विशेष प्रकाशन सं. 90
ISSN : 0972-2351

# मात्स्यिकी और जलकृषि में जीविकोपार्जन मसले

भाकृ अनुप
ICAR

केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान
(भारतीय कृषि अनुसंधान परिषद)
कोचीन - 682 018

# टिकाऊ जलकृषि के लिए मात्रात्मक आनुवंशिकी का प्रयोग

**पी.सी. तोमस**

केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोचीन - 682 018, केरल

## भूमिका

जल कृषि की सफलता बेहत्तर प्रबंधन और उच्च आनुवंशिक शक्यता युक्त जीवों को उपयुक्त करने पर निर्भर है। पर्यावरणीय तथा आनुवंशिकी हस्तक्षेप द्वारा एक वर्ग या जीवगण के उत्पादन-निष्पादन में सुधार लाया जा सकता है लेकिन पर्यावरणीय हस्तक्षेप का कोई भी सुधार अगली पीढ़ी तक हस्तांतरित नहीं किया जा सकता। आनुवंशिक प्रगतियों को अगली पीढ़ी तक हस्तांतरित किया जा सकता है और इस कारण से यह अत्यंत महत्वपूर्ण भी है।

आनुवंशिक प्रगति के द्वारा उत्पादन बढ़ाने केलिए क्रोमसोमल इंजिनीयरिंग और आनुवंशिक इंजिनीयरिंग जैसे आधुनिक आनुवंशिक हस्तक्षेप तकनीक उपलब्ध होने पर भी आनुवंशिक तौर पर बेहत्तर ब्रूडस्टाक के उत्पादन के लिए सब से उत्तम और आसान तरीका अभी भी मात्रमात्मक आनुवंशिक तकनीक है। पालन किए जाने वाले जीवों और पौधों में आनुवंशिक तत्वों और उपायों के प्रयोग से राष्ट्र की मांग के अनुसार उत्पादन में बढ़ती लायी जा सकी। यह समय समय से परीक्षित तकनीक है। आनुवंशिक तौर पर बेहत्तर प्रभेदों के विकास के लिए आनुवंशिकी में हस्तक्षेप किए जा रहे हैं।

जीवों और पौधों में आनुवंशिक नियमों का परीक्षण करने और उससे होने वाली प्रगति का पूर्वानुमान करने का आधार आनुवंशिक सिद्धांत है। मात्रात्मक आनुवंशिकी वंशागति के मूलभूत तत्वों का तर्कसंगत आधार माना जाता है। मात्रात्मक आनुवंशिकी पौधों के चयनामत्मक प्रजनन कार्यों का सैद्धांतिक आधार है। आर्थिक दृष्टि से गुणात्मक प्रभेद आम तरह मात्रात्मक प्रभेद होते हैं। इन प्रभेदों की विशेषता यह है कि इन में लगातार होने वाला भेद पाया जाता है। इन प्रभेदों को मात्रात्मक प्रभेद कहा जाता है। कई जीनों द्वारा मात्रात्मक प्रभेदों का नियंत्रण होता है। इन जीनों के समलक्षणी गुण (प्रभाव) योज्य होता है। अर्थात मछली में इन जीनों की अधिकता से समलक्षणी विशेशषताएं भी बढ़ जाती है।

लवण जल चिंगट *आर्टीमिया फ्रान्सिस्काना*

इसके विरुद्ध जो मात्रात्मक नहीं होते हैं, उनका नियंत्रण एक या दो जीनों से होता है और उनमें पाए जाने वाला भेद लगातार नहीं है।

**मात्रात्मक आनुवंशिक स्थापत्य और इसकी प्रासंगिकता**

**1. विभेद**

जीव जाति को पर्यावरण की विषमताओं को अतिजीवित करते रहने के लिए जीवों के बीज की समलक्षणी विभिन्नता (Phenotypic variation) प्रकृति द्वारा दिया गया अत्यंत आधारभूत और प्रमुख वरदान है। बेहत्तर स्टॉक के विकास के लिए आनुवंशिक विशेषज्ञों के पास होने वाला कच्चा घटक यह विभिन्नता है। इस विभिन्नता के बिना आनुवंशिक प्रगति साध्य नहीं है। समलक्षणी विभिन्नता को विभेद ($O^2$) (Variance) के रूप में व्यक्त किया जाता है और यह व्यक्तिगत प्रभेद के समलक्षणी मूल्यों का वर्गित विचलन (Squared deviation) होता है।

जीवगण के आनुवंशिक गुणों का अध्ययन करने के लिए समलक्षणी विभिन्नता को विभिन्न कारणों के लिए आरोपणीय भागों में विभाजित किया जाना चाहिए। समलक्षणी विभिन्नता को जीनप्ररूप (जीनोटाइप) के प्रभाव तथा पर्यावरण पर आरोपणीय घटकों में विभाजित किया जा सकता है। जीनप्ररूप व्यक्ति में होने वाले जीनों का विशिष्ट समुच्चय है और पर्यावरण नोन-जैनिटिक प्रभावों का समुच्चय है। जीन प्ररूप और पर्यावरण से सम्मिलित दो घटकों को जीनप्ररूप विभेद और पर्यावरण विभेद कहा जाता है।

$V_P$ = $V_G+V_E+V_{G-E}$

$V_G$ = जीनप्ररूपीय विभेद (जीनोटिपिक वेरियन्स)

$V_E$ = पर्यावरणीय विभेद (एन्वयोर्न्मेन्टल वेरियन्स)

$V_{G-E}$ = जीनप्ररूप तथा पर्यावरण का विनिमय

विभेदों का विभिन्न घटकों में विभाजित किए जाने पर समलक्षणों को नीर्धारित किए जाने वाले अलग घटकों की प्रधानता का सवाल उठ जाता है। विभेद के कारणों की संबंधित प्रधानता कुल विभेदों में प्रत्यक विभेद की मात्रा पर आश्रित है। अतः समलक्षण के निर्धारक के रूप में जीनप्ररूप का संबंधित प्रधानता जीनप्ररूप विभेद और समलक्षणी विभेद का अनुपात ($V_G/V_P$) है।

आगे जीनप्ररूपी विभेद को योज्य जीनी विभेद (प्रजनन मूल्य) और अयोज्य जीनी विभेद (Non-additive genetic variance) (प्रमुखता और विनिमय विचलन) के रूप में विभाजित किया जा सकता है।

$V_G$ = $V_A+V_D+V_I$

$V_A$ = योज्य जीनी विभेद

$V_D$ = डोमिनन्स वेरिएशन्स

$V_I$ = इन्टराक्शन्स (एपीस्टाटिक) विभेद

**योज्य जीनी विभेद**

यह समलक्षणी के उत्पादन के लिए सहायक सभी योज्य विकल्पियों (alleles) के प्रभावों का योग है। यह प्रजनन मूल्यों का विभेद है। यह अत्यंत प्रमुख घटक है क्योंकि यह रिश्तेदारों के बीच की समानता का मुख्य कारक है। यह जीवगण के आनुवंशिक गुण और विशेषताओं का निर्वचन देता है। विभेद का यह भाग माता-पिता से संतानों तक प्रसारित किया जाता है।

**अयोज्य जीनी विभेद**

ये विभेद विकल्पियों के प्रमुखता और प्रबल प्रभावों के कारण से होते हैं। जैसे प्रमुखता विचलन : यह लोसी की विकल्पियों के प्रमुख प्रभावों की वजह से होता है। अर्धसूत्रण (Meiosis) के दौरान विकल्पियों का विघटन होने की वजह से माता-पिता से अगली पीढ़ी तक $V_D$ का प्रसारण नहीं होता है।

### विनिमय (एपिस्टासिस) विभेद

दो या अधिक जीन के बीच विकल्पियों के विनिमय से यह होता है। यह विनिमय दो या तीन घटकों का होता है। विनिमय से होने वाला परिवर्तन बहुत कम होता है और कभी कभी परिवर्तन नहीं होता है।

### पर्यावरणीय विभेद

यह विभेद आहार से लेकर पर्यावरणीय स्थितियों तक के सभी नोन-जेनिटिक प्रभावों से होता है, पर्यावरणीय विभेद को जीवसंख्या से हटाया नहीं जा सकता है। जीव संख्या के समलक्षणी विभेद निर्धारित करने के लिए इस विभेद की प्रमुख भूमिका है।

### जीनप्ररूप और पर्यावरणीय विनिमय

विभेदों के उपर्युक्त घटकों को अलग करके दोनों घटकों के बीच विनिमय भी होता है। जीव संख्या का जीनप्ररूपी प्रभाव दो विभिन्न पर्यावरणों में अलग अलग होता है। एक जीनप्ररूप दो विभिन्न पर्यावरणों में भिन्न रूप से काम करता है। जीनप्ररूप एक पर्यावरण में अच्छी तरह निष्पादन करता है लेकिन दूसरे पर्यावरण में अच्छा निष्पादन नहीं करता है। विभिन्न पर्यावरणों में जीवगण के निष्पादन के परिमाण में घटती या बढ़ती होती है।

## 2. वंशागतित्व ($h^2$)

मात्रात्मक प्रभेद का वंशागतित्व उस प्रभेद का सबसे महत्वपूर्ण गुण है। यह आनुवंशिक कारणों के लिए आरोपणीय कुल विभेदों का अनुपात दिखाता है और इस अनुपात से रिश्तेदारों के बीच की समानता का मापन किया जा सकता है। लेकिन जीव या पौधा प्रजनन में वंशागतित्व का प्रमुख कार्य प्रजनन मूल्य में मार्गदर्शन के रूप में समलक्षणी मूल्य की विश्वसनीयता का पूर्वानुमान करने की क्षमता निर्धारित करना है।

विस्तृत रूप से कहा जाएं जो वंशागतित्व आनुवंशिक विभेद और समलक्षणी विभेद का अनुपात है।

$$\text{वंशागतित्व } (h^2) = \frac{\text{आनुवंशिक विभेद}}{\text{समलक्षणी विभेद}}$$

$$h^2 = V_G / V_P$$

इसे योज्य जीनी विभेद और समलक्षणी विभेद का अनुपात भी कहा जा सकता है

$$h^2 = V_A / V_P$$

वंशागतित्व के आकलन के तरीके नीचे दिए जाते हैं।

| आकलन के तरीके | सह विभिन्नता | समाश्रयण/ सहसंबंध | $h^2$ |
|---|---|---|---|
| अर्ध सिब विश्लेषण | $1/4\ V_A$ | $t=1/4\ h^2$ | 4t |
| पूर्ण सिब विश्लेषण | $1/2\ V_A+1/4\ V_D$+VEC | $t=1/2\ h^2$ | 2t |
| संतान जनक समाश्रयज | $1/2\ V_A$ | $b=1/2\ h^2$ | 2b |
| संतान मध्य जनक समाश्रयज | $1/2\ V_A$ | $b=h^2$ | b |

वंशागतित्व का रेंच 0-1 है या प्रतिशतता में भी दिखाया जाता है। आनुवंशिक प्रगति के चयन कार्यक्रमों में वंशागतित्व की प्रमुख भूमिका है। यह एक जीवगण का गुण है और प्रत्येक व्यक्ति का गुण नहीं है। अतः प्रत्येक पर्यावरण के प्रत्येक जीवगण के लिए यह विधिमान्य है। चयनात्मक प्रजनन के आनुवंशिक वृद्धि का पूर्वानुमान करने के लिए यह उपयोगी है।

## 3. आनुवंशिक सह संबंध

मात्रात्मक प्रभेद के सह संबंध से होता है एक प्रभेद के चयन से दूसरे प्रभेद की बढ़ती या घटती। इसे सह संबंधित प्रतिक्रिया और प्रभेदों को सह संबंधित विभेद कहा जाता हैं। सह संबंध गुणांक (r) के रूप में इसे व्यक्त किया जाता है, जिसका रेंच -1 से +1 है। सह संबंधित प्रतिक्रिया सकारात्मक या अकारात्मक होती है, विकल्पियों के बहुपोषी प्रभाव का परिणाम है 'r' विशेषक के चयन में इसका प्रमुख स्थान है।

### परीक्षणात्मक मान्यकरण

पालन योग्य मछली/कवच मछली/जीवंत चारा जातियों के संबंध में पर्याप्त जीव विज्ञान के अभाव के कारण इन पर होनेवाले आनुवंशिक अनुसंधान की बहुत मंद प्रगति हो रही है। पालन योग्य जातियों के संयोगी प्रचालन में प्रगति लाने केलिए

मात्रात्मक और आण्विक आनुवंशिक तरीकों का प्रयोग किया जा सकता है। दूसरे तरीके में मार्कर के सहारे से चुने गए प्रजनन का उपयोग किया जाता है। मात्रात्मक आनुवंशिक तकनीक का उपयोग भविष्य में अधिक लाभयुक्त स्थापित हो जाएगा। सी एम एफ आर आइ, कोचीन में लवण जल चिंगट के मात्रात्मक आनुवंशिक प्राचलों पर किए गए अध्ययन का परिणाम तथा इसके चयन की प्रतिक्रिया अत्यंत प्रोत्साहजनक सिद्ध हुआ है। इस अध्ययन कार्य से निकले गए विशेष मंतव्य नीचे दिए जाते हैं।

## सामग्रियाँ और क्रिया-पद्धति

अध्ययन के लिए लवण जल चिंगट *आर्टीमिया फ्रान्सिस्काना* (केल्लोग्स 1906) उपयुक्त किया गया। चुने गए विशेषक (नोप्लियार आकार) के वंशागति मूल्य का आकलन बेवकर (1975) द्वारा दिए गए तरीके के अनुसार पूर्ण सिब आंकडा और संतान जनक समाश्रयण से किया गया। नोप्लियार लंबाई में दो अपसारी स्टॉक के विकास के उद्देश्य से आधारभूत पीढ़ी से निकाली गयी दो उप जीव गण याने कि SNS Line तथा BNS Line में द्विदिशी व्यापक चयन किया गया। नोप्लियार लंबाई कम करने के लिए SNS Line और बढ़ाने के लिए BNS Line को चुना गया। चयन की तीव्रता (i) जो पुरुष तथा मादा में समान था, दोनों लिंगों के आकलन का माध्य आंका गया याने कि $i = \frac{1}{2}(im+if)$ (फालकनर, 1981) प्रभावकारी चयन विभेद और समलक्षणी मानक विचलन के अनुपात के रूप में पुरुष और मादा के चयन की गहनता का आकलन किया गया। फालकनर (1960) द्वारा दिए गए तरीके के अनुसार दोनों लिंगों में हर एक लाइनों की पूर्वानुमानित आनुवंशिक प्रतिक्रिया का निर्धारण किया गया।

## परिणाम और चर्चा

### नौप्लियार लंबाई का वंशागतित्व

जनक पर संतति के समाश्रयण तकनीक से निकाला गया नोप्लियार लंबाई का वंशागतित्व का आकलन SNS line में पुरुष तथा मादा के लिए क्रमशः $0.2123 \pm 0.0766$ और $0.3885 \pm 0.1108$ था। BNS में यह आकलन क्रमशः $0.5777 \pm 0.1154$ और $0.3364 \pm 0.1176$ था। वंशागतित्व का सामान्य मूल्य योज्य जीनी विभेद की अच्छी उपस्थिति का या उसकी वजह से, सरल चयनात्मक प्रजनन तकनीक द्वारा वृद्धि हो पाने का संकेत देता है।

### समलक्षणी वृद्धि

चयन से नोप्लियार लंबाई की समलक्षणी वृद्धि काफी अच्छी देखी गयी। SNS line में चुनी गयी छह पीढ़ियों का नोप्लियार लंबाई पुरुष और मादा में क्रमशः 486.99 μm और 490.58 μm से और 441.67 और 453.05 μm तक कम कर सका है। पुरुष और मादा की समाकलित वृद्धि - 44.32 μm और - 37.52 μm है। BNS line में चुनी गयी पांच पीढ़ियों का नोप्लियार लंबाई पुरुष और मादा में क्रमशः 495.58 μm और 529.37 μm से 486.99 μm और 490.58 μm तक बढ गया। पुरुष और मादा में प्राप्त कुल वृद्धि क्रमशः 8.59 μm और 38.80 μm थी। माध्य समलक्षणी प्रतिक्रिया BNS पुरुषों को छोडकर बाकी में सांख्यिकीय तौर पर सार्थक देखी गयी।

### प्राप्त आनुवंशिक वृद्धि

प्राप्त समलक्षणी वृद्धि आनुवंशिक तथा पर्यावरणीय घटकों के संयुक्त प्रभाव से होती है। चयन की अवधि के दौरान पर्यावरण समान होने की वज़ह से इन प्रभावों को अलग करना मुशकिल हो जाता है। समलक्षणी वृद्धि से पर्यावरणीय प्रभावों को हटाने और आनुवंशिक वृद्धि प्राप्ति का निर्धारण करने के लिए मार्ग चुनी गई जीव गण की अपेक्षा उसी स्टॉक से अचयनित नियंत्रित जीवसंख्या को उपयुक्त करना है। वर्तमान अध्ययन में इस तरह की एक नियंत्रित रेखा उपयुक्त की गयी है। प्राप्त हुई अधिकांश समलक्षणी प्रतिक्रियाएं आनुवंशिक वृद्धि के कारण हुई हैं। सारणी 1 SNS line में नोप्लियार लंबाई कम करने के लिए चुने गए जीव की छह पीढियों में प्राप्त आनुवंशिक वृद्धि पुरुष में - 41.7244 μm और मादा में - 38.7585 μm थी जबकि BNS line में लंबाई की बढोत्तरी पांच पीढ़ियों में पुरुष और मादा के लिए क्रमशः 12.6427 μm और 39.4836 μm थी।

**सारणी - 1. SNS और BNS लाइनों के नोप्लियार लंबाई में (चुने गए प्रभेद) पूर्वानुमानित और प्राप्त आनुवंशिक वृद्धि**

| लाइन | लिंग | पूर्वानुमानित आनुवंशिक वृद्धि | प्राप्त आनुवंशिक वृद्धि | प्राप्त आनुवंशिक वृद्धि और पूर्वानुमानित आनुवंशिक वृद्धि का अनुपात |
|---|---|---|---|---|
| **SNS** | मादा | -3.4263 | -5.2585 | 1.5348 |
| | पुरष | -8.5773 | -5.2289 | 0.6096 |
| | माध्य | -6.0018 | -5.2437 | 0.8737 |
| **BNS** | पुरुष | 9.0805 | 0.9338 | 0.1028 |
| | मादा | 5.6292 | 5.3493 | 0.9503 |
| | माध्य | 7.3591 | 3.1416 | 0.4269 |

पीढ़ी संख्या पर नियंत्रित पीढ़ी माध्य के समाश्रयण से आकलित प्रति पीढ़ी के लिए प्राप्त माध्य आनुवंशिक वृद्धि SNS line में पुरुष में - 5.2585 μm और मादा में -5.2289 μm तथा BNS line में पुरुष में 0.9338 μm और मादा में 5.3493 μm थी। माध्य आनुवंशिक वृद्धि BNS पुरुषों को छोडकर सांख्यिकीय तौर पर सार्थक देखी गयी।

### पूर्वानुमानित आनुवंशिक वृद्धि

जनक पर संतान के समाश्रयण (bop) से आकलित वंशागतित्व और पूर्ण सिब वंशागतित्व उपयुक्त करके प्रत्याशित वृद्धि का आकलन किया गया जबकि पहला आकलन प्राप्त आनुवंशिक वृद्धि का करीब आता है, दूसरा आकलन उस से भी बढ़कर आता है। परिणाम यह संकेत देता है कि पूर्ण सिब आकलन का वंशागतित्व अयोज्य आनुवंशिक विभेद से प्रफुल्लित हुआ है बल्कि bop में केवल योज्य आनुवंशिक विभेद का फुलाव है।

SNS line में नोप्लियार लंबाई कम करने के लिए द्विदिशीय चयन से और BNS line में नोप्लियार लंबाई बढ़ाने के लिए प्राप्त पीढ़िवार समलक्षणी प्रतिक्रिया यह दिखाती है कि दोनों रेखाओं की प्रतिक्रिया वांछित दिशा की ओर है। कम नोप्लियार लंबाई के लिए चुनी गयी छह पीढ़ियों से प्राप्त तोप्लियार लंबाई की घटती पुरुष और मादा में सार्थक थी। इसी प्रकार BNS line में बडी नोप्लियार लंबाई के लिए चुनी गयी पांच पीढ़ियों से प्राप्त आकलन पुरुष और मादा में ज़्यादा थी। इन में यह देखा जा सकता है कि SNS line में नोप्लियार आकार की घटती में दोनों लिंगों के जीवों ने चयन के प्रति वृद्धि दिखायी गई। बल्कि BNS line में आकार बढ़ाने के लिए चयन के प्रति अलग अलग स्तर की वृद्धि भी दिखायी पडी। BNS line में पुरुषों की अपेक्षा मादा जातियों ने 14.5 गुनी अधिक वृद्धि दिखायी, जबकि SNS line में दोनों लिंगों की जातियों ने समान वृद्धि दिखायी।

इस अध्ययन से मध्यम स्तर के योज्य आनुवंशिक विभेद की उपस्थिति और आनुवंशिक प्रगति की साध्यता का संकेत मिलता है।