

JANUSZ STARMACH

**Chromosomy głowaczy *Cottus poecilopus* Heckel
i *Cottus gobio* L.**

**Die Chromosomen von *Cottus poecilopus* Heckel
und *Cottus gobio* L.**

Mémoire présenté le 6 février 1967 dans la séance de la Commission Biologique
de l'Académie Polonaise des Sciences, Cracovie

Abstract: The diploid number of chromosomes in *C. poecilopus* amounts to 48, including 8 metacentric and 40 acrocentric chromosomes. In *C. gobio* $2n = 52$, this number comprising 6 metacentric and 46 acrocentric chromosomes. The number of arms in both species is similar (56 and 58). The material for investigations was collected in the basin of the river Raba.

In den Karpathenflüssen leben 2 Arten von Kopen: die Buntflossenkoppe (*Cottus poecilopus* Heckel) und die Weissflossenkoppe (*Cottus gobio* L.). In ihrer Gestaltung und Lebensweise sind beide Arten sehr ähnlich (J. Starmach 1962, 1965), jedoch besiedeln sie 2 verschiedene Flussgebiete; die Buntflossenkoppe tritt im Oberlauf und die Weissflossenkoppe im Mittel- und Unterlauf der Flüsse auf. An den Grenzen dieser Gebiete befinden sich Stellen, an denen beide Arten vorkommen können. Dies wurde unter anderem auch im Flussgebiet der Raba bestätigt, wobei in solchen Grenzgebieten Nester von *C. poecilopus* und *C. gobio* festgestellt wurden. Die Ablachperiode und die Laichablage in besonders hierzu vorbereiteten Höhlungen sowie die Inkubationsdauer der, von den Männchen ständig bewachten, Eier sind bei beiden Arten die gleiche. Trotzdem und obwohl eine grosse Anzahl von Fischen beider Arten untersucht worden waren, fand sich nicht ein Exemplar, das als Kreuzung angesehen werden konnte. Diese, auch von anderen Autoren bestätigte Beobachtung gestattet es anzunehmen, dass diese beiden Arten sich nicht kreuzen, was schwer zu erklären ist. Aus Aquarienbeobachtungen ergibt

sich, dass beide Arten ein verschiedenes Verhalten aufweisen und in einem Gefäss vereinigt zu einander antagonistisch eingestellt sind.

Die äusserst ähnliche Gestaltung beider Arten und die gleiche Vermehrungsweise einerseits, die verschiedenen Wohngebiete jedoch andererseits bilden ein gewissen Rätsel, das bisher auf Grund hydrochemischer Charakteristik beider Gebiete nicht gelöst werden konnte. Man konnte blos feststellen, dass *C. gobio* besser höhere Wassertemperaturen über 20 °C und verschlammten Bachgrund verträgt (J. Starmach 1965). Aus diesem Grunde wurden weitere eingehende anatomisch-morphologische Untersuchungen beider Arten vorgenommen, darunter auch in Bezug auf Anzahl und Gestalt der Chromosomen. Solche kariologische Untersuchungen sind, wie es scheint, bisher bei Cottiden nicht vorgenommen worden.

Material und Methodik

Als Material zu den kariologischen Untersuchungen dienten Keimscheiben von Eiern der Buntflossen- und Weissflossen-Koppen, welche in den, für jede Art typischen, Flussgebieten der Raba aus natürlichen, von den Männchen bewachten, Nestern entnommen worden waren. Dieser Umstand gestattete es ohne Zweifel die Zugehörigkeit der Eier zu der

Tabelle I. Chromosomenzahl

	<i>C. poecilopus</i>				<i>C. gobio</i>			
	Insgesamt	Akrocentrische	Metacentrische	Anzahl der Arme	Insgesamt	Akrocentrische	Meta:entrische	Anzahl der Arme
1	45	37	8	53	50	44	6	56
2	48	41	7	55	50	44	6	56
3	48	40	8	56	52	46	6	58
4	48	40	8	56	52	46	6	58
5	48	40	8	56	52	45	7	59
6	48	40	8	56	52	46	6	58
7	48	40	8	56	52	46	6	58
8	48	40	8	56	52	46	6	58
9	49	41	8	57	52	46	6	58
10	50	44	6	56	52	46	6	58

entsprechenden Koppenart festzustellen. Die Eier wurden in der Carnoy'schen Mischung (1 Teil Eisessigsäure und 3 Teile Absoluter Alkohol) fixiert. Nach 24 Stunden wurden die herauspräparierten Keimscheiben in die Farblösung gebracht. Dazu wurde in Eisessig gelöster Karmin verwendet, nach dessen Auflösung einige Tropfen Eisenchlorid zugefügt wur-

den. In dieser Farblösung wurden die Keimscheiben einige Tage lang gehalten. Die auf dem Objektglas zerquetschte Keimscheibensubstanz wurde unter Immersion bei Verwendung von Phasenkontrast und bei 1350-facher Vergrößerung besichtigt. Die im Stadium der Metaphase gefunden Mitosen wurden vermittels des „Miflex“—Aufsatzes photographiert und bei Verwendung des A b b e'schen Apparates gezeichnet.

Nach Durchsicht einer grossen Anzahl von Chromosomensätzen der Koppen konnte man in einigen Fällen gewisse Unterschiede in der Chromosomenzahl bemerken, was von Variabilität des Kariotypus zeugen könnte, oder aber durch Rechenfehler verursacht wurde, weil die oft übereinander gelagerten, Chromosome leicht falsch abgelesen werden konnten. Aus der Anzahl aller untersuchten karyotypen wurden für beide Arten 10 der am besten sichtbaren ausgewählt und in Tabelle I aufgenommen.

Anzahl und Gestalt der Chromosomen

Nach Abzählung der Chromosomen aus embrionalen Zellkernen von *C. poecilopus* wurde festgestellt, dass ihre diploide chromosomenzahl bei der Mehrzahl der beobachteten Kariotypen (Tab. I) 48 beträgt. Diese bestehen aus 8 metazentrischen Chromosomen vom v-Typus und 40 akrozentrischen Chromosomen vom geraden oder gebogenem Stab-Typus (Abb. 1, 2, 5).

Die embrionalen Zellkerne von *C. gobio* weisen einen anderen Kariotypus auf (Abb. 2, 4, 6). Die volle Anzahl der diploidalen Chromosomen ausser 3 von 10 beobachteten beträgt bei ihnen 52, davon 6 metazentrische vom V-Typus oder einem ähnlichen, 46 akrozentrischen Chromosomen von geraden oder gebogenem Stab-Typus.

Diskussion

Aus dem Vergleich der Kariotypen von *C. poecilopus* und *C. gobio* geht hervor, dass dieselben, obwohl verschieden, dennoch eine nahe Verwandtschaft erkennen lassen. Wenn man als Vergleichsgrundlage für beide Arten nicht die Anzahl und Gestalt der Chromosomen annimmt sondern die Anzahl der Chromosomenarme (die metazentrischen Chromosome haben zwei Arme die akrozentrischen je einen), so ergeben sich sehr ähnliche Zahlen: *C. poecilopus* 56 und bei *C. gobio* 58. Dieses Verhältnis könnte auf das eventuelle Entstehen des Kariotypus einer der besprochenen Art von dem Chromosomensatz der zweite Art hinweisen.

Einen solchen Fall beschrieben S i m o n und D o l l a r (1936) bei zwei Vertretern der Salmoniden, bei *Salmo gairdneri* und *Salmo clarki lewisi*.

Der Karyotypus beider Arten ist verschieden (*S. gairdneri* $2n = 60$, davon metazentrisch 44 und akrozentrisch 16; *S. clarki* $2n = 64$, davon metazentrisch 42 und akrozentrisch 22). Die Anzahl der Chromosomenarme dagegen ist bei beiden Arten sehr ähnlich (104 und 106). Nach Ansicht

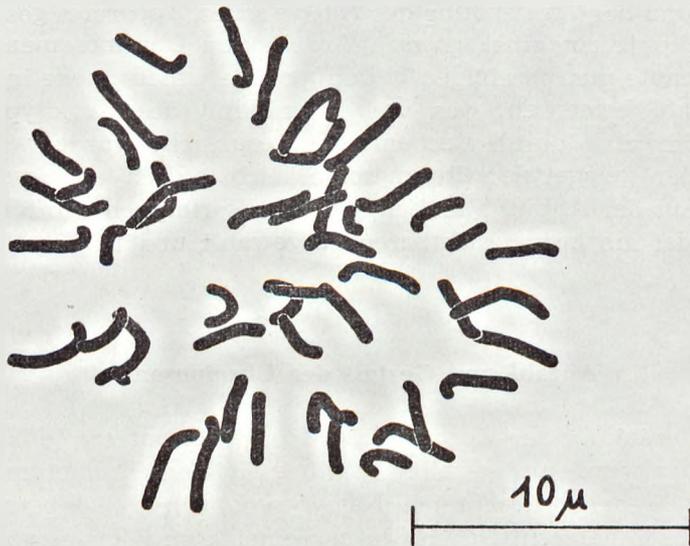


Abb. 1. Chromosomen von *Cottus poecilopus* im Stadium der Methaphase $2n = 48$

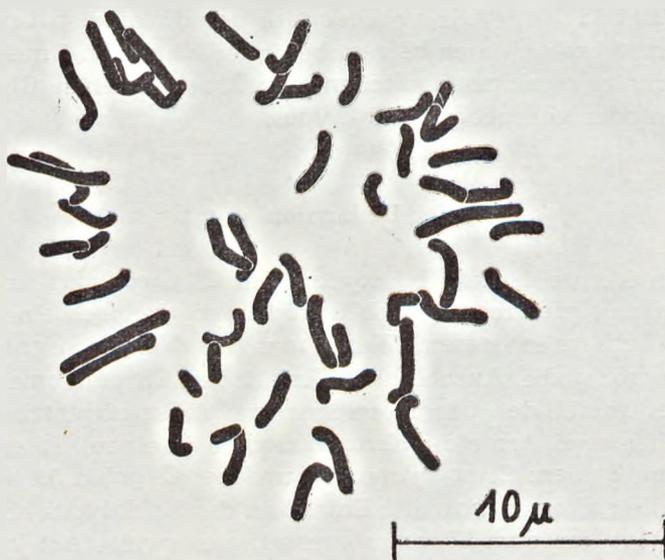


Abb. 2. Chromosomen von *Cottus gobio* im Stadium der Methaphase $2n = 52$



Abb. 3. Chromosomen von *Cottus poecilopus* im Stadium der Methaphase $2n = 48$



Abb. 4. Chromosomen von *Cotus gobio* im Stadium der Methaphase $2n = 52$

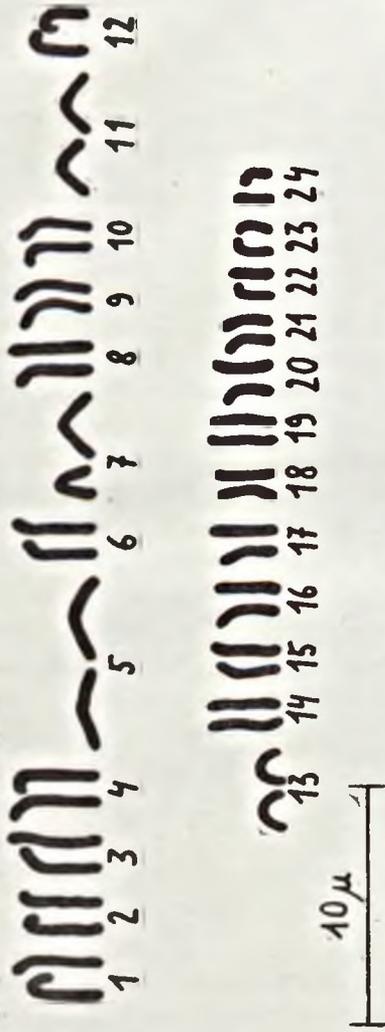


Abb. 5. Chromosomenpaare von *Cottus poecilopus* im Stadium der Methaphase $2n$ — 48, nach Länge und Gestalt Zusammen gestellt

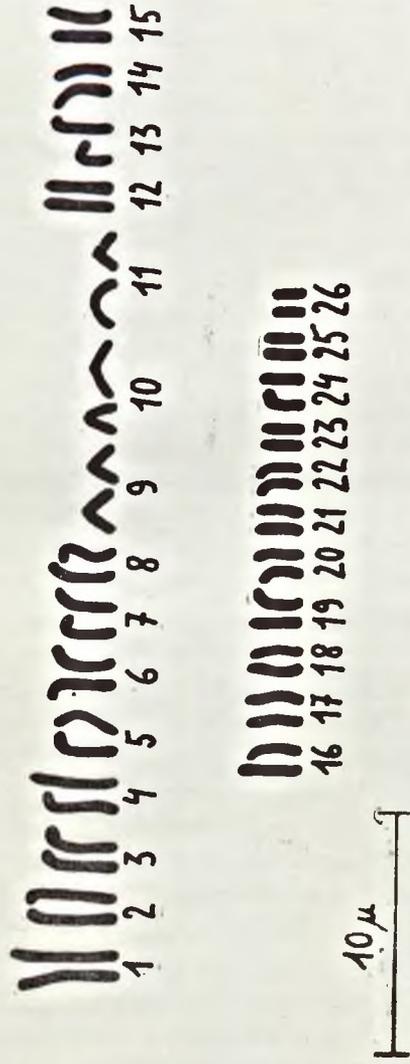


Abb. 6. Chromosomenpaare von *Coitus gobio* im Stadium der Methaphase $2n$ -- 52, nach Länge und Gestalt Zusammen gestellt

dieser Forscher ist dies ein Beweis, dass der Karyotypus von *S. gairdneri* aus dem Karyotypus von *S. clarki lewisi* auf dem Wege der Evolution durch zwei zentrale Verschmelzungen und eine Verschiebung des Zentrums zustande gekommen ist. Bei diesen Erwägungen stützen sich die Autoren auf die Karyotypen 5 anderer Salmonidenarten, welche eine verschiedene Anzahl von Chromosomen (von 52 bis 74) aber eine fast gleiche Anzahl von Chromosomenarmen besitzen. Dabei behaupten sie, dass die höher spezialisierten Vertreter dieser Familie eine geringere Anzahl von Chromosomen besitzen als die weniger spezialisierten, mehr eurytopen verwandten Arten. Das Problem der Verbindung von Chromosomengestaltung mit der Evolution der Art behandelt Simon auf ähnliche Weise in einer anderen Arbeit (Simon 1963).

Es hat den Anschein, als ob ein ähnlicher Fall bei *C. poecilopus* und *C. gobio* vorliegen würde. Bekannt ist nämlich (J. Starmach 1965) dass sich beide Arten in ihrer Spezialisierung gegenüber Umwelteinflüssen voneinander unterscheiden. *C. poecilopus* ist mehr stenoterm und empfindlicher auf Verschlammung des Flussbettes als *C. gobio*, dessen Lebensanforderungen in dieser Hinsicht viel geringer sind, wovon dessen mehr ausgedehnter Lebensbereich zeugen kann (er findet sich im oberen, mittleren und sogar unterem Lauf der Karpathenflüsse). Bei den Cottiden würde somit, ähnlich wie bei Salmoniden, eine höhere Spezialisierung gegenüber ökologischen Lebensbedingungen mit einer geringeren Chromosomenzahl verbunden sein (*C. poecilopus* 48, *C. gobio* 52).

Bei Besprechung der Evolution von Karyotypen kommt White (1954) zur Folgerung, dass bei Tieren oft an Stelle von einem (oder mehr) Paar metazentrischer Chromosome 2 (4 u.s.w.) Paare akrozentrischer Chromosome festzustellen sind. Daraus können sich zwei Möglichkeiten ergeben; entweder bilden im Verlauf der Evolution 2 akrozentrische Chromosome durch Verschmelzung ein metazentrisches Chromosom oder aber das metazentrische Chromosom bildet durch fragmentation 2 akrozentrische Chromosome. Bei den Fischen beschäftigte sich damit Nogusa (1955), welcher bei *Acheilognathus rhombea* drei verschiedene Chromosomenzahlen, jedoch bei immer gleicher Anzahl von Chromosomenarmen, beschrieb.

Da die Chromosomensätze und der Spezialisierungsgrad bei anderen Vertretern der Cottiden nicht bekannt sind, kann man schwerlich beurteilen, ob während der Evolution beider beschriebenen Arten Verschmelzung oder Fragmentation der Chromosomen erfolgte, sowie welcher von beiden Karyotypen den Ausgangspunkt für die 2-te Art bildete. Jedenfalls kann hervorgehoben werden, dass die Unterschiede, welche beim Auftreten beider Arten in den Karpathenflüssen festzustellen sind, mit unterschiedlichen Chromosomengarnituren im Einklang stehen.

STRESZCZENIE

Opisano liczbę i kształt chromosomów komórek embrjonalnych *Cottus poecilopus* Heck. i *Cottus gobio* L., występujących w dorzeczu rzeki Raby. Diploidalna liczba chromosomów *C. poecilopus* w większości wypadków (tabela I) wynosi 48, w tym 8 chromosomów metacentrycznych i 40 chromosomów akrocentrycznych, natomiast garnitur chromosomów *C. gobio* składa się poza trzema na dziesięć badanych z 52 diploidalnych chromosomów, w tym 6 chromosomów metacentrycznych i 46 chromosomów akrocentrycznych.

Kariotypy dwóch omawianych gatunków choć różne są jednak podobne pod względem liczby ramion (56 i 58), co świadczy o bliskim pokrewieństwie tych ryb i o możliwości ewolucyjnego powstania kariotypu jednego gatunku z garnituru chromosomów gatunku drugiego. Na podstawie analogii z różnicami kariotypów w rodzinie *Salmonidae*, można sądzić, że mniejsza liczba chromosomów u *C. poecilopus* wiąże się z zawężoną adaptacją do warunków środowiska.

LITERATURA

- Nogusa S., 1955. Chromosome studies in *Pisces*. V. Variation of the chromosome number in *Acheilognathus rhombea* due to multiple-chromosome formation. Annot. Zool Japon., 28, 249—255.
- Simon R. C., 1963. Chromosome morphology and species evolution in the five North American species of Pacific Salmon (*Oncorhynchus*). J. Morphol., 112, 1.
- Simon R. C., Dollar A. M., 1963. Cytological aspect of speciation in two North American Teleosts, *Salmo gairdneri* and *Salmo clarki lewisi*. Con. J. Genet. Cytol., 5, 43—49.
- Starmach J., 1962. Koppen in den Karpathenflüssen. I. Vermehrung, embryonale und larvale Entwicklung bei *Cottus poecilopus* Heckel. Acta Hydrobiol., 4, 3—4, 321—343.
- Starmach J., 1965. Koppen in den Karpathenflüssen. II. Antreten und Charakteristik der Buntflossenkoppe (*Cottus poecilopus* Heckel) und Weisflossigen Koppe (*Cottus gobio* L.) in Raba Flussgebiet. Acta Hydrobiol., 7, 1, 109—410.
- White M. J. D., 1954. Animal cytology and evolution. 2nd ed., University Press, Cambridge. 454.

Adres autora — Anschrift des Verfassers

dr Janusz Starmach

Zakład Biologii Wód, Polska Akademia Nauk, Kraków, ul. Sławkowska 17