-अमोनियम फॉस्फेट (डीएपी) और म्यूरेट ऑफ पोटाश (एमओपी) के माध्यम से डालें। गन्ने के लिए, नाइट्रोजन की आधी मात्रा (75 कि.ग्रा. प्रति हैक्टर) अंकुरण के बाद पहली सिंचाई के साथ टॉप ड्रेसिंग या गन्ने की पंक्तियों के किनारे ड्रिल करके डालें। शेष नाइट्रोजन की मात्रा (75 कि.ग्रा. प्रति हैक्टर) को मई या जून में डालें। इस समय फसल को अधिक वृद्धि के लिए अधिक नाइट्रोजन की आवश्यकता होती है। हालांकि, 125 कि.ग्रा. प्रति हैक्टर नाइट्रोजन को दो बराबर भागों में, घुटने की ऊंचाई और रेशम बनने (टेसलिंग अवस्था) के समय जड़ों के पास डालें।

कीट और रोग प्रबंधन

फसल के स्वास्थ्य को बनाए रखने और उच्च उत्पादन सुनिश्चित करने के लिए प्रभावी कीट प्रबंधन अत्यंत आवश्यक है। मक्का में झुलसा और डाउनी मिल्ड्यू (फफूंदी), तथा गन्ने में लाल सड़न, कंडुआ और जंग को नियंत्रित करने के लिए एजोक्सिस्ट्रोबिन 18.2 प्रतिशत+डिफेनोकोनाजोल 11.4 प्रतिशत के मिश्रण का 0.03 प्रतिशत (0.3 ग्राम/लीटर) की सांद्रता पर या 0.1 प्रतिशत (1 मि.ली./लीटर पानी) के संयोजन (फॉर्मूलेशन) के साथ का छिड़काव करें। गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली में, फसलों को सामान्य कीटों से बचाने के लिए सारणी-2 में कीटनाशकों की सिफारिश की जाती है।





गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली में गन्ने की पंक्तियों के बीच मक्का की तैयार फसल

जल प्रबंधन

गन्ना और मक्का के लिए रिज एंड फर्रो प्रणाली में सिंचाई सबसे उपयुक्त होती है। इसमें पानी को क्यारियों में उनकी ऊंचाई के एक-तिहाई तक भरा जाता है। गन्ने और मक्के की अंत:फसल प्रणाली में आमतौर पर गन्ने के सिंचाई कार्यक्रम का पालन किया जाता है। यदि यह गन्ने की सिंचाई कार्यक्रम के साथ मेल नहीं खाती हो, तो मक्का की नमी-संवेदनशील अवस्थाएं जैसे-अंकुरण, घुटने की ऊंचाई, रेशम बनने और दाना भरने की अवस्था में नमी की पर्याप्त उपलब्धता सुनिश्चित करनी चाहिए।

खरपतवार प्रबंधन

- **यांत्रिक नियंत्रण:** अंत:फसल प्रणाली में खरपतवारों के प्रबंधन के लिए हाथ से चलने वाले रोटरी वीडर का उपयोग करके दो से तीन बार गुड़ाई करें।
- **रासायनिक नियंत्रण:** खरपतवारों के प्रकार, प्रतिस्पर्धा की अवधि और उनके घनत्व के आधार पर, मक्का की पैदावार में 25 से 80 प्रतिशत तक का नुकसान हो सकता है। इसलिए, गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली में खरपतवार नियंत्रण के लिए समय पर शाकनाशियों (सारणी-1) का छिड़काव किया जाना आवश्यक है।

मक्का की कटाई और प्रसंस्करण

- **कटाई:** गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली में, मक्का की कटाई पहले की जाती है, ताकि गन्ने की वृद्धि और विकास में कोई बाधा न आए। मक्का के दाने जब शारीरिक परिपक्वता प्राप्त कर लेते हैं, जो आमतौर पर दाने (कर्नेल) के आधार पर काली परत बनने से पहचाना जाता है, तब इसकी कटाई करनी चाहिए। कटाई के बाद, हरी मक्का के तनों को जमीनी स्तर से काटकर पशु के लिए चारे के रूप में उपयोग किया जा सकता है।
- **गहाई:** कटाई के बाद, मक्का के दानों को छिलकों से अलग करने के लिए यांत्रिक मक्का शेलर या थ्रेसर का उपयोग करें। मक्का के भुट्टे से दाने निकालने के बाद, दानों की नमी 12-14 प्रतिशत तक कम करना आवश्यक है। इससे भंडारण के दौरान फफूंद, कीट संक्रमण या खराब होने की आशंका को रोका जा सकता है।

गन्ना-मक्का अंत:फसल प्रणाली भूमि और जल उपयोग को अनुकूलित करने के साथ किसानों की आय बढ़ाती है और बायोएथेनॉल उत्पादन को बढ़ावा देती है। गन्ने के धीमे प्रारंभिक विकास चरण का कुशलतापूर्वक उपयोग करके, मक्का मिट्टी के स्वास्थ्य को बढ़ाता है और खरपतवार के दबाव को कम करता है। यह प्रणाली कृषि की लाभप्रदता बढ़ाने के साथ स्थिरता को भी बढ़ावा देती है। इसके अतिरिक्त भारत की स्वच्छ ईंधन पहल को मजबूत करती है। इससे यह भविष्य की कृषि के लिए एक व्यवहार्य समाधान बन जाता है। ■

सारणी 2. भारत में गन्ना-मक्का अंत:फसल के लिए अनुशंसित कीटनाशक

कीटनाशक	मात्रा (सक्रिय तत्व ग्राम/कि.ग्रा. प्रति हैक्टर)		संयोजन (ग्राम/मि.ली./ कि.ग्रा./लीटर प्रति हैक्टर)		पानी में घोलने की मात्रा (लीटर)
	मक्का	गन्ना	मक्का	गन्ना	
कार्बोफ्यूरॉन 03 प्रतिशत सीजी	1000	2000	32900	65800	500
क्लोरान्ट्रानिलिप्रोल 18.50 प्रतिशत एससी	37	75-125	2000	370-620	500-1000 (गन्ना)
फ्लूबेंडियामाइड 20 प्रतिशत डब्ल्यूजी	50	75	250	370	500 (मक्का)-750