

पौष्टिक अनाज बीज उत्पादन एवं मूल्यवर्द्धन

जिनु जेकब*, पी. संजना रेड्डी** और **महेश कुमार*****

"बाजरा एक सूखा सहिष्णु फसल है और इसे बहुत गर्म व शुष्क क्षेत्रों में भी उगाया जा सकता है। भारत में बाजरे की खेती करने वाले प्रमुख राज्य राजस्थान, महाराष्ट्र, गुजरात, उत्तर प्रदेश और हरियाणा हैं। इनके द्वारा कुल मिलाकर देश के सकल बाजरे की खेती में 90 प्रतिशत से ज्यादा योगदान दिया जाता है। देश में बाजरे की खेती अधिकांशत: वर्षाकाल (खरीफ), जून-सितंबर में की जाती है। उन्नत कृष्य किस्मों एवं कृषि प्रबंधन कार्यों की कमी के कारण आमतौर पर बाजरा की जीवन-निर्वाह के रूप में खेती करने वाले अधिकांश किसान इसकी उच्च उपज क्षमता का लाभ उठाने में सक्षम नहीं हैं। कृषि विकास और खाद्य सुरक्षा के लिए उच्च गुणवत्तायुक्त बीज उपलब्ध करवाने हेतु सक्षम बीज उत्पादन कार्यक्रम महत्वपूर्ण हैं।"

बाजरा एक अत्यधिक परपरागण वाली फसल है। जायांग के पुमंग की अपेक्षा पहले परिपक्व हो जाने की प्रकृति (प्रोटोगाइनस) के कारण बाजरा, मक्का की तुलना में ज्यादा संदूषणग्राही होता है। आवरण (शीथ) से पुष्पगुच्छ निकलने में लगभग 4-6 दिन लगते हैं। पुष्पगुच्छ द्वारा रक्षावरण (बूट) के बाहर निकलने के पश्चात पुष्पण शुरू होता है, परंतु कुछ जीनप्रारूपों में पुष्पगुच्छ के पूर्ण रूप से उद्भव के पूर्व ही वर्तिका निकलने लगती है। प्रारंभ में पुष्पगुच्छ के ऊपरी केंद्रीय भाग के पुष्पक के अंदर वर्तिका निकलने लगती है। इसके बाद ऊपर तथा नीचे, दोनों ओर बढ़ती है। वर्तिका की अधिकतम वृद्धि पुष्पण के तीसरे दिन होती है। वर्तिकाग्र पूर्ण रूप से निकलने के बाद 18-24 घंटे तक ग्रहणशील रहता है। पुष्पगुच्छ पर वर्तिकाग्र के पूर्ण रूप से विकसित होने के बाद पराग निकलने लगते हैं। परागोद्भव पूरे दिन जारी रहता है। पराग, पुष्पगुच्छ के ऊपरी भाग (लगभग दो-तिहाई बिंदु पर) में निकलना शुरू होता है तथा दोनों ओर बढ़ने लगता है। सिंचित परिस्थितियों में, पहला परागोद्भव बारह दिनों में हो सकता है तथा यह बीज बनने तक कल्लों पर जारी रह सकता है। परागण के बाद 24 घंटों में वर्तिकाग्र सूख जाता है। निषेचन के लगभग एक सप्ताह बाद पुष्पगुच्छ में बीज स्थापन देखा जा सकता है। अनाज की शारीरिक परिपक्वता, भ्रूण के सामने अनाज के एबजर्मिनल सतह पर हायलार क्षेत्र के पास काली परत के रूप में दिखाई पड़ती है।

बाजरे के सभी वाणिज्यिक अनाज संकर, ए1 कोशिका द्रव्य-नाभिक नर-बंध्य प्रणाली (सीएमएस) पर आधारित एकल-कट

*वैज्ञानिक; **प्रधान वैज्ञानिक; ***सहायक मुख्य तकनीकी अधिकारी (राजभाषा) भाकृअनुप-भारतीय कदन्न अनुसंधान संस्थान, हैदराबाद

संकर हैं। भारत में संकर कार्यक्रमों में कृषि-पारिस्थितिक आवश्यकताओं के अनुसार, अधिकांशत: 75-85 दिनों के अंदर परिपक्वता अवधि के साथ अनाज पैदावार एवं मृदुरोमिल आसिता प्रतिरोध को ज्यादा प्राथमिकता दी गई। बाजरे में बीजों को चार वर्गों (नाभिक, प्रजनक, फाउंडेशन तथा प्रमाणित) में बहुगुणित किया जाता है, जिसे बीज वर्ग कहा जाता है।

प्रजनक/फाउंडेशन बीज उत्पादन

संकर पैतृकों के प्रजनक बीजों का उत्पादन प्रायोजक पादप प्रजनक के प्रत्यक्ष नियंत्रण में किया जाता है। इस वर्ग के बीज का अनुवीक्षण प्रजनक, बीज प्रमाणन अधिकारी, राष्ट्रीय बीज निगम तथा राज्य बीज निगम के प्रतिनिधि निगरानी दल द्वारा किया जाता है। फाउंडेशन बीज का उत्पादन प्रजनक बीज से किया जाता है, प्रजनक तथा बीज प्रमाणन अभिकरण द्वारा प्रायोगिक केंद्र अथवा मान्यता प्राप्त बीज प्रक्षेत्रों में इनके उत्पादन का सावधानीपूर्वक पर्यवेक्षण अथवा अनुमोदन किया जाता है। इनका उपयोग प्रमाणित बीज के उत्पादन हेतु किया जाता है।

नर-बंध्य (ए) वंशक्रम तथा अनुरक्षक (बी) वंशक्रम

ए-वंशक्रम का बहुगुणन सामान्यत: ए और बी वंशक्रमों को 4 : 2 अनुपात में एकांतर समूह में उगाकर किया जाता है। ए वंशक्रम हेतु पर्याप्त पराग की आपूर्ति सुनिश्चित करने के लिए बी वंशक्रम को उत्पादन खंड के चारों ओर 4-8 सीमा पंक्तियों में लगाया जाता है। ए वंशक्रम तथा बी वंशक्रमों से अवांछित पौधों (रोगिंग) को सावधानीपूर्वक हटाना आवश्यक है। ए वंशक्रम में यदि कोई बी वंशक्रम (पोलन शेडर्स) हो तो हटा दिया जाता है। पुष्पण अवधि पूर्ण होने के बाद तत्काल बी, वंशक्रम कतारों की कटाई कर ली जाती है। परिपक्वता पर ए, वंशक्रम पंक्तियों को काटकर रख लिया जाता है। बी, वंशक्रम के प्रजनक बीज उत्पादन हेतु 0.1 हैक्टर (1000 मीटर) के पृथक क्षेत्र में अलगाव में नाभिक बीजों की बुआई की जाती है। प्रजनक बीज की बुआई करके फाउंडेशन बीज का उत्पादन किया जाता है। अवांछित पौधों को हटाना (रोगिंग) व अन्य प्रक्रियाएं नाभिक बीज उत्पादन के समान होती हैं।

पुनर्स्थापक (आर) वंशक्रम

पृथक क्षेत्र (1000 मीटर) में रोपण द्वारा आर वंशक्रम के प्रजनक/फाउंडेशन बीज का उत्पादन किया जाता है। प्रजनक बीज के उत्पादन के लिए नाभिक बीज भंडार, तथा फाउंडेशन बीज के उत्पादन हेतु प्रजनक बीज का उपयोग किया जाता है। आर वंशक्रमों के लिए बीज प्रक्षेत्र (प्लॉट) 0.1-0.2 हैक्टर होना चाहिए तथा न्यूनतम 3000-5000 पौधे लगाने चाहिए।

विभिन्न लक्षणों के विचलन की पहचान हेतु फसल वृद्धि की निम्नलिखित विभिन्न अवस्थाओं में फसल का निरीक्षण किया जाता है:

- **बुआई के 18 दिनों बाद:** अगेती ओज में अंतर (विचलन)
- **बुआई के 30-35 दिनों बाद:** कल्ले निकलने, पौधे की ऊंचाई तथा अन्य लक्षणों में अंतर
- **पत्ती की रक्षावरण अवस्था (बूट लीफ):** अगेती पुष्पण के आधार पर विचलन
- **50 प्रतिशत पुष्पण पर:** पछेती पुष्पण, पुष्पगुच्छ (एक्जर्शन) उद्भव तथा पुष्पगुच्छ के प्रकार (तथा ए वंशक्रम में पराग शेड्डर्स) में अंतर

नाभिक बीज उत्पादन

लोकार्तित किस्म या संकर पैतृक के बीज गुणन की श्रृंखला में नाभिक बीज पहला चरण है। स्वयं के बीज वर्ग के उत्पादन हेतु उपयोग के लिए यह एकमात्र बीज है। नाभिक बीज के उत्पादन की प्रक्रिया नीचे दी गई है;

अनुरक्षक वंशक्रम (बी-वंशक्रम)

प्रारंभ में एक पृथक क्षेत्र में लगभग 1000 पौधों का चयन किया जाता है तथा पुष्पण के समय उन्हें स्व-परागित किया जाता है। अंत में अनुरक्षक वंशक्रम के लक्षणों की पुष्टि करने वाले 200 स्व-परागित पौधों का चयन किया जाता है एवं उन्हें दो समूहों में बांट दिया जाता है। अगले मौसम में एक समूह के बीजों को पंक्ति में उगाया जाता है एवं अनुरूप लक्षणों के लिए संतति कतारों की पुष्टि हेतु अध्ययन किया जाता है तथा लक्षणों की पुष्टि न करने वाली कतारों को छोड़ दिया जाता है। सर्वोत्तम संतति पंक्तियों (25-30 प्रतिशत) की पहचान की जाती है। दूसरे समूह के संगत बीजों को संततियों के लिए रख लिया जाता है। बी-वंशक्रम के नाभिक बीज प्राप्त करने के लिए तीसरे मौसम में बीज को पृथक क्षेत्र में उगाकर कटाई की जाती है।

नर-बंध्य वंशक्रम (ए-वंशक्रम)

ए- और बी- वंशक्रम (नाभिक बीज) को पृथक क्षेत्र में एकांतर पंक्तियों में उगाया जाता है। ए-वंशक्रम में से अवांछित (बी-वंशक्रम) पौधों को हटा दिया जाता है। प्रतिनिधि पौधों के मध्य लगभग 200-250 युग्मित संकर तैयार किए जाते हैं तथा उन पर ए1 × बी1, ए2 × बी2 आदि लेबल लगाए जाते हैं। प्रत्येक युग्म के कटे हुए बीजों को अलग-अलग रखा जाता है। अगले मौसम में युग्मित संकर के बीज के एक हिस्से को अलग रखकर, एकांतर पंक्तियों में बोया जाता है। पैतृक वंशक्रमों के मानकों की पुष्टि करने वाले ए- और बी- वंशक्रमों के समान युग्मों की पहचान की जाती है। चयनित शुद्ध युग्मों के ए-वंशक्रमों के बचे हुए बीज को रख लिया जाता है। इस तरह ए-वंशक्रम के नाभिक बीज जमा किए जाते हैं।

पुनर्स्थापक वंशक्रम (आर-वंशक्रम)

इनका बी-वंशक्रम के बहुगुणन प्रक्रिया के अनुसार ही बहुगुणन किया जाता है।

सारणी: बाजरा का प्रजनक, फाउंडेशन एवं प्रमाणित बीज उत्पादन

पैतृक वंशक्रम	वर्ष 1, मौसम 1		वर्ष 1, मौसम 2		वर्ष 2, मौसम 1	
	प्रजनक बीज उत्पादन हेतु		फाउंडेशन बीज उत्पादन हेतु		प्रमाणित बीज उत्पादन हेतु	
	क्षेत्र (हैक्टर)	नाभिक बीज (कि.ग्राम)	क्षेत्र (हैक्टर)	प्रजनक बीज (कि.ग्राम)	क्षेत्र (हैक्टर)	फाउंडेशन बीज (कि.ग्राम)
ए-वंशक्रम	0.016	0.064	4	16	1000	4000
बी-वंशक्रम	0.004	0.016	1	4	-	-
आर-वंशक्रम	0.004	0.016	1	4	250	1000
कुल	0.024	0.096	6	24	1250	5000

- **परिपक्वता स्तर पर:** पुष्पगुच्छ तथा बीज के प्रकार एवं बीज के रंग में अंतर

अवांछित पौधों को उखाड़कर हटा देना चाहिए, क्योंकि पौधों को काटने से रटून कल्ले निकल सकते हैं।

प्रमाणित बीज उत्पादन

प्रमाणित बीज उत्पादन के लिए निर्धारित अलगाव दूरी 200 मीटर है। रोपण और बीज उत्पादन की पद्धति प्रजनक एवं फाउंडेशन बीज उत्पादन के समान ही है। बीज प्रमाणन अभिकरण को उत्पादन स्वीकार्य होना चाहिए तथा प्रमाणन की सभी आवश्यकताओं को पूरा करना चाहिए। सामान्यत: अनुबंध आधारित उत्पादकों द्वारा प्रमाणित बीज का उत्पादन किया जाता है। कुछ निजी बीज कंपनियां भी प्रमाणित बीज उत्पादन कार्यक्रमों का संचालन करती हैं। पृथक क्षेत्र में 4 : 2 अनुपात में ए वंशक्रम और आर वंशक्रम को उगाकर संकर किस्मों के प्रमाणित बीजों का उत्पादन किया जाता है। प्रमाणित संकर बीज उत्पादन हेतु ए तथा आर वंशक्रमों का समक्रमण महत्वपूर्ण होता है। यह समक्रमण तीन तरीकों से प्राप्त किया जा सकता है-1. बुआई की भिन्न-भिन्न तिथियों द्वारा, 2. संकर पैतृकों में से किसी एक पैतृक को नियंत्रित पानी एवं उर्वरक के उपयोग द्वारा तथा 3. पराग बहाव और वर्तिकाग्र ग्रहणशीलता के समक्रमण हेतु ए या/तथा आर वंशक्रमों में अतिरिक्त अगेती कल्लों को हटाकर।

आनुवंशिक शुद्धता के लिए आर वंशक्रम में अवांछित पौधों और ए वंशक्रम में से बी वंशक्रम के पौधों (पराग शेड) को सावधानीपूर्वक हटाया जाना चाहिए। बीज अवधारण का पालन करके प्रमाणित बीज का संतोषजनक उत्पादन किया जा सकता है।



पौष्टिक अनाज की खेती

बाजरा के मूल्यवर्द्धक उत्पाद

बाजरे में लिपिड की मात्रा ज्यादा होने के कारण भंडारण के दौरान वसीय अम्लता एवं लिपोलैटिक गतिविधियों के कारण इसकी पिसाई के कुछ दिनों के भीतर दुर्गंध आने लगती है तथा स्वाद खराब हो जाता है। भ्रूणपोष में पॉलीफिनॉलिक मात्रा शरीर द्वारा पोषक तत्वों के पर्याप्त अवशोषण को रोकती है। बाजरा उत्पादों के मूल्य एवं उपयोगावधि तथा स्टार्च, प्रोटीन व खनिज की उपलब्धता बढ़ाने हेतु कुछ प्रसंस्करण तकनीकों का विकास किया गया है। आटे की भंडारण अवधि में सुधार तथा स्थायित्व हेतु ब्लांचिंग और ताप उपचार को उपयुक्त पाया गया। बाजरे में स्थित प्रति-पौष्टिक कारकों को हटाने तथा उसके आटे की पाचनशक्ति और उपयोगावधि सुधार में दानों का अम्ल उपचार प्रभावी पाया गया। बाजरे का माल्टन भी उपयोगावधि को बढ़ाता है। प्रसंस्करित बाजरे के आटे से कई मूल्यवर्द्धित विविध उत्पाद तैयार किए जा सकते हैं। बाजरे के मूल्यवर्द्धित उत्पाद घरेलू खपत और वाणिज्यिक उद्देश्य, दोनों के लिए तैयार किए जा सकते हैं। मुरमुरा, एक्स्ट्रूडर स्नैक्स, उपमा, लड्डू, चपाती, पास्ता, नूडल्स, पिज्जा बेस, बिस्कुट, ब्रेड/बन, केक, इंस्टेंट इडली मिक्स बहु-पौष्टिक अनाज आटा जैसे उत्पाद तैयार करने के लिए बाजरा उपयुक्त है।

मूल्यवर्धन तथा वाणिज्यीकरण

बाजरा एक बहुद्देश्यीय फसल है, जिसका भोजन, दाना व चारे के लिए उपयोग किया जाता है। भारत के शुष्क क्षेत्रों में रहने वाले लोगों द्वारा बाजरे को अत्यधिक पसंद किया जाता है, क्योंकि उक्त जलवायु परिस्थितियों में यह आसानी से बढ़ता है। पशुओं, कुक्कुटों व मछलियों को खिलाने के लिए भी इसका उपयोग किया जाता है। चारे की कमी के दौरान बाजरा उच्च गुणवत्तायुक्त चारे का एक अच्छा स्रोत है। बाजरे के अनाज एवं चारे का कई अन्य अनाजों की तुलना में बेहतर खनिज प्रोफाइल होता है। बाजरा वसा, आयरन, कैल्शियम, आवश्यक अमीनो अम्ल एवं पथ्य रेशे का समृद्ध स्रोत है तथा यह ग्लूटनमुक्त होता है।

बाजरे का मुख्य रूप से मानव आहार (लगभग 70 प्रतिशत) के लिए उपयोग किया जाता है। इसके अलावा पशुओं के आहार, शराब उद्योग (अल्कोहल उद्योग), कुक्कुट पालन उद्योग तथा बीज के लिए भी इसका उपयोग किया जाता है। बाजरा एक उत्तम पशु चारा व कुक्कुट आहार है तथा पोषण की दृष्टि से यह मक्का के समान अथवा उससे बेहतर है। वर्तमान में उत्पादित अधिकांश बाजरे का उपयोग कुक्कुट आहार एवं पशु आहार व पक्षियों के लिए दाने के रूप में किया जाता है। बाजरे और ज्वार के चारे को कैलोरी तथा प्रोटीन के उच्च स्तर के साथ उच्च गुणवत्ता के कारण पशु आहार के रूप में वरीयता प्रदान की जाती है। सामान्यत: कुक्कुट आहार के रूप में बाजरा, ज्वार से बेहतर होता है तथा ब्रॉयलर आहार में मक्का के समान होता है। कुक्कुट को साबुत बाजरा अथवा दानों का भूसा खिलाया जाता है तथा पशुओं को पिसा हुआ अनाज खिलाया जाता है।

बाजरे के दानों का पेय अल्कोहल तथा जैव-ईंधन के उत्पादन में उपयोग किया जाता है। भारत में अल्कोहल उद्योग के लिए व्यवहार्य कच्ची सामग्री के रूप में कनकी, इसके बाद बाजरा व ज्वार के दानों (निम्न श्रेणी के अनाज) का उपयोग किया जाता है। यद्यपि वर्तमान में अल्कोहल उद्योग में बाजरे का ज्यादा उपयोग नहीं हो रहा है, परंतु भविष्य में अत्यधिक संभावनाएं हैं। अब तेजी से मद्य-उत्पादकों द्वारा गन्ने के शीरे के स्थान पर बाजरे का उपयोग किया जा रहा है। हरियाणा और राजस्थान में बाजरे का एक बड़ा हिस्सा, विशेषकर कम गुणवत्ता व काले अनाज का उपयोग पेय अल्कोहल बनाने के लिए किया जाता है। बाजरे के जैवभार में सेल्यूलॉसिक जैव-ईंधन उत्पादन के मुख्य घटक-सेल्युलोज तथा हेमीसेल्युलोज, बहुतायत से पाए जाते हैं जोकि इसे जैव-ईंधन के उत्पादन हेतु महत्वपूर्ण बनाते हैं। सेल्युलोसिक इथेनॉल उत्पादन से जैव ईंधन उत्पादन हेतु कई प्रौद्योगिकियां उपलब्ध हैं। कई एंजाइम के सेल्यूलोज को ग्लूकोज में तोड़ सकते हैं जिनका आगे सूक्ष्मजीवों द्वारा इथेनॉल में किण्वन किया जा सकता है। वर्षा आधारित एवं कम निवेश हेतु उपयुक्त कम फसल आवर्तन अवधि, खराब मृदा हेतु अनुकूल, प्रति इकाई क्षेत्र में उच्च जैवभार, कैलोरी उपज क्षमता तथा बाजार मूल्य अच्छा प्रदान करने के कारण आने वाले समय में वाणिज्यीकरण पैमाने पर इथेनॉल उत्पादन हेतु बाजरे के उपयोग की अत्यधिक संभावनाएं हैं। ■