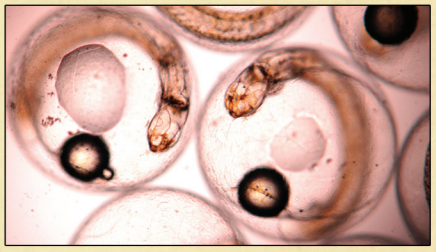
ISSN: 0972 - 2351

मत्स्यगंधा

2009

जलकृषि में जैव प्रौद्योगिकी की साध्यताएं

अंक 9, विशेष प्रकाशन सं. 102



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

ट्रान्सजेनिक अलंकारी मछलियाँ

के.के. विजयन* और ए. गोपालकृष्णन**
केंद्रीय समुद्री मात्स्यिकी अनुसंधान संस्थान, कोची
**एन बी एफ जी आर, कोची एकक

प्रस्तावना

जीव के जीन में पात्रे (इन विट्रो) जेनिटिक इंजिनीयरिंग के आनुवंशिक तकनीकों को उपयुक्त करके पराए या परिवर्तित जीन के रूप में रूपांतरित करने की प्रक्रिया को ट्रान्सजेनिक या आनुवंशिक रूप से परिवर्तित जीव या जेनिटिकली मोडिफाइड ओर्गानिसम (GMO) कहा जाता है। जी एम ओ को सचेत परिवर्तित जीव या लिविंग मोडिफाइड ओर्गानिसम (LMO) से भी संदर्भि किया जाता है। इस संदर्भ में यह समझना अभिकाम्य है कि यह आनुवंशिक रूप से परिवर्तित जीव को निर्धारित करने वाली प्रौद्योगिकी है, न कि दाता डी एन ए के स्रोत को. अतः एक ट्यूना के जीनोम में इसी के ही डी एन ए का अनुक्रम (सीक्वेन्स) मिलाना (ऑटोट्रान्सजेनिक) और इसी मछली में शूकर का डी एन ए अनुक्रम को मिलाना जी एम ओ की दृष्टि से समान प्रक्रिया है।

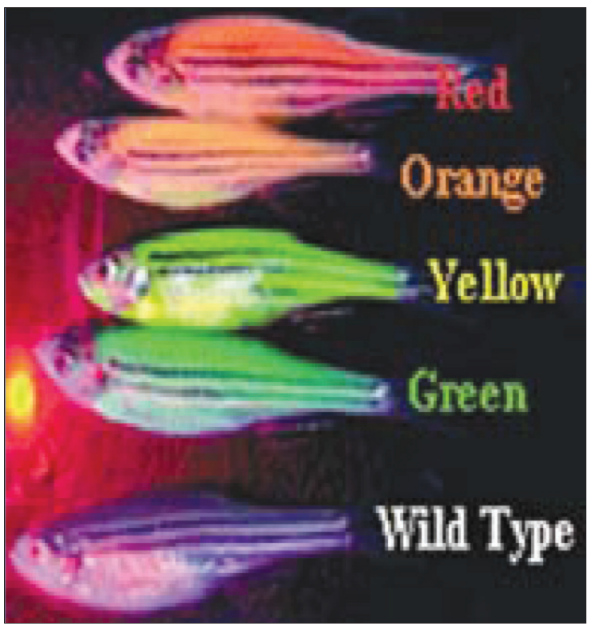
पत्रव्यवहार

डॉ. के.के. विजयन
प्रधान वैज्ञानिक, एवं अध्यक्ष, समुद्री जैवप्रौद्योगिकी प्रभाग
सी एम एफ आर आइ, कोचीन - 682 018

आनुवंशिक परिवर्तन किए जीवों का उत्पादन क्यों?

जीव की जाति के अंदर ही आनुवंशिक परिवर्तन की साध्यताएं अनंत होने पर जातियों के बीच जीन का स्थानांतरण क्यों करना है? यह देखा गया है कि नियमित आनुवंशिक परिवर्तन के लिए दीर्घ काल लगाया जाता है, फिर भी तदनुकूल परिणाम प्राप्त होने की संभावना कम है। अगर किसी अन्य जाति के जीन का प्रभेद सीधा हमारे जीव के जीनों में प्रयुक्त करने की सुविधा उपलब्ध है तो किसी प्रभेद का चयन करने की प्रक्रिया क्यों अपनाया जाना है? चयनात्मक प्रजनन अब भी अधिमान्य है, फिर भी जीव की प्राकृतिक विशेषताओं और पालन करनेवालों की अभिरुचि का अंतर मिटाने के लिए या पालनकर्ताओं की मांग के अनुसार उत्पादन करने के लिए आनुवंशिक इंजिनीयरिंग वाणिज्यिक तौर पर लाभदायक मार्ग साबित हो जा रहा है। उदाहरणार्थ हिमालय का क्षेत्र ज़्यादा ठंड होने के कारण जलकृषि विशेषतः मेजर कार्पों की जलकृषि के लिए अनुकूल नहीं है। कृत्रिम चयन से ठंड सह्य प्रभेद का उत्पादन किया जा सकता है लेकिन पीढ़ियों तक के ध्यानपूर्वक प्रजनन परीक्षणों, जो जलकृषि व्यवसाय की सीमा के परे है, के

बाद ही ये परीक्षण सफल हो जाएंगे। ठंड जल मछली विन्टर फ्लाउन्डर से एन्टीफ्रीज़ प्रोटीन लेकर भारतीय मेजर कार्प मछली में लगाए जाने पर ठंड जल में इन की अतिजीविता कुछ हद तक बढ़ायी जा सकी है। इसके अतिरिक्त यह भी देखा गया है कि स्तनियों की अपेक्षा जलीय जीवों को जेनिटिक इंजिनीयरिंग द्वारा कम स्वास्थ्य समस्याओं से नए किस्म के या औषधीय गुणता की चीज़ों के उत्पादन के लिए उपयुक्त किया जा सकता है। जलजीव पालन में उपयुक्त जातियों के जेनिटिक रूपांतरण करने का मुख्य कारण बेहत्तर उत्पादन/निवेश अनुपात है। ये ऐसे हैं: (क) तेज़ बढ़ती और खाद्य परिवर्तन की क्षमता (ख) अलंकार मछली जातियों में नए रंग रूपांतर, की जातियों का उत्पादन, (ग) तापमान और लवणता जैसे पर्यावरणीय परिवर्तनों के प्रति सह्यता बढ़ाना, (घ) वाणिज्यिक दृष्टि से गुणतायुक्त मांस का उत्पादन, (ङ) पुनरुत्पादन प्रक्रिया और/या लैंगिक समलक्षण का नियंत्रण, (च) रोगजनकों/परजीवों के प्रति जीवों की प्रतिरोधता बढ़ाना, (छ) स्वभाव, उदाहरणार्थ आक्रमण स्वभाव में परिवर्तन लाना, (ज) जननक्षमता और/या सक्रियता का नियंत्रण और (झ) कम स्वास्थ्य की समस्याओं से नए किस्म के और औषधीय गुणता के चीज़ों का उत्पादन करना। जलजीव पालन में ये सारे लक्ष्य वांछनीय होने के कारण आगे के अनुसंधान कार्य रंग और पर्यावरणीय सह्यता को केंद्रित करके किए गए।



ट्रान्सजेनिक चमत्कारी मछलियाँ प्रौद्योगिकी से विकसित

जलीय जातियों में आनुवंशिक रूप से परिवर्तित जीव

सबसे पहले उत्पादित ट्रान्सजेनिक जीव चूहा (पालमीटर आदि, 1982) था और जलीय जीवों में पहले ट्रान्सजेनिक जीव रेइनबो ट्राउट में माक्लीन और तलवार (1984) और गोल्ड फिश में जू आदि द्वारा किये परीक्षण थे। बढ़ती के होर्मोन के बहिर्जात जीन उपयुक्त करके किए गए सूपर-माइस के सफल उत्पादन से प्रेरित होकर जलकृषि में सूपर-फिश स्टॉक की तेज़ बढ़ती विकसित करने के लिए यह प्रौद्योगिकी उपयुक्त की गयी। फिर भी, इन ट्रान्सजेनिक खाद्य मछलियों का विपणन आवासीय और खाद्य सुरक्षा मामलों की वजह से विवादास्पद रहा है।

आनुवंशिक परिवर्तन की प्रक्रिया

आनुवंशिक परिवर्तित जीवों का उत्पादन बहु स्तरीय प्रक्रिया है जो नीचे दिए गए हैं : (i) वांछित जीनों की पहचान (ii) जीव का चयन (iii) इन विशेष जीनों का विलगन (iv) कई नमूनों के उत्पादन के लिए जीनों का प्रवर्धन (v) उचित प्रोमोटर और पोली-ए अनुक्रम के साथ जीन को मिलाना और प्लास्मिड में निवेशन (vi) बैक्टीरिया में प्लास्मिडों का आवर्धन करके क्लोन किए गए कन्स्ट्रक्ट को इन्जक्शन के लिए तैयार करना (vii) कन्स्ट्रक्ट को स्वीकार ऊतक, साधारणया निषेचित अंडे, में स्थानांतरण करना (viii) स्वीकार जीनोम में जीन का एकीकरण (ix) स्वीकार जीनोम में जीन की प्रकटता और (x) आगे की पीढ़ियों में जीन का उत्तराधिकार होना।

जाति

अलंकार मछलियों की बढ़ती हुई विश्व व्यापक मांग नए

आकार और रंग के नए किस्मों के उत्पादन की ओर इशारा करती है। इन किस्मों की पूर्ति केवल ट्रान्सजेनिक्स उपयुक्त करके की जा सकती है। ट्रान्सजेनिक अलंकार मछली को 'ग्लो फिश' कहा जाता है। हाल ही में जेली फिश से फ्लूरसेन्ट जीन विलगित किए जाने से नए बहु रंग के फ्लूरसेन्ट मछली के उत्पादन के लिए अवसर खोले गए हैं। अब प्रयुक्त वर्णों के इंजक्शन या चयनित प्रजनन की अपेक्षा बहु वर्णक मछलियों के उत्पादन के लिए यह तरीका संतोषजनक पाई गई है। ग्रीन फ्लूरसेन्ट प्रोटीन (GFP) जेली फिश (*एक्वोरिया विक्टोरिया*) से विलगित नए किस्म का जीन है और इसे सामान्य रूप से रिपोर्टर जीन के रूप में उपयुक्त किया जाता है। जी एफ पी के उपयोग के लाभ ये हैं: (i) इससे नील रंग के विसरण के लिए अधःस्तर की ज़रूरत नहीं है, (ii) जीवित कोशिकाओं/जीवों में जीन अभिव्यक्ति देखी जा सकती है, (iii) जीवित कोशिकाओं/जीवों के लिए हानिकारक नहीं है और (iv) फोर्माल्डीहाइड में परिरक्षित ऊतकों में यह प्रोटीन दृढ़ होने पर भी बाद में इसका परीक्षण किया जा सकता है। ब्लू (BFP), येलो/गोल्डन (YFP) और सियन (CFP) जैसे फ्लूरसेन्ट प्रोटीनों से हरा, नील, पीला और सियन रंगों और इनके संयुक्त रंगों की मछलियों का उत्पादन किया जा सकता है। जीवंत बयोलजिकल नमूनों में कोशिकाओं और उपकोशिका कोशिकाओं के लेबलिंग के लिए इनफ्लूरसेन्ट प्रोटीन का आकलन किया जा सकता है, इस लिए इनफ्लूरसेन्ट प्रोटीनों को 'लिविंग कलेर्स' या 'जीवित वर्ण' कहा जाता है। ये ट्रान्सजेनिक मछलियाँ विविध प्रकार के फ्लूरसेन्ट रंग प्रदर्शित करती हैं जो हम देख सकते हैं। इस प्रकार फ्लूरसेन्ट कलर-एनकोडिंग जीन उपयुक्त करके कई प्रयोगशालाओं द्वारा नए रंग की मछलियों का सफल रूप से उत्पादन किया गया है। हाल ही में इन्डो-पसफिक समुद्री अनिमोन (*डिस्कोसोमा* जाति) से लाल फ्लूरसेन्ट प्रोटीन (RFP या ds Red) का एनकोडिंग करने वाले नए फ्लूरसेन्ट प्रोटीन का क्लोनिंग किया गया है। अब तक त्वचा या कंकाल पेशी की जी एफ पी, आर एफ पी या वाइ एफ पी अभिव्यक्ति का दिशा निर्देश शक्त पेशी विशेषक mylz2 प्रोमोटर द्वारा किए जाने पर हरी, लाल और पीली मछलियाँ दिखायी पडी। अंधेरे में अल्ट्रावयलट प्रकाश में ये ट्रान्सजेनिक ग्लो फिश विभिन्न फ्लूरसेन्ट रंगों में दिखाए पडे। निषेचन के चार हफ्तों के बाद ट्रान्सजेनिक फ्लूरसेन्ट रंग प्रत्यक्ष होने लगे और बाद में रंग तीखे होने लगा। इस के अतिरिक्त दो रंगों की पट्टियों वाली ज़ीब्रा मछलियों का उत्पादन भी किया गया। इन मछलियों की त्वचा का रंग हरा और कंकाल पेशी का रंग लाल था। इस तरह के विभिन्न ट्रान्सजेनिक्स युक्त मछलियों का चयनित प्रजनन किए जाने से आगे की पीढ़ी में बहु रंगों की मछलियों का व्यापक प्रजनन किया जा सकता है। लक्षद्वीप, मान्नार खाड़ी, आन्डमान एवं निकोबार द्वीप समूह, पश्चिम घाट और भारत के उत्तर-पूर्वी पहाडी क्षेत्र विभिन्न जाति अलंकार मछलियों का खजाना होने के परिप्रेक्ष्य में इस प्रकार का अलंकार मछली उत्पादन की सीमातीत शक्यता होती है। कम खर्च की और सामान्य तौर पर उपलब्ध देशज जाति मछलियों जैसे

चमत्कारी मछलियाँ - ट्रानसजेनिक प्रौद्योगिकी से विकसित

क्लाउन मछली, ग्लास फिश, *पुन्टियस* जाति और *मिस्टस* जाति में मूल्य वर्धन के लिए फ्लूरसेन्ट प्रोटीन जीन का उपयोग किया जा सकता है। बाज़ार में एक ट्रान्सजेनिक ग्लो फिश का मूल्य 200/- से 500/- रुपए तक है।

वांछित जीनों का विलगन

साधारणतया किसी दाता प्रभेद या जाति का वांछित जीन को पोलिमरेस चेइन रियाक्शन द्वारा कन्स्ट्रक्ट की तैयारी के लिए कई मिलियन नकलों में वर्धित किया जाता है।

वांछित जीन का क्लोनिंग

लक्षित जीन के कई नकल उत्पन्न कराने के बाद जीन को एक 'कन्स्ट्रक्ट' में रखा जाता है। वांछित जीन को एक बार एनज़ाइमाटिक रूप से कन्स्ट्रक्ट में बांधे जाने पर यह पूरा समुच्चय बैक्टीरियल प्लास्मिड में बांधा जाता है। यह बैक्टीरियल प्लास्मिड 'प्रोडक्शन वेक्टर' के रूप में काम करता है और बैक्टीरिया कोशिकाओं में मिलकर कई बार वर्धित होता है। इस समय बैक्टीरिया अप्रत्यक्ष होते हैं। इस समय डी एन ए समुच्चय में रंग बदलाव होता है। वर्धित डी एन ए कन्स्ट्रक्ट एनज़ाइमिक रूप से प्लास्मिडों से अलग होते हैं (इस के बाद बैक्टीरिया कोशिकाओं से अलग होते हैं) और परपोषी जाति के अंडों में सन्निविष्ट करने के लायक होते हैं।

जीन कन्स्ट्रक्ट

जीन कन्स्ट्रक्ट डी एन ए का एक टुकडा है, जो लक्षित जीन को स्वीकार करने वाले जीव तक ले जाने का वाहन या वाहक का काम करता है। जीन कन्स्ट्रक्ट में कई क्षेत्र होते है वे इस प्रकार हैं: एक प्रोमोटर क्षेत्र है, जो लक्षित जीन के कार्यों को नियंत्रित करता है; लक्षित डी एन ए का निवेश करने का क्षेत्र, रिपोर्टर जीन यह पता लगाने में सहायक होता है कि लक्षित जीन कन्स्ट्रक्ट में ठीक तरह लगाया गया है या नहीं; और टर्मिनेशन अनुक्रम : इन में प्रोमोटर और लक्षित जीन एक ही जाति से निकाले जाने पर भी कई डी एन ए अनुक्रमों का स्रोत अलग होता है।

ट्रान्सजेनिक जीवों के उत्पादन के लिए समान (typical) *जीन कन्स्ट्रक्ट के डी एन ए अनुक्रम*

प्रोमोटर	लक्षित जीन	रिपोर्टर जीन	टर्मिनेटर

जीन स्थानांतरण की रणनीतियाँ

जीन स्थानांतरण और इसके बाद का अनुरक्षण विभिन्न जीव वर्गों में भिन्न होता है। स्तनियों और पालन किए जाने वाले पशुओं की अपेक्षा मछलियों में ट्रान्सजेनिक परीक्षण चलाने के कई लाभ होते हैं। एक मछली सैकडों अंडों का उत्पादन करती है। इन अंडों का पात्रे निषेचन होता है और भ्रूण का विकास भी बाहर होता है। इस के विपरीत, स्तनियों में, सूपर - अंडोत्सर्ग होता है और भ्रूण की कई संख्या में विभाजन होता है। इस भ्रूण के रोपण और विकास के लिए एक परपोषी जीव भी आवश्यक है। जीन स्थानांतरण के बाद मछली भ्रूण के लिए कशेरुकियों की अपेक्षा अधिक अनुरक्षण और सावधानी की ज़रूरत नहीं चाहिए। जीव के भ्रूण में जीन का स्थानांतरण करने के लिए कई तरीके होते हैं। ये हैं: (i) माइक्रोइन्जेक्शन (ii) इलक्ट्रोपोरेशन (iii) रिट्रोवाइरल वाहक (iv) लिपोफेक्शन और (v) एम्ब्रियोनिक स्टेम सेल का उपयोग। निषेचित अंडों या प्राथमिक अवस्था के भ्रूणों में माइक्रोइन्जक्शन करने के द्वारा ट्रान्सजेनिक मछलियों का व्यापक तौर पर उत्पादन किया जाता है। इलक्ट्रोपोरेशन याने कि इलक्ट्रिक फील्ड के अभाव में वांछित डी एन ए (जीन) को लगाने का कार्य है। ज़ीब्रा फिश, चिनूक साल्मन और लोच जैसी मछली जातियों में यह सफल पायी गयी है। लिपोसोम को भी जीन के वाहक के रूप में उपयुक्त किया जाता है, इस तरीके में, सिन्थेटिक लिपिड वेसिकिल के साथ एनकाप्सुलेट किए न्यूक्लीक आसिड या न्यूक्लीक आसिड प्रोटीन संयुक्त को कोशिकाओं में लगाया जाता है। साधारणतया

डीकोरियोनेटड मछली अंडों का लिपोफेक्शन किया जाता है। ट्रान्सजेनिक क्रस्टेशिया और समुद्री शैवाल जातियों में प्रयुक्त किए जाने के उद्देश्य से *आर्टीमिया* में माइक्रोप्रोजक्टाइल्स उपयुक्त करके बालिस्टिक तरीके का अन्वेषण किया गया। मइक्रोइन्जेक्शन तरीका कम संख्या के जीवों में प्रयुक्त किया जाता है और इलक्ट्रोपोरेशन, स्पेर्म/लिपोसोम मीडियेशन और बोम्बार्डमेन्ट तरीके बडे पैमाने के जीवों में परीक्षण करने के लिए उचित हैं। फिर भी ट्रान्सजीनों का मोसाइक एक्स्प्रेशन की समस्या सामान्य रूप से दिखायी पडती है।

जीन स्थानांतरण का दूसरा सक्षम मार्ग पानट्रोपिक रिट्रोवाइरल वाहकों का उपयोग करना है। व्यापक मात्रा में कोशिकाओं को प्रभावित करने में ये सक्षम हैं। लेकिन इन में कुछ वाइरस कैन्सर के लिए प्रेरित करने वाले हैं। इस कारण से, यह सुझाव दिया जाता है कि ट्रान्सजेनिक खाद्य मछलियों के उत्पादन के लिए जीन स्थानांतरण में रिट्रोवाइरसों का उपयोग किया नहीं जाएं। लेकिन ट्रान्सजेनिक अलंकार मछलियों के उत्पादन में इनका उपयोग किया जा सकता है।

स्थान एकीकरण

अंतःक्षेपित डी एन ए (i) एकीकरण से पहले पोषी कोशिका के न्यूक्लिएसस एनज़ाइम द्वारा अवक्षीण किया जा सकता है या (ii) स्थायी रहने पर भी पोषी जीनों में एकीकृत नहीं हो सकता है या (iii) भागिक रूप से अवक्षीण बनाए जाने के बाद एकीकृत किया जा सकता हैं (iv) विदरण या कई बार कोशिका विभाजन करने के बाद एकीकृत किया जा सकता है।

जीन की प्रतिक्रिया

जीन का एकीकरण करने के बाद यह निर्णय नहीं किया जा सकता है कि नए आनुवंशिक वातावरण में इसकी प्रतिक्रिया अनुकूल हो या नहीं। इस की प्रतिक्रिया किस प्रकार किस स्तर तक होगी, इस पर परीक्षण करना होगा। स्पष्ट रूप से कहा जाएं तो वाणिज्यिक जलकृषि में उच्च स्तर में प्रतिक्रिया दिखाने वाले टारगेट जीन स्वीकार्य होगा।

जीन की वंशागति

टार्गेट जीन के स्वीकार्य करने की प्रतिक्रिया दिखाने वाली मछली इसी जीन को अगली पीढ़ी तक स्थानांतरित करने में सक्षम नहीं होना चाहिए क्योंकि ट्रान्सजीन होने वाले ऊतकों में अगर गोणाड सम्मिलित नहीं है तो ट्रान्सजेनिक जीव प्रत्याशित रूप में प्रजनन नहीं करेगा। अतः उचित प्रकार के प्रजनन परीक्षण आयोजित करना उचित होगा।

ट्रान्सजेनिक प्रौद्योगिकी का भविष्य

जलकृषि के विकास के प्रसंग में ट्रान्सजेनिक प्रौद्योगिकी आशाजनक है। अब खाद्य उत्पादन के लिए इस प्रौद्योगिकी के वाणिज्यीकरण में, सुरक्षा और नैतिकता जैसी तकनीकी समस्याएं होती हैं। जीन स्थानांतरण की क्षमता में आगे और भी सुधार लाया जाना आवश्यक है। नए किस्म के और अधिक उपयोग के जीन का विलगन और पहचान करने के लिए लगातार प्रयास किया जाना चाहिए। डी एन ए सूक्ष्म क्रम तकनीक इस उद्देश्य के लिए उपयुक्त किया जा सकता है। मिलाए जाने वाले जीनों के नियंत्रण और क्रोमसोम में इनके एकीकरण में और भी सुधार लाया जाना है। ट्रान्सजेनिक मछलियों की जैव सुरक्षा में सावधानी निभानी चाहिए और आनुवंशिक तौर पर परिवर्तित जीवों से संबंधित पालन नियमन कार्यों में सही और पूर्ण सूचनाएं उपयुक्त की जानी है। पिछले पचास वर्षों के दौरान जलजीव संपदाओं के विश्व भर के वार्षिक अवतरण में चार गुनी वृद्धि हुई है। इस उत्पादन का अधिक भाग प्रग्रहण मात्स्यिकी सेक्टर से है। लेकिन प्रग्रहण मात्स्यिकी सेक्टर का अति विदोहन हो चुका है और इस वजह से मात्स्यिकी विविधता में घटती हुई है। इस परिस्थिति में मछली उत्पादन और उत्पादकता बढ़ाए जाने के लिए जलकृषि अधिक साध्यताओं की ओर इशारा करती है। भविष्य में, बढ़ती साध्यताएं वाली प्रौद्योगिकी होने के नाते

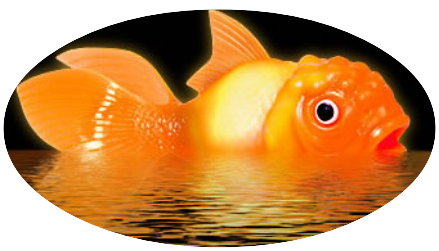
जलकृषि उत्पादन बढ़ाने और प्राकृतिक मात्स्यिकी के परिरक्षण और प्रबंधन के लिए ट्रान्सजेनिक्स की महत्वपूर्ण भूमिका होगी।

हाल में मात्स्यिकी प्रजनन से सीमिति संख्या के अलंकारी मछली जातियों का उत्पादन होता है जबकि ट्रानस्जेनिक रीति से यह बढाया जा सकता है। इसी प्रकार फ्लूरोसेन्ट ट्रानसजनिकी मछली जातियों का उत्पादन भी बढाया जा सकता है। रंगों के जनितिकी मिलावट से नए नए रंगों की मछली भी बनाई जा सकती है। ऐसी अलंकारी मछलियाँ खाद्ययोग्य और लंबे समय तक जीनेवाली नहीं होने के कारण खाद्य और पर्यावरण संबंधी समस्याएं भी कम होती है। इस दृष्टि से भारतीय परिप्रेक्ष्य में ट्रानसजेनिक अलंकारी मछलियों की जलकृषि अनुयोग्य दिखाई पडती है।

मुख्य शब्द/Keywords

निषेचन - Fertilization
वर्धक - promoter
कंकाल पेशी - skeletal muscle
आनुवंशिक रूप से परिवर्तित जीव - genetically modified organism (GMO)
सचेत परिवर्तित जीव - living modified organism (LMO)
दाता स्रोत - doner source
डी एन ए अनुक्रम - DNA sequence
प्रभेद - trait
बहिर्जात जीन - exogenous gene
चयनित प्रजनन - selective breeding
अधःस्तर - substrate
अंडोत्सर्ग - ovulation
परपोषी जीव - host animal
विदरण, विदलन, विदर, दरार - cleavage
सूक्ष्म क्रम - micro array
क्लोनिंग - cloning
जीन की वंशागति - inheritance of gene
डीकोरियनेट - dechorionate
लिपोफेक्शन - lipofection (a technique used to inject genetic material into a cell by means of liposame)
पानट्रोपिक रिट्रोवैरल वेक्टर्स - pantropic retroviral vectors (these vectors are used to introduce transgenes)

मुख्य चित्र - सालमण मछली में बढत का अंतराल - ग्रोथ होर्मोन ट्रान्सजीन किए और नहीं किए में



संक्षेपण/Abbreviations

5-HT	- 5-Hydroxy Tryptamine
AFLP	- Amplified Fragment Length Polymorphism
AFP	- Antifreeze Protein
AFPG	- Antifreeze Protein Gene
ARA	- Arachidonic Acid
bGH	- bovine Growth Hormone
BSS	- Balanced Salt Solution
CHH	- Crustacean Hyperglycemic Hormone
CIFA	- Central Institute of Freshwater Aquaculture
csGH	- chinook salmon Growth Hormone
DA	- Dopamine
DHA	- Docosa Hexaenoic Acid
DMSO	- Dimethyl Sulphoxide
DNA	- DeoxyRibonucleic Acid
DVM	- Dorsal Ventral Measure
ELISA	- Enzyme Linked Immuno Sorbent Assay
EPA	- Eicosapentaenoic Acid
ES	- Embryonic Cells
FAO	- Food and Agriculture Organisation
GH	- Growth Hormone
GH cDNA	- Growth hormone chinook DNA
GIH	- Gonad Inhibiting Hormone
GMO	- Genetically Modified Organisms
HACCP	- Hazard Analysis Critical Control Point
HF	- Holothuria Fucan
HG	- GlucosaminoGlycan
HL	- Hinge Length
HUFA	- Highly Unsaturated Fatty Acid
ISO	- International Organisation for standardisation
JH	- Juvenile Hormone
KT	- KetoTestosterone
LGH	- Human Growth Hormone
LH	- Luteinising Hormone
LMO	- Living Modified Organism
MCH	- Melamine Concentrating Hormone
MEM	- Minimum Essential Medium
MF	- Methyl Farnesoate
MIH	- Moalt Inhibiting Hormone
MMCMF PBS	- Marine Mollusc Catarim Magnesium Free Phosphate Buffer Solution
MT	- Methyl Testosterone
NBFGR	- National Bureau of Fish Genetics Research
NIO	- National Institute of Oceanography
PETA	- People for Ethical Treatment of Animals
QTLs	- Quantitative Trace Loci
rt+GH	- rainbow tract Growth Hormone
RAPD	- Random Amplified Polymorphic DNA
RFLP	- Restriction Fragment Length Polymorphism
rGH	- rats Growth Hormone
RIA	- Radio Immuno Assay
SGH	- Salmon Growth Hormone
SWOL	- Strength - Weakness - Oppurtunities - Limitations
T	- testosterone
T	- thickness
TRIPS	- Trade Related Aspects of Intellectual Property Rights.
VIH	- Vitellogenesis Inhibiting Hormone
VNN	- Viral Nerval Necrosis
WTO	- World Trade Organisation