

स्पीड ब्रीडिंग: पादप प्रजनन की एक नई उड़ान



डॉ. दिनकर¹
डॉ. विकास सिंह ठाकुर²
डॉ. ब्रजकिशोर राजपूत³

¹पादप प्रजनन एवं आनुवंशिकी विभाग, कृषि संकाय, रवीन्द्रनाथ टैगोर विश्वविद्यालय, रायसेन (464993)

²पादप आणविक जीवविज्ञान एवं जैव प्रौद्योगिकी विभाग, कृषि संकाय, रवीन्द्रनाथ टैगोर विश्वविद्यालय, रायसेन (464993)

³मृदा विज्ञान एवं कृषि रसायन विभाग, कृषि संकाय, रवीन्द्रनाथ टैगोर विश्वविद्यालय, रायसेन (464993)

*अनुरूपी लेखक

डॉ. दिनकर *

परिचय

वर्तमान समय में कृषि के सामने बढ़ती जनसंख्या, जलवायु परिवर्तन, भूमि एवं जल संसाधनों की कमी, नई-नई रोग एवं कीट समस्याएँ तथा खाद्य एवं पोषण सुरक्षा जैसी अनेक चुनौतियाँ हैं। इन चुनौतियों का सामना करने के लिए ऐसी फसल किस्मों का विकास आवश्यक है जो अधिक उपज देने के साथ-साथ सूखा, ताप, लवणता, रोग और अन्य प्रतिकूल परिस्थितियों के प्रति सहनशील हों। परंपरागत पादप प्रजनन में एक नई किस्म विकसित करने में कई वर्ष लग जाते हैं, क्योंकि पौधों की एक पीढ़ी से दूसरी पीढ़ी तक पहुँचने में पर्याप्त समय लगता है। इसी समस्या के समाधान के रूप में स्पीड ब्रीडिंग आधुनिक पादप प्रजनन की एक अत्यंत महत्वपूर्ण तकनीक बनकर उभरी है। इसे पादप प्रजनन की गति बढ़ाने वाली ऐसी तकनीक कहा जा सकता है, जिसने पौध सुधार कार्यक्रमों को एक नई उड़ान प्रदान की है।

स्पीड ब्रीडिंग क्या है?

स्पीड ब्रीडिंग एक ऐसी नियंत्रित पर्यावरणीय तकनीक है जिसमें पौधों को विशेष प्रकाश, तापमान, आर्द्रता तथा पोषण परिस्थितियों में उगाकर उनके फूल आने और बीज बनने की अवधि को कम किया जाता है। इसका मुख्य उद्देश्य एक वर्ष में अधिक से अधिक पौध पीढ़ियाँ प्राप्त करना है।

सामान्य खेत परिस्थितियों में जहाँ किसी फसल की एक या दो पीढ़ियाँ ही प्राप्त हो पाती हैं, वहीं अनुकूलित स्पीड ब्रीडिंग परिस्थितियों में कई पीढ़ियाँ प्राप्त की जा सकती हैं। स्पीड ब्रीडिंग की अवधारणा विशेष रूप से उन फसलों के लिए महत्वपूर्ण है जिनका जीवन चक्र लंबा होता है या जिनमें फूल आने के लिए विशिष्ट प्रकाश अवधि और तापमान की आवश्यकता होती है। गेहूँ, जौ, चना, मटर, सोयाबीन तथा अन्य अनेक फसलों में इस तकनीक का उपयोग किया जा रहा है।

स्पीड ब्रीडिंग का मूल सिद्धांत

स्पीड ब्रीडिंग का आधार यह है कि पौधे के विकास के लिए आवश्यक पर्यावरणीय परिस्थितियों को नियंत्रित करके उसके जीवन चक्र को तेज किया जाए। इसके लिए सामान्यतः लंबी प्रकाश अवधि, उपयुक्त तापमान, नियंत्रित आर्द्रता और पर्याप्त पोषण उपलब्ध कराया जाता है। कई फसलों में प्रतिदिन लगभग 20-22 घंटे तक प्रकाश उपलब्ध कराने से वनस्पतिक अवस्था को छोटा करके जल्दी फूल आने को प्रेरित किया जा

सकता है। हालाँकि, सभी फसलों और जीनोटाइप के लिए समान परिस्थितियाँ उपयुक्त नहीं होतीं। उदाहरण के लिए, कुछ फसलों एवं जीनोटाइप में **वर्नलाइजेशन** की आवश्यकता होती है। ऐसे पौधों में कम तापमान के संपर्क के बिना फूल आने में विलंब हो सकता है। इसलिए स्पीड ब्रीडिंग में प्रकाश एवं तापमान के साथ-साथ वर्नलाइजेशन जैसी जैविक आवश्यकताओं को भी ध्यान में रखना आवश्यक है।

स्पीड ब्रीडिंग में वर्नलाइजेशन की भूमिका

गेहूँ और जौ जैसी शीतकालीन फसलों में फूल आने के लिए कम तापमान की आवश्यकता हो सकती है। यदि ऐसे जीनोटाइप को सीधे उच्च तापमान और लंबी प्रकाश अवधि में रखा जाए तो फूल आने में अपेक्षित तेजी नहीं आती। इसलिए स्पीड ब्रीडिंग प्रणाली में प्रारंभिक अवस्था में नियंत्रित कम तापमान देकर वर्नलाइजेशन आवश्यकता को पूरा किया जाता है और इसके बाद पौधों को लंबी प्रकाश अवधि एवं अनुकूल तापमान में रखा जाता है। इस प्रकार वर्नलाइजेशन

स्पीड ब्रीडिंग की गति को सीमित करने वाले कारक को दूर करने में सहायता करता है। विशेष रूप से ऐसे अभिजनन पदार्थों में, जिनमें वर्नलाइजेशन की आवश्यकता बनी रहती है, वर्नलाइजेशन को प्रभावी ढंग से प्रबंधित करना आवश्यक है। इससे प्रजनन सामग्री की पीढ़ी-दर-पीढ़ी प्रगति को तेज किया जा सकता है।

स्पीड ब्रीडिंग के प्रमुख घटक

स्पीड ब्रीडिंग प्रणाली की सफलता कई घटकों पर निर्भर करती है। इनमें सबसे महत्वपूर्ण हैं—

1. नियंत्रित प्रकाश व्यवस्था:

लंबी प्रकाश अवधि पौधों में फूल आने को शीघ्र प्रेरित कर सकती है। प्रकाश की अवधि और तीव्रता को फसल की आवश्यकता के अनुसार नियंत्रित किया जाता है।

2. तापमान नियंत्रण:

उचित तापमान पौधे की वृद्धि, विकास और पुष्पन को प्रभावित करता है। कुछ फसलों में वर्नलाइजेशन के लिए कम तापमान तथा बाद में विकास के लिए अपेक्षाकृत अधिक तापमान की आवश्यकता होती है।

3. नियंत्रित आर्द्रता:

उचित आर्द्रता पौधों की स्वस्थ वृद्धि के लिए आवश्यक है और अत्यधिक नमी से होने वाले रोगों को कम करने में सहायता करती है।

4. पोषण प्रबंधन:

तेजी से बढ़ने वाले पौधों को संतुलित पोषक तत्व उपलब्ध कराना आवश्यक है ताकि उनकी वृद्धि और प्रजनन क्षमता प्रभावित न हो।

5. शीघ्र बीज उत्पादन:

बीज बनने के बाद शीघ्र कटाई एवं बीज प्रसंस्करण करके अगली पीढ़ी को तुरंत शुरू किया जाता है। इससे पीढ़ी-अंतराल और कम किया जा सकता है।

पादप प्रजनन में महत्व

स्पीड ब्रीडिंग का सबसे बड़ा लाभ **generation turnover** को बढ़ाना है। पारंपरिक प्रजनन में किसी संकरण से प्राप्त संतति को कई पीढ़ियों तक उगाकर वांछित जीन संयोजन को स्थिर किया जाता है। स्पीड ब्रीडिंग के माध्यम से एक वर्ष में अधिक पीढ़ियाँ प्राप्त होने के कारण यह प्रक्रिया काफी तेज हो जाती है।

उदाहरण के लिए, यदि किसी फसल में सामान्य परिस्थितियों में केवल दो पीढ़ियाँ प्रति वर्ष प्राप्त होती हैं और नियंत्रित वातावरण में चार से छह पीढ़ियाँ प्राप्त की

जा सकती हैं, तो कुछ वर्षों में प्रजनन सामग्री को स्थिर करने की प्रक्रिया काफी तेज हो सकती है। इससे नई किस्मों के विकास में लगने वाला कुल समय कम किया जा सकता है।

स्पीड ब्रीडिंग और आधुनिक प्रजनन तकनीकों का समन्वय

स्पीड ब्रीडिंग की वास्तविक शक्ति तब सामने आती है जब इसे अन्य आधुनिक तकनीकों के साथ जोड़ा जाता है। इसे मार्कर-असिस्टेड सिलेक्शन, जीनोमिक चयन, जीनोम एडिटिंग और डबल हैप्लॉइड तकनीक के साथ एकीकृत किया जा सकता है। स्पीड ब्रीडिंग पौधों की पीढ़ियों को तेजी से आगे बढ़ाती है, जबकि आणविक मार्कर वांछित जीन या एलील की पहचान करने में सहायता करते हैं। जीनोमिक चयन हजारों जीनोमिक मार्करों के आधार पर श्रेष्ठ पौधों का चयन करने में मदद करता है। इसी प्रकार, जीनोम एडिटिंग द्वारा लक्षित जीन में परिवर्तन किया जा सकता है। इन सभी तकनीकों के समन्वय से आधुनिक पादप प्रजनन अधिक तेज, सटीक और प्रभावी बन सकता है।

स्पीड ब्रीडिंग के लाभ

स्पीड ब्रीडिंग के प्रमुख लाभ निम्नलिखित हैं—

- प्रति वर्ष अधिक पौध पीढ़ियाँ प्राप्त की जा सकती हैं।
- नई किस्मों के विकास में लगने वाला समय कम होता है।
- चयन चक्र को तेज किया जा सकता है।
- शीघ्र समय में समरूप या स्थिर प्रजनन सामग्री विकसित की जा सकती है।
- जीनोमिक चयन और जीनोम एडिटिंग जैसी आधुनिक तकनीकों के साथ इसका प्रभाव बढ़ जाता है।
- नियंत्रित वातावरण में पौधों के विकास का बेहतर अध्ययन किया जा सकता है।
- जलवायु परिवर्तन के अनुकूल किस्मों के विकास को गति मिलती है।

सीमाएँ और चुनौतियाँ

इसके अनेक लाभों के बावजूद स्पीड ब्रीडिंग की कुछ सीमाएँ भी हैं। इसके लिए नियंत्रित प्रकाश, तापमान और आर्द्रता वाली सुविधाओं की आवश्यकता होती है, जिसके लिए प्रारंभिक निवेश अधिक हो सकता है। सभी फसलों और जीनोटाइप समान रूप से स्पीड ब्रीडिंग

परिस्थितियों में प्रतिक्रिया नहीं करते। कुछ फसलों में वर्नलाइजेशन या विशिष्ट फोटोपेरियड की आवश्यकता भी बाधा बन सकती है। इसके अलावा, अत्यधिक तेजी से वृद्धि कराने पर पौधों की गुणवत्ता, बीज उत्पादन और चयन की प्रभावशीलता प्रभावित हो सकती है। इसलिए प्रत्येक फसल के लिए उपयुक्त पर्यावरणीय परिस्थितियों का वैज्ञानिक रूप से अनुकूलन आवश्यक है।

भविष्य की संभावनाएँ

भविष्य में स्पीड ब्रीडिंग का उपयोग केवल पीढ़ी चक्र को छोटा करने तक सीमित नहीं रहेगा। इसे फेनोमिक्स, जीनोमिक्स, कृत्रिम बुद्धिमत्ता, स्वचालित फेनोटाइपिंग, जीनोम एडिटिंग और डिजिटल कृषि के साथ जोड़कर एक एकीकृत प्रजनन प्रणाली विकसित की जा सकती है। इससे ऐसे पौधों की पहचान और विकास तेजी से किया जा सकेगा जिनमें उच्च उपज, बेहतर गुणवत्ता तथा जलवायु-सहनशीलता जैसे अनेक वांछित गुण एक साथ मौजूद हों।

निष्कर्ष

स्पीड ब्रीडिंग आधुनिक पादप प्रजनन में एक क्रांतिकारी तकनीक है, जिसने पौधों की पीढ़ियों को तेजी से आगे बढ़ाने की संभावना को वास्तविकता में बदल दिया है। यह पारंपरिक प्रजनन का विकल्प नहीं बल्कि उसकी गति और दक्षता बढ़ाने वाली तकनीक है। नियंत्रित प्रकाश, तापमान, आर्द्रता, पोषण और आवश्यकतानुसार वर्नलाइजेशन के समुचित प्रबंधन द्वारा प्रजनन चक्र को काफी छोटा किया जा सकता है। जब इसे मार्कर-असिस्टेड चयन, जीनोमिक चयन, डबल हैप्लॉइड और जीनोम एडिटिंग जैसी आधुनिक तकनीकों के साथ जोड़ा जाता है, तो यह भविष्य के पादप प्रजनन को अधिक तेज, सटीक और जलवायु-स्मार्ट बना सकती है। वास्तव में, “स्पीड ब्रीडिंग केवल पौधों की वृद्धि की गति नहीं बढ़ाती, बल्कि बेहतर किस्मों के विकास की पूरी प्रक्रिया को नई उड़ान देती है।”