भारतीय कृषि अनुसंधान पत्रिका, 32(4), **309–312**, 2017

संकर उत्पादन के लिए आंशिक त्रि–पथ क्रॉस योजनाऐं

मोहम्मद हारून[1], सिनी वर्गीस[1], सीमा जग्गी[1], एल्दो वर्गीस[2], अनिंदिता दत्ता[1] एवं अर्पण भौमिक

भा.कृ.अनु.प.–भारतीय सांख्यिकी अनुसंधान संस्थान, लाइब्रेरी एवेन्यू, नई दिल्ली – 110012

प्राप्त : नवम्बर, 2017 **स्वीकृत : दिसम्बर, 2017**

सारांश

उचित अभिभावक लाईनों एवं क्रॉसिंग योजनाओं का चयन ही किसी भी संकर उत्पादन तकनीकी को सफल बनाता है। संकर उत्पादन के क्षेत्र में त्रि–पथ क्रॉस योजनाएं महत्वपूर्ण भूमिका अदा करती हैं। त्रि–पथ क्रॉस पारस्परिक रूप से दृवि–पथ एवं चार–पथ क्रॉस के मध्यवर्ती है, इसलिये एकरूपता, उपज, स्थिरता एवं चनय और परीक्षण की सहजता के संबंध में लाभप्रद साबित होते हैं। त्रि–पथ संकर स्थिर होते हैं और व्यापक आनुवांशिक आधार के कारण वे व्यक्तिगत एवं जनसंख्या प्रतिरोधक तंत्र को प्रदर्शित करते हैं। जैसा कि हमें विगत है कि लाईनों की संख्या बढ़ने पर क्रॉसों की संख्या कई गुना बढ़ जाती है, अत: इस परिस्थिति में पूर्ण त्रि–पथ क्रासों का प्रतिदर्श, जिसे आंशिक त्रि–पथ क्रास योजना प्राप्त करने की विधि विकसित की गयी है। यह विधि संतुलित अपूर्ण खंड अभिकल्पना पर आधारित है। पूर्ण एवं अर्ध–अभिभावक से संबंधित सामान्य संयोजन क्षमता के प्रभाव की दक्षता कारक, पूर्ण त्रि–पथ क्रॉस योजनाओं की तुलना में परिकलित की गयी है, यह मानकर कि त्रुटि प्रसरण दोनों विधियों में बराबर है और इसे काफी अच्छा पाया गया है। यह विधि एक उदाहरण द्वारा स्पष्ट की गयी है।

Bhartiya Krishi Anushandhan Patrika, 32(4), **309-312**, 2017

PARTIALTHREE-WAY CROSS PLANS FOR HYBRID PRODUCTION

Mohd.Harun[1], CiniVarghese[1], SeemaJaggi[1],EldhoVarghese[2], AninditaDatta[1]andArpanBhowmik[1]

ICAR-Indian Agricultural Statistics Research Institute, Library Avenue, New Delhi-110 012

ABSTRACT

The selection of appropriate parental lines and crossing plans are the most important keys for success in the area of hybrid production.Three-way cross breeding has been a major tool for the development of present day commercial hybrids.Three-way crosses are intermediate between two-way and four-way cross hybrids with respect to uniformity, yield, stability and the relative simplicity of selecting and testing. Three-way cross hybrids are more stable and they exhibit individual as well as population buffering mechanism because of the broad genetic base. As the number of lines increases number of crosses also increases and hence in such situation taking a sample from all possible three-way crosses, known as partial three-way cross, is always economical. Here, a method of constructing Partial Three-way Cross designs has been developed. The method is based on BIB designs. The efficiency factor pertaining to general combining ability effects of half parents as well as full parents in comparison to a Complete Three-way Cross plan, assuming constant error variance over both the cases, has been computed and is found to be very good. The method is illustrated through an example.

प्रस्तावना

संकर उत्पादन अथवा संकरण का उद्देश्य परिवर्तनशीलता का सृजन करने एवं वृद्धि अथवा भविष्य में प्रजनन कार्यक्रम के लिए उपयुक्त लाईनों का चयन करना है। संकरण का उपयोग पौधा विज्ञान एवं पशु विज्ञान दोनों में ही निरंतर रूप से किया जाता है। संकर उत्पादन के क्षेत्र में मुख्य रूप से प्रयोग की जाने वाली तकनीकें हैं – द्वि–पथ क्रॉस तकनीक, त्रि–पथ क्रॉस तकनीक एवं चार पथ क्रॉस तकनीक। इन तकनीकों में से

[1]भा.कृ.अनु.प.–भारतीय सांख्यिकी अनुसंधान संस्थान, लाइब्रेरी एवेन्यू, नई दिल्ली–110012, [2]भा.कृ.अनु.प.–केन्द्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोची, केरला 682018

[1]ICAR-Indian Agricultural Statistics Research Institute, Library Avenue, New Delhi-110 012 ; [2]ICAR-Central Marine Fisheries Research Institute,Kochi, Kerala-682018.

द्वि-पथ क्रॉस तकनीक प्रयोग में सरल होने के कारण सबसे ज्यादा प्रचलित है। अगर हम इन तीनों विधियों की तुलना कुल क्रॉसों की संख्या एवं विशिष्ट संयोजन क्षमता (sca) को एक साथ मुख्य कारक मानकर करते हैं तो त्रि-पथ क्रॉस तकनीकें द्वि-पथ एवं चार-पथ तकनीकों से अधिक लाभकारी सिद्ध होती हैं। त्रि-पथ क्रॉस तकनीक द्वि-पथ एवं चार-पथ तकनीकों से अधिक लाभकारी सिद्ध होती हैं। त्रि-पथ क्रॉस संकर एकरूपता, उपज, स्थायित्व तथा चयन एवं परीक्षण की सापेक्ष सरलता के संदर्भ में द्वि-पथ एवं चार पथ त्रि-पथ क्रॉस संकरों के बीच मध्यवर्ती है। त्रि-पथ क्रॉस संकर स्थित होते हैं एवं व्यापक आनुवांशिक आधार के कारण व्यक्तिगत एवं जनसंख्या प्रतिरोधक तंत्र को प्रदर्शित करते हैं। वाणिज्यिक पौधे एवं पशु उत्पादन के कई क्षेत्र हैं जहाँ त्रि-पथ क्रॉस बेहतर प्रदर्शन कर रहा है और इस प्रकार प्रजनकों में लोकप्रिय हो रहा है। शुंमुगथाई एवं श्रीनिवासन (2012) के अनुसार त्रि-पथ क्रॉस मक्का उत्पादन में प्रयोग की जाने वाली सबसे सामान्य वाणिज्यिक तकनीक है। ख्वाजा एवं अन्य (2013) के अनुसार त्रि-पथ क्रॉस संकरित मुर्गियों में द्वि-पथ क्रॉस की तुलना में कम मृत्यु दर के साथ बेहतर अंडों के लक्षण पाये गये हैं।

अगर हमारे पास n लाईनों से बनाए गए पूर्ण त्रि-पथ क्रॉस संयोजना में कुल क्रॉसों की संख्या, N नीचे दिए गए सूत्र का प्रयोग कर ज्ञात की जा सकती है।

$$N = \frac{n(n-1)(n-2)}{2}$$

इस सूत्र को देखकर हमें ज्ञात होता है कि लाईनों कि संख्या (n) के बढ़ने पर कुल क्रॉसों की संख्या (N) कई गुणी बढ़ जाएगी और यह स्थिति प्रजनकों के लिए एक विकट समस्या बन जाती है। अत: इस स्थिति के समाधान के लिए पूर्ण त्रि-पथ क्रॉसों का एक प्रतिदर्श, जिसे आंशिक त्रि-पथ क्रॉस के नाम से जाना जाता है, का उपयोग लाभदायक होता है। हिंकेलमन ने 1965 में आंशिक त्रि-पथ क्रॉस कि अवधारणा शुरू की तथा सामान्यीकृत आंशिक संतुलित अपूर्ण खण्ड (GPBIB) अभिकल्पना के उपयोग से इस का निर्माण एवं विश्लेषण किया। हिंकेलमन ने आंशिक त्रि-पथ क्रॉस को परिभाषित किया जो कि इस प्रकार है : किसी भी त्रि-पथ संगमन के एक समूह को आंशिक त्रि-पथ क्रॉस कहा जा सकता है, यदि वह निम्नलिखित नियमों की पूर्ति करता हो।

(i) प्रत्येक लाइन अर्ध-अभिभावक के रूप में r_u एवं पूर्ण-अभिभावक के रूप में r_r बार प्रकट होती हों।

(ii) प्रत्येक क्रॉस (iXj)Xk या तो एक बार प्रकट हो या बिल्कुल भी नहीं।

नियम (ii) किसी भी प्रकार से क्रॉस (iXj)Xk, (iXk)Xj एवं (jXk)Xi के साथ घटन से पृथक नहीं है।

संतुलित अपूर्ण खण्ड (BIB) एवं आंशिक संतुलित अपूर्ण खण्ड (PBIB) अभिकल्पनाओं के एक विशेष वर्ग के प्रयोग से पोन्नुस्वामी एवं श्रीनिवासन (1991), द्वारा निर्माण विधि विकसित की गयी है। साहित्य में अभाज्य एवं अभाज्य घात लाईनों की संख्या के लिए आंशिक त्रि-पथ क्रॉस योजनाओं की निर्माण की विधियाँ उपलब्ध है (हारून व अन्य, 2016 a, b एवं c, दास एवं गुप्ता, 1971)। अत: संयुक्त लाईनों की संख्या के लिए आंशिक त्रि-पथ क्रॉस योजनाओं की सामान्य एवं सरल निर्माण विधियाँ विकसित करने की आवश्यकता थी। विकसित योजनाओं की सूची से प्रजनकों को किसी भी प्रयोगात्मक स्थिति के लिए उपयुक्त योजना चुनने में सहायता मिलेगी। यहाँ पर आंशिक त्रि-पथ क्रॉस योजना प्राप्त करने की विधि विकसित की गयी है। यह विधि संतुलित अपूर्ण खण्ड अभिकल्पनाओं में क्रॉनेकर गुणनफल का उपयोग कर विकसित की गयी है। निर्माण विधि को विस्तृत रूप में बताने से पहले कुछ शब्दों एवं मापदण्डों को परिभाषित किया गया है।

क्रॉनेकर गुणनफल : क्रॉनेकर गुणनफल को एक उदाहरण द्वारा सरलता से समझा जा सकता है। मान लीजिये कि A एवं B दो आव्यूह इस प्रकार हैं :

$$\mathbf{A} = \begin{bmatrix} 1 & 1 \\ 0 & 2 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{B} = \begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 \\ 1 & 4 & 0 \end{bmatrix}.$$

इन दो आव्यूहों का क्रॉनेकर गुणनफल इस प्रकार है :

$$\begin{bmatrix} 2 & 3 & 1 & 2 & 3 & 1 \\ 1 & 4 & 0 & 1 & 4 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 4 & 6 & 2 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 8 & 0 \end{bmatrix}$$

विभाजन की मात्रा (f) : यदि n लाईनों के लिए, बनाई गयी आंशिक त्रि-पथ क्रॉस योजना में कुल क्रॉसों की संख्या N_1 है, एवं पूर्ण त्रि-पथ क्रॉस योजना में कुल क्रॉसों की संख्या N_2 है तब विभाजन की मात्रा (f) नीचे दिए गए सूत्र से निकाली जा सकती है :

$$f = \frac{N_1}{N_2}$$

दक्षता कारक : यदि n लाईनों के लिए, बनाई गयी आंशिक त्रि-पथ क्रॉस योजना में कुल क्रॉसों की संख्या तथा पूर्ण एवं

अर्ध-अभिभावकों से संबंधित सामान्य संयोजन क्षमता के प्रभाव के औसत प्रसरण क्रमश: N_1, V_{h_1} एवं V_{f_1} हैं, और पूर्ण त्रि-पथ क्रॉस योजना में कुल क्रॉसों की संख्या तथा पूर्ण एवं अर्ध-अभिभावकों से संबंधित सामान्य संयोजन क्षमता के प्रभाव के औसत प्रसरण क्रमश: N_2, V_{h_2} एवं V_{f_2} हैं, तब दक्षता कारक अर्ध-अभिभावक (E_h) दक्षता कारक पूर्ण-अभिभावक (E_f) नीचे दिए गए सूत्रों से निकाली जा सकती हैं :

$$E_h = \frac{N_2 V_{h_2}}{N_1 V_{h_1}}$$

$$E_f = \frac{N_2 V_{f_2}}{N_1 V_{f_1}}$$

आंशिक त्रि-पथ क्रॉस योजना की निर्माण विधि

इस विधि का प्रयोग संयुक्त लाईनों की संख्या के लिए त्रि-पथ क्रॉस योजना बनाने हेतु किया जा सकता है। इस विधि में किसी भी दो संतुलित अपूर्ण खण्ड (BIB) अभिकल्पनाओं के व्यापकता आव्यूहों के क्रॉनेकर गुणनफल से उत्पन्न नई अभिकल्पना से त्रि-पथ क्रॉस योजना तैयार की जा सकती है। जब हम क्रॉनेकर गुणनफल के परिणाम को व्यापकता आव्यूह मानकर उत्पन्न नई अभिकल्पना के प्रत्येक खण्ड से कुल संभावित क्रॉस बनाते हैं तब हमें एक नई त्रि-पथ क्रॉस योजना प्राप्त होती है। SAS सॉफ्टवेयर के PROC IML कथन के उपयोग से पूर्ण एवं अर्ध-अभिभावकों से संबंधित सामान्य संयोजन क्षमता के प्रभाव के अनुमानित औसत प्रसरण तथा दक्षता कारक को परिकलित किया जा सकता है।

उदाहरण : यहाँ पर 12 लाईनों की संख्या एवं कुल क्रॉसों की संख्या 216 के लिए त्रि-पथ क्रॉस योजना बनाने हेतु इस विधि का प्रयोग किया गया है। नीचे दिये गए दो संतुलित अपूर्ण खण्ड (BIB) अभिकल्पनाओं पर विचार करें :

खण्ड	
1	2
1	3
2	3
अभिकल्पना-II	

खण्ड	
1	2
1	3
1	4
2	3
2	4
3	4
अभिकल्पना-II	

इन दोनों अभिकल्पनाओं की व्यापकता आव्यूह क्रमश: इस प्रकार है :

लाईन	खण्ड		
1	1	0	
1	0	1	
0	1	1	
व्यापकता आव्यूह-I			

लाईन	खण्ड					
1	1	0	0	0	0	
1	0	0	1	1	0	
0	1	0	1	0	1	
0	0	1	0	1	1	
व्यापकता आव्यूह-I						

अब हम क्रोनेकर गुणनफल के परिणाम को व्यापकता आव्यूह मानकर एक नई अभिकल्पना का निर्माण कर सकते हैं, जो कि इस प्रकार है :

खण्ड																	
1	1	1	2	2	3	1	1	1	2	2	3	5	5	5	6	6	7
2	3	4	3	4	4	2	3	4	3	4	4	6	7	8	7	8	8
5	5	5	6	6	7	9	9	9	10	10	11	9	9	9	10	10	11
6	6	8	7	8	8	10	11	12	11	12	12	10	11	12	11	12	12

इस नव निर्मित अभिकल्पना के प्रत्येक खण्ड से कुल संभावित क्रॉस को सम्मिलित कर एक नई आंशिक त्रि–पथ योजना का निर्माण किया जा सकता है, जो कि इस प्रकार है :

(1×2)×5	(1×3)×5	(1×4)×5	(2×3)×6	(2×4)×6	(3×4)×7	(1×2)×9	(1×3)×9	(1×4)×9
(2×3)×10	(2×4)×10	(3×4)×11	(5×6)×9	(5×7)×9	(5×8)×9	(6×7)×10	(6×8)×10	(7×8)×11
(1×2)×6	(1×3)×7	(1×4)×8	(2×3)×7	(2×4)×8	(3×4)×8	(1×2)×10	(1×3)×11	(1×4)×12
(2×3)×11	(2×4)×12	(3×4)×12	(5×6)×10	(5×7)×11	(5×8)×12	(6×7)×11	(6×8)×12	(7×8)×12
(1×5)×6	(1×5)×7	(1×5)×8	(2×6)×7	(2×6)×8	(3×7)×8	(1×9)×10	(1×9)×11	(1×9)×12
(2×10)×11	(2×10)×12	(3×11)×12	(5×9)×10	(5×9)×11	(5×9)×12	(6×10)×11	(6×10)×12	(7×11)×12
(2×10)×11	(4×10)×12	(4×11)×12	(6×9)×10	(7×9)×11	(8×9)×12	(7×10)×11	(8×10)×12	(8×11)×12
(2×5)×6	(3×5)×7	(4×5)×8	(3×6)×7	(4×6)×8	(4×7)×8	(2×9)×10	(3×9)×11	(4×9)×12

इस उदाहरण के लिए विभाजन की मात्रा (f) = 0.33, दक्षता कारक अर्ध–अभिभावक (E_h) = 0.9063 एवं दक्षता कारक पूर्ण–अभिभावक (E_f) = 0.9382 है।

आंशिक त्रि–पथ क्रॉस				पूर्ण त्रि–पथ क्रॉस			f	E_h	E_f
n	N_1	V_{h_1}	V_{f_1}	N_2	V_{h_2}	V_{f_2}			
9	108	0.1083	0.1833	252	0.0423	0.0740	0.43	0.9116	0.9427
12	216	0.0686	0.1206	660	0.0203	0.0370	0.33	0.9063	0.9382
15	360	0.0504	0.0903	1365	0.0119	0.0222	0.26	0.8993	0.9321
18	540	0.0421	0.0795	2448	0.0077	0.0116	0.22	0.8753	0.9124
20	720	0.0385	0.0654	3420	0.0061	0.0093	0.21	0.8612	0.9009

निष्कर्ष

यहाँ पर संयुक्त संख्याओं के लिए कमतर विभाजन की मात्रा वाली आंशिक त्रि–पथ क्रॉस योजनाऐं जो संसाधनों के उपयोग को भी अनुकूलित करती हैं, विकसित की गई हैं। यह विधि प्रजनकों के लिए आकर्षक एवं उपयोगी सिद्ध होती हैं क्योंकि उनके द्वारा केवल लाईनों की संख्या डालकर SAS के PROC IML खंड में लिखे गए कम्प्यूटर कोड की सहायता से दक्ष योजना को चुना जा सकता है। प्रजनक सामान्य तौर पर द्वि–पथ क्रॉस योजनाओं का प्रयोग सरल एंव छोटी दक्ष त्रि–पथ क्रॉस योजनाओं की कमी के कारण करते हैं, अत: यह विधि उनके लिए लाभकारी सिद्ध होगी।

संदर्भ

Das, A. and Gupta, S. (1997). Optimal block designs for triallel cross experiments. *Communications in Statistics-Theory and Methods*, 26(7), 1767-1777.

Harun, M., Varghese, C., Varghese, E. and Jaggi, S. (2016).Triallel cross designs for comparing a set of test lines with a control line. *The Indian Journal of Genetics and Plant Breeding*,76(1), 84-87.

Harun, M., Varghese, C., Varghese, E. and Jaggi, S. (2016). Three-way cross designs for animal breeding experiments. *The Indian Journal of Animal Sciences*, 86(6), 94–98.

Harun, M, Varghese, C., Jaggi, S., Varghese, E., Bhowmik, A., Datta, A. and Kumar, N. (2016). Designs for Breeding Trials Involving Triallel Crosses. *Bharatiya Krishi Anusandhan Patrika*, 31(2), 158-160.

Hinkelmann, K. (1965). Partial triallel crosses. *Sankhya*, 27, 173–196.

Khawaja, T., Khan, S.H., Mukhtar, N., Parveen, A. and Fareed, G. (2013). Production performance, egg quality and biochemical parameters of three way crossbred chickens with reciprocal F_1 crossbred chickens in sub-tropical environment. *Italian Journal of Animal Science*, 12 (1), 178-189.

Ponnuswamy, K.N. and Srinivasan, M.R. (1991). Construction of partial triallel crosses (PTC) using a class of balanced incomplete block designs (BIBD). *CommunicationsinStatistics - Theory and Methods*, A20, 3315-3323.

Shunmugathai, R and Srinivasan, M.R. (2012). Robustness of triallel cross experiments using NBIB mating design against interchange of a cross. *International Journal of Mathematics and Scientific Computing*, 2(2), 86-92.