

## **Cyprinion macrostomus (Osteichthyes,Cyprinidae)'un NOR Fenotipi ve Plodi Düzeyi**

### **NOR Phenotype and Ploidy Level of Cyprinion macrostomus (Osteichthyes, Cyprinidae)**

Eşref YÜKSEL

Gazi Üniv. Fen Ed. Fak. Biyoloji Böl. Ankara-TÜRKİYE eyuksel@gazi.edu.tr

Muhammet GAFFAROĞLU

Gazi Üniv. Kırşehir Fen Ed. Fak. Biyoloji Böl. Kırşehir-TÜRKİYE  
mgaffaroglu@gazi.edu.tr

#### **ÖZET**

*Bu çalışmada, Cyprinion macrostomus'un nükleolus organizatör bölgeleri (NORs) ve ploidi düzeyleri araştırıldı. Bu türün kromozom sayısı 3 çift metasentrik, 12 çift submetasentrik, 6 çift subtelosentrik ve 4 çift akrosentrik olmak üzere  $2n=50$  idi. NOR'lar orta büyüklükteki 2 çift submetasentrik kromozomun kısa kollarının ucuna yerleşmiş olarak bulundu. NOR kalıpları Avrasya cyprinidleri ile benzer bulundu. İnterfazdaki nükleoluslar sayılarak ploidi seviyesi tanımlandı.*

**Anahtar kelimeler:** Nükleolus organizatör bölge (NOR), sitotaksonomi, Cyprinion macrostomus, ploidi düzeyi

#### **ABSTRACT**

*In this study, nucleolus organizer regions (NORs) and ploidy level of Cyprinion macrostomus have been investigated. The diploid number of chromosomes of this species was  $2n=50$  consisting of 3 pairs of metacentric, 12 pairs of submetacentric, 6 pairs of subtelocentric and 4 pairs of acrocentric chromosomes. The NORs were detected to end the short arm of 2 pairs of medium sized submetacentric chromosomes. NOR patterns have been found to be identical with what has been found in most other representative Eurasian cyprinids. Ploidy levels have been described according to the number of interphase nucleoli.*

**Key words:** Nucleolus organizer region (NOR), cytotaxonomy, Cyprinion macrostomus, ploidy level

## 1. Giriş

Nükleolus organizatör bölgeler (NORs) genellikle metafaz ve interfaz kromozomlarından belirlenmektedir. Gümüş boyama ile NOR'ların fibriller yapısı ile ilişkili olan asidik proteinler boyanmakta ve sadece transkripsiyonel olan rDNA'lar gösterilmektedir. Homolog olan ve olamayan kromozomlar üzerinde bulunan NOR'lar farklı büyüklükte olabilmektedir. NOR'ların böyle büyüklük farkı göstermesinin sistron sayısından ve transkripsiyonel aktivitedeki farklılıklardan kaynaklandığı bildirilmektedir (Galetti et al. 1984). Bu çeşitlilik her genomda NOR sayısını, kromozomlar üzerindeki yerleşimlerini, büyüklüklerini ve aktif sayılarını etkileyebilir (Ozouf-Costaz, 1992). Birçok balık grubunda tür içi ve türler arası geniş kromozomal polimorfizmin sergilenmesinde NOR'lar belirteç olarak kullanılmaktadır (Amemiya and Gold, 1990; Rab et al., 1996; Rab et al., 2000). Genellikle türler arasında NOR sayısı yönünden bir farklılık görülürken cyprinid ve salmonidlerde bireyler arasında da NOR sayısı bakımından varyasyonlar olabilmektedir (Amemiya and Gold, 1990).

Türkiye'deki balıklarla ilgili bu güne kadar Pekol (1999) *Cyprinus carpio* ve *Leuciscus cephalus*'da NOR araştırması yapmıştır.

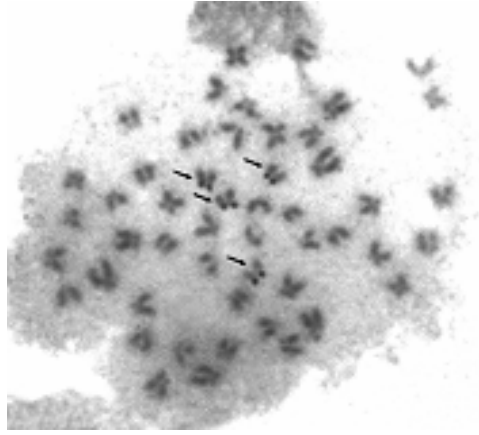
Bizim çalışmamızda, Türkiye'deki cyprinidlerden *Cyprinion macrostomus*'da NOR'ların kromozomal dağılımları, NOR sayı ve morfolojileri ile ploidi seviyeleri rapor edilmiştir. Ayrıca Avrupa cyprinidlerindeki NOR karakteristikleri ve onlarla olan evrimsel ilişkileri tartışılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

Balık böbreklerinden Collares-Pereira (1992)'nın havada kurutma metoduna göre metafaz preparatları hazırlandı. NOR ve ploidi analizi için Howell ve Black (1980)'in gümüş boyama tekniği kullanıldı. Kromozomlar, Levan et al. (1964)'a göre sınıflandırıldı.

### 3. Bulgular

*C. macrostomus*'daki NOR yerleşimleri Şekil 1.'de gösterilmiştir. Diploid kromozom sayısı 3 çift metasentrik (M), 12 çift submetasentrik (SM), 6 çift subtelosentrik (ST) ve 4 çift akrosentrik (A) olmak üzere  $2n=50$  ve  $NF=92$ 'dir. NOR orta büyüklükteki 2 çift SM kromozomun kısa kollarının ucunda gözlemlendi. Kullandığımız balık örneklerinin % 82,2 oranında 2 nükleolus taşıdığı ve diploid olduğu tespit edildi (Students's t testi,  $p<0,05$ ).



Şekil 1. *Cyprinion macrostomus*'un NOR metafaz plağı (oklar NOR taşıyan kromozomları göstermektedir)

### 4. Tartışma ve Sonuç

Pekol (1999) *Cyprinus carpio* ve *Leuciscus cephalus*'un iki farklı popülasyonunda da üç farklı NOR fenotipi bulunduğunu bildirmiştir. En yaygın fenotipleri *C. carpio*'nun Beyler popülasyonunda bir çift SM kromozomun kısa kollarının ucunda, Germeçtepe popülasyonunun bir çift M-SM kromozomlarının kısa kollarında, *L. cephalus*'da ise Beyler popülasyonunda bir çift ST-A kromozomunda ve Germeçtepe popülasyonunda bir çift SM veya A kromozomda yerleştiğini bildirmiştir.

NOR, kromozomun kısa kolunda, uzun kolunda ve sentromere yakın bölgelerinde bulunabilmektedir. NOR sayısı 1 çift ile 8 arasında değişiklik gösterebilmektedir. NOR,

genellikle ST ve SM kromozomların kısa kollarının ucunda görülmesine rağmen, bazen SM ve ST kromozomların uzun kollarının ucunda, M ve A kromozomların kollarında, ayrıca telomer ile sentromerler arasında ve sentromere bitişik durumda görülebilmektedir (Galetti et al. 1984).

NOR *Notropis ardens* türünün bir SM ve bir ST kromozomunun kısa kollarının ucunda (Gold and Amemiya, 1986), *Cobitis taenia*'nin orta büyüklükteki bir çift SM kromozomunun kısa kollarının ucunda (Boron, 1995), *Pimephales signipinnis* ve *P. welaka*'nin orta büyüklükteki SM bir kromozomunun kısa kolunun ucunda ve büyük bir ST-A kromozomunun kısa kolunun ucunda (Amemiya and Gold, 1990), *Silurus glanis*'in iki SM kromozomunun kısa kollarının ucunda (Rab et al., 1991), *Capros aper*'in iki küçük SM kromozomunun kısa kolunun ucunda (Vitturi and Lafargue, 1992), *Leporinus lacustris*'nin bir M-SM kromozomunda, *L. elongatus*'un iki SM kromozomunun ucunda (Galetti et al. 1984), *Huso huso*'nun bir çift M kromozomunun kollarının ucunda ve bir çift SM kromozomunun uzun kollarının ucunda (Fontana et al., 1998) NOR tespit edildiği bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da NOR, submetasentrik kromozomlarda bulunmuştur.

İncelemelerimizde tür içinde homolog olan ve olmayan kromozomlar ve kolları arasında NOR büyüklüğü bakımından fark gözlenememiştir. Tür içinde NOR sayısı bakımından bir polimorfizm tespit edilmiştir. İki çift NOR taşıyan kromozom bulunmasının yanında bir ve üç çift NOR taşıyan ve hiç NOR taşımayan metafazlar da gözlenmiştir. Rodrigues ve Collares-Pereira (1996)'nın yaptıkları bir çalışmada *Chondrostoma lusitanicum*'da NOR sayısı ve yeri bakımından kromozomal polimorfizm bulunmuştur. Her genomdaki NOR sayısında, aktif NOR yerleşimlerinde ve NOR büyüklük ilişkilerinde varyasyonlar vardır.

İnterfazdaki çekirdekçik sayısı ile kromozomdaki NOR sayısı birbiriyle ilişkilidir ve genellikle aynıdır. Bazen NOR sayısı interfazdaki çekirdekçiklerin sayısından az ya da çok olabilir. Çekirdekçiklerin az sayıda bulunması NOR'ların inaktivasyonundan, onların aralarındaki ilişkiden, ya da nükleolar sentez esnasında olmasından kaynaklanabilir. Bazen çeşitli kromozomal düzenlemelerle, diploid balıklardaki

çekirdekçik sayısı tetraploidlerinki kadar olabilmektedir. Diploid kromozom takımına sahip olan gökkuşuğu alabalıklarının interfaz hücrelerinde dört-altı çekirdekçik görülebilmektedir (Castro et al., 1996). Boron (1994) *Carassius auratus*, *C.a. auratus*, *C.a. cuvieri*, *C.a. grandoculis* ve *C.a. langsdorffii*'de bir çift ve *C.auratus*'un triploid formunda ise üç çift NOR taşıyan kromozom bulunduğunu bildirmiştir. *C.a. gibelio* türünün diploidlerinde bir-iki, triploidlerinde ise üç-dört nükleolus bulmuştur. Cyprinidlerde poliploidi ve melezleme arasındaki ilişkinin belirlenmesi ayrıca poliploidlerin oto ya da allopoliploidi olup olmadığının tespiti, balık kromozomlarının küçük olması nedeniyle oldukça güçtür. Cyprinidae familyasının poliploidi problemini anlayabilmek için diploid-poliploid ilişkilerini dikkatli analiz etmek gerekmektedir. Balıklarda genel olarak eşey kromozomu farklılaşması olmadığı için melezleme ve poliploidi daha sık görülmekte ve daha verimli olmaktadır.

## 5. Kaynaklar

- Amemiya C.T. and Gold J.R. (1990). Cytogenetic studies in the North American minnows (Cyprinidae). *Hereditas*. 112: 231-247.
- Boron A. (1994). Karyotypes of diploid and triploid silver crucian carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch). *Cytobios*. 80: 117-124.
- Boron A. (1995). Chromosome banding studies of spined loach *Cobitis taenia* (L.). *Cytobios*. 81: 97-102.
- Castro J. Vinas A. Sanchez L. and Martinez P. (1996). Characterization of an atypical NOR site polymorphism in brown trout (*Salmo trutta*) with Ag-and CMA<sub>3</sub>-staining, and fluorescent in situ hybridization. *Cytogenet. and Cell Genet*. 75: 234-239.
- Collares-Pereira M.J. (1992). First International Workshop on Fish Cytogenetic Techniques. *Concarneau*. France. 14-24 September.
- Fontana F. Tagliavini J. Congui L. Lanfredi M. Chicca M. Laurente C. and Rossi R. (1998). Karyotypic characterization of the great sturgeon, *Huso huso*, by multiple staining techniques and fluorescent in situ hybridization. *Marine Biol*. 132: 495-501.
- Galetti P.M. Foresti F. Bertollo L.A.C. and Moreria F.O. (1984). Characterization of Eight Species of Anostomidae (Cypriniformes) Fish on the Basis of the Nucleolar Organizing Region. *Caryologia*. 37: 4, 401-406.

- Gold J.R. and Amemiya C.T. (1986). Cytogenetic Studies in North American minnows (Cyprinidae) XII. Patterns of Chromosomal Nucleolus Organizer Region Variation Among 14 Species. *Can. J. Zool.* 64: 1869-1877.
- Howell W.M. and Black D.A. (1980). Controlled Silver Staining of Nucleolus Organizer Regions with a Protective Colloidal Developer: a1-Step Method. *Experientia.* 36: 1014-1015.
- Kim D.S. Kim I.B. Huh H.T. and Park I.S. (1988). Cytogenetic Analysis of Catfish, *Silurus asotus* (Teleostomi: Siluriformes). *Ocean Res.* 10: 1 33-37.
- Levan A. Fredga K. and Sandberg A.A. (1964). Nomenclature for Centromeric Position on Chromosomes. *Hereditas.* 52: 201-220.
- Ozouf-Costaz C. and Foresti F. (1992). Fish Cytogenetic research: advances, applications and perspectives. *Neth. Zool.* 42: 2-3, 277-290.
- Pekol S. (1999). Kastamonu Beyler ve Germeçtepe Barajlarındaki *Cyprinus carpio* (L., 1758) ve *Leuciscus cephalus* (L., 1758) populasyonlarının karşılaştırmalı karyotip analizi ve nor fenotipleri. Doktora Tezi. *Gazi Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü.* Ankara.
- Rab P. Karakousis Y. Rabova M. (1996). Karyotype, NOR phenotype and C-Banding study of *Barbus cyclolepis* from Greece. *Folia Zool.* 45: 77-83.
- Rab P. Machordom A. Rabova M. Doadrio I. (2000). Karyotype of African bariliine fish *Raimas steindachneri* (Osteichthyes, Cyprinidae). *Folia Zool.* 49: 75-80.
- Rab P. Mayr B. and Roth P. (1991). Chromosome banding study of European Catfish, *Silurus glanis* (Pisces, Siluridae). *Chromosome.* 83: 153-157.
- Rodrigues E. and Collares-Pereira M.J. (1996). NOR polymorphism in the Iberian species *Chondrostoma lusitanicum* (Pisces: Cyprinidae). *Genetica.* 98: 1, 59-63.
- Vitturi R. and Lafargue F. (1992). Karyotypes analyses reveal inter-individual polymorphism and association of nucleolus-organizer-carrying chromosomes in *Capros aper* (Pisces: Zeiformes). *Marine Biol.* 112: 37-41.