

УДК 576.895.122:576.316.353.7

**ОСОБЕННОСТИ СТРУКТУРЫ КАРИОТИПА *PHYLLODISTOMUM*  
*UMBLAE* (TREMATODA: GORGODERIDAE) ИЗ ОЗЕРА БАЙКАЛ**

© Ж. Н. Дугаров, Д. Р. Балданова

Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,  
ул. Сахьяновой, 6, Улан-Удэ, 670047  
E-mail: zhar-dug@biol.bscnet.ru  
Поступила 25.03.2010

Гаплоидный набор *Phyllodistomum umblae* (Fabricius, 1780) от байкальского сига из оз. Байкал состоит из 8 (6 метацентрических и 2 субметацентрических) хромосом. Обнаружено значительное различие в соотношении акроцентрических и метацентрических хромосом в гаплоидном наборе между изолированными друг от друга популяциями *P. umblae* из Байкальского региона и из Чукотки. Высказано предположение, что эти хромосомные популяции могут представлять собой хромосомные расы *P. umblae*.

**Ключевые слова:** кариотип, *Phyllodistomum umblae*, гаплоидный набор, хромосомная популяция, хромосомная раса, аллопатрическая хромосомная форма.

Трематода *Phyllodistomum umblae* — паразит выделительной системы рыб, преимущественно лососевидных, широко распространенный в Голарктике. *P. umblae* является старшим синонимом *P. conostomum* (Olsson, 1876), что было обосновано в серии работ (Bakke, 1985; Bakke et al., 1987).

Информация по кариотипам гельминтов скудна и фрагментарна: при общем таксономическом разнообразии сколецид от 34 до 57 тыс. видов, кариологические сведения известны для примерно 1.1 % видов (Spakulova, Casanova, 2004). В отдельных таксонах гельминтов сохраняется сходная ситуация. Хромосомные комплексы описаны у более 230 видов трематод (Баршене, 1993) при общем разнообразии этого класса около 18 тысяч видов (Olson et. al., 2003). Кариологический анализ проведен у 8 видов сем. Gorgoderidae Looss, 1899 (Trematoda) при общем количестве видов в семействе от 100 (Шульц, Гвоздев, 1970) до 200 (Cribb et al., 2002). В составе рода *Phyllodistomum* Braun, 1899, который относится к сем. Gorgoderidae, насчитывается от 50 (Шульц, Гвоздев, 1970) до 114 (Кудинова, 1994) видов; хромосомные комплексы изучены у 4 видов этого рода. Кариологический анализ трематод сем. Gorgoderidae проведен в следующем хронологическом порядке: *Probolitrema californiense* (Markell, 1943), *Gorgoder*

*amplicava* (Britt, 1947), *Gorgoderina attenuata* (Willey, Koulish, 1950), *Phyllodistomum spatula* (Dhingra, 1954), *P. conostomum* (syn. *P. umblae*) (Баршене, Орловская, 1990), *Gorgoderia pagenstecheri* (Баршене, 1991), *P. pungitii* (Орловская и др., 1995), *P. folium* (Petkeviciute et al., 2003).

Цель данной работы — охарактеризовать хромосомный комплекс *P. umblae* от байкальского сига из оз. Байкал и сравнить его с другой популяцией этого вида.

## МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Мариты *P. umblae* для кариологических исследований были извлечены из выделительной системы байкальского сига *Coregonus baicalensis* Dybowski, 1874 (15 экз.), выловленного в Баргузинском заливе оз. Байкал (июнь 2008 г.). Хромосомные комплексы II мейотического деления изучались в неоплодотворенных яйцеклетках филлодистом по методическим рекомендациям Макгрегора и Варли (1986), а также Баршене и Орловской (1990). Измерения мейотических хромосом проведены на 10 метафазных пластинках. Определяли следующие параметры хромосом: абсолютную длину в мкм, относительную длину (отношение общей длины хромосомы к длине гаплоидного набора) и центромерный индекс (отношение длины короткого плеча к общей длине хромосомы) в процентах. Классификацию хромосом проводили по Левану и др. (Levan et al., 1964).

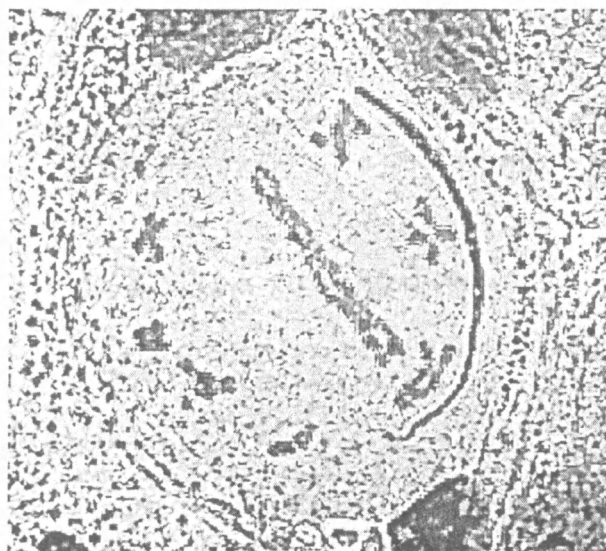
## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено отсутствие существенной гостальной морфологической изменчивости марит *P. umblae* от лососевидных рыб (байкальского сига, байкальского омуля *C. migratorius* (Georgi, 1775), байкальского хариуса (*Thymallus brevipinnis* Svetovidov, 1931 + *T. baicalensis* Dybowski, 1874) оз. Байкал (Дугаров, 2000).

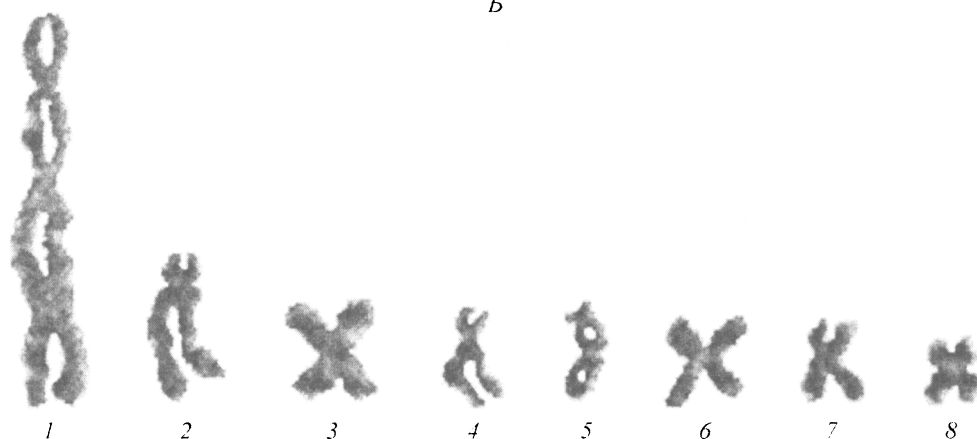
Гаплоидный набор марит *P. umblae* от байкальского сига состоит из 8 хромосом (см. рисунок). Абсолютная длина хромосом находится в интервале от 1.39 до 9.82 мкм. Общая длина гаплоидного набора 27.35 мкм. В кариотипе преобладают метацентрические элементы. Резко выделяется 1-я хромосома, абсолютная длина которой достигает 9.82 мкм, а относительная длина превышает 35.2 % от длины всего гаплоидного набора. Абсолютная и относительная длина 2-й хромосомы более чем в 2 раза меньше, чем 1-й. 1-я, 3-я, 5—8-я хромосомы являются метацентрическими, 2-я и 4-я — субметацентрическими (см. таблицу).

Количество хромосом в гаплоидном наборе *P. umblae* от байкальского сига («байкальская популяция») и от хариуса из оз. «Заповедное» (Чукотка) (Баршене, Орловская, 1990) («чукотская популяция») равное ( $n = 8$ ). Абсолютная и относительная длины всех хромосом мариты одинаковы в обеих популяциях. Значения центромерного индекса 1-й и 8-й хромосом гаплоидного набора байкальской и чукотской популяций отличаются незначительно и перекрываются друг с другом; 2—7-й хромосом — различаются в несколько раз. 2—7-я хромосомы байкальской популяции представ-

А



Б



Хромосомы в неоплодотворенной яйцеклетке (А) и кариотип (Б) *Phyllodistomum umblae* ( $n = 8$ ) от байкальского сига.

Chromosomes in unfertilized oocytes (А) and karyotype (Б) of *Phyllodistomum umblae* ( $n = 8$ ) from baikal whitefish.

лены 4 метацентрическими и 2 субметацентрическими элементами, чукотской популяции — 4 субтелоцентрическими и 2 акроцентрическими (см. таблицу). В целом в байкальской популяции 6 метацентрических и 2 субметацентрические хромосомы (acroцентрические отсутствуют), формула структуры кариотипа  $n = 6m + 2sm$ ; в чукотской — 2 метацентрические, 4 субтелоцентрические и 2 акроцентрические хромосомы, формула структуры кариотипа  $n = 2m + 4st + 2a$ .

Сравнительно-кариологический межпопуляционный анализ хромосомных комплексов проведен на небольшом количестве видов трематод. Структура хромосомных наборов 7 популяций *Schistosoma mansoni* в це-

Измерения и классификация хромосом *Phyllodistomum umblae*  
Measurements and classification of chromosomes of *Phyllodistomum umblae*

№ хромо- сомы	Популяция	L <sup>a</sup> ± SD	L <sup>r</sup> ± SD	I <sup>c</sup> ± SD	Класси- фикация хромосом
1	Б	9.82 ± 1.06	32.23 ± 2.65	44.16 ± 4.09	m
	Ч <sup>1</sup>	9.73 ± 1.43	34.64 ± 1.62	47.79 ± 0.64	m
2	Б	4.08 ± 0.68	15.01 ± 1.68	30.34 ± 1.77	sm
	Ч <sup>1</sup>	4.18 ± 0.47	15.13 ± 0.29	13.54 ± 0.62	st
3	Б	3.23 ± 0.60	11.99 ± 0.74	41.72 ± 2.79	m
	Ч <sup>1</sup>	3.34 ± 0.21	12.47 ± 0.63	16.23 ± 1.14	st
4	Б	2.98 ± 0.63	10.53 ± 1.01	32.91 ± 5.18	sm
	Ч <sup>1</sup>	2.91 ± 0.28	10.61 ± 0.34	17.76 ± 1.00	st
5	Б	2.24 ± 0.32	8.44 ± 0.83	44.04 ± 2.15	m
	Ч <sup>1</sup>	2.29 ± 0.21	8.40 ± 0.29	16.70 ± 1.84	st
6	Б	1.99 ± 0.32	7.01 ± 0.89	43.82 ± 2.80	m
	Ч <sup>1</sup>	1.93 ± 0.17	7.09 ± 0.20	10.77 ± 0.83	a
7	Б	1.61 ± 0.25	6.30 ± 0.87	41.55 ± 4.28	m
	Ч <sup>1</sup>	1.69 ± 0.13	5.29 ± 0.29	11.61 ± 1.47	a
8	Б	1.39 ± 0.32	5.41 ± 0.53	45.69 ± 2.12	m
	Ч <sup>1</sup>	1.44 ± 0.10	5.37 ± 0.24	49.27 ± 0.37	m

Примечание. L<sup>a</sup> — абсолютная длина хромосом, мкм; L<sup>r</sup> — относительная длина хромосом (отношение длины каждой хромосомы к длине гаплоидного набора), %; I<sup>c</sup> — центромерный индекс (отношение длины короткого плеча к длине всей хромосомы), %; SD — стандартное отклонение; m — метацентрические, sm — субметацентрические; st — субтелоцентрические; a — акроцентрические хромосомы. Б — байкальская популяция, Ч — чукотская популяция. <sup>1</sup> — данные цитированы по: Баршене, Орловская (1990).

лом стабильна (Short et al., 1989). По расположению центромеры только в одной паре хромосом отличаются друг от друга кариотипы популяций трематод *Clonorchis sinensis* из Южной Кореи и Китая (Park et al., 2000) и *Dip-lodiscus subclavatus* из Литвы и Крыма (Пятквичюте и др., 1989). Небольшие межпопуляционные различия по значениям центромерного индекса хромосом отмечены также у трематоды *Opisthioglyphe ranae* (Barsiene et al., 1995).

Сведения по структуре кариотипов разных популяций известны для единственного вида рода *Phyllodistomum*. Значения относительной длины хромосом стабильны во всех трех популяциях *P. folium* от двустворчатого моллюска *Dreissena polymorpha* из Литвы, Белоруссии и Франции. Отмечены межпопуляционные различия по расположению центромеры во 2-й, 5-й и 8-й парах хромосом *P. folium* (2n = 18), которые объясняются небольшими перичентрическими инверсиями (Petkeviciute et al., 2003). Выявленный нами высокий уровень различий значений центромерного индекса 2—7-й хромосом гаплоидного набора *P. umblae* байкальской и чукотской популяций намного превышает межпопуляционные различия по этому признаку 2-й, 5-й и 8-й пар хромосом диплоидного набора *P. folium*.

Проведенный нами сравнительный анализ показал, что байкальская и чукотская популяции *P. umblae* существенно различаются по соотношению акроцентрических и метацентрических хромосом. Данное соотноше-

ние является важной характеристикой хромосомной расы. Хромосомной расой (на примере обыкновенной бурозубки *Sorex araneus* L. 1758) является «...группа популяций, занимающих единое или недавно разделенное пространство с общим одинаковым наследуемым набором акроцентриков и метацентриков» (Щипанов и др., 2009). Хромосомные расы называются также аллопатрическими хромосомными формами (Борисов и др., 2009).

В приведенном определении указывается, что хромосомная раса «занимает единое или недавно разделенное пространство». Байкальская и чукотская популяции *P. umblae* изолированы друг от друга. В этом случае действует пояснение к данному определению хромосомной расы: «isolated populations should be attributed to separate races if a metacentric is (almost) fixed in one case and rare or obviously polymorphic in the other» (Hausser et al., 1994). Результаты нашего сравнительно-кариологического анализа показывают значительную разницу в количестве метацентрических хромосом в гаплоидном наборе ( $n = 8$ ) двух популяций *P. umblae*: 6 (у байкальской) и 2 (у чукотской).

Различие между изолированными друг от друга байкальской и чукотской популяциями *P. umblae* в гаплоидном наборе хромосом (соотношении акроцентриков и метацентриков) дает основание предполагать, что эти популяции могут представлять собой две хромосомные расы этой трематоды.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 08-04-98033).

#### Список литературы

- Баршене Я. В. 1991. Кариотип *Gorgoderia pagenstecheri* (Gorgoderidae: Trematoda). Паразитология. 25 (4): 330—335.
- Баршене Я. В. 1993. Хромосомные комплексы трематод. Паразитология. 27 (4): 336—352.
- Баршене Я. В., Орловская О. М. 1990. Кариологические исследования трематод семейств Allocreadidae, Plagiorchiidae и Gorgoderidae из северо-западной Чукотки. Паразитология. 24 (2): 121—127.
- Борисов Ю. М., Ковалева А. А., Ирхин С. Ю., Орлов В. Н. 2009. Зоны контакта и совместного обитания трех хромосомных рас обыкновенной бурозубки *Sorex araneus* L. (Mammalia) на юге Валдайской возвышенности. Докл. АН. 428 (2): 275—277.
- Дугаров Ж. Н. 2000. Морфологическая изменчивость марит *Phyllodistomum umblae* и *Phyllodistomum folium* (Trematoda: Gorgoderidae) от рыб бассейна оз. Байкал. Паразитология. 34 (4): 315—322.
- Кудинова М. А. 1994. К пересмотру системы трематод рода *Phyllodistomum* Braun, 1899 (Gorgoderidae). В кн.: Экологич. паразитол. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 96—112.
- Макгрегор Г., Варли Дж. 1986. Методы работы с хромосомами животных. Пер. с англ. М.: Мир. 268 с.
- Орловская О. М., Атрашкевич Г. И., Баршене Я. В. 1995. *Phyllodistomum pungitii* sp. nov. (Trematoda, Gorgoderidae) из девятииглой колюшки (*Pungitius pungitius* L.) Чукотки. Паразитология. 29 (6): 532—537.

- Пяткявичюте Р. Б., Киселене В. К., Стенько Р. П. 1989. Цитогенетический анализ двух популяций *Diplodiscus subclavatus* (Trematoda, Diplodiscidae). Паразитология. 23 (6): 489—495.
- Шульц Р. С., Гвоздев Е. В. 1970. Основы общей гельминтологии. Т. 1. М.: Наука. 492 с.
- Щипанов Н. А., Булатова Н. Ш., Павлова С. В., Щипанов А. Н. 2009. Обыкновенная буроzubка (*Sorex araneus*) — модельный вид эколого-эволюционных исследований. Зоол. журн. 88 (8): 975—989.
- Bakke T. A. 1985. *Phyllodistomum conostomum* (Olsson, 1876) (Digenea, Gorgoderidae): a Junior Subjective Synonym for *P. umblae* (Fabricius, 1780). Zool. Scripta. 14 (3): 161—168.
- Bakke T. A., Bailey R. E. 1987. *Phyllodistomum umblae* (Fabricius) (Digenea, Gorgoderidae) from British Columbia salmonids: a description based on light and scanning electron microscopy. Can. Journ. Zool. 65 (7): 1703—1712.
- Barsiene J., Roca V., Tapia G. 1995. Chromosome studies of trematodes *Opisthioglypheranae* (Plagiorchiidae) from different populations. Acta Zool. Lituanica. 25: 52—55.
- Britt H. G. 1947. Chromosomes of Digenetic Trematodes. Amer. Naturalist. 81: 276—296.
- Cribb T. H., Chisholm L. A., Bray R. A. 2002. Diversity in the Monogenea and Digenea: does lifestyle matter. Int. Journ. Parasitol. 32 (3): 321—328.
- Dhingra O. P. 1954 Taxonomic values of chromosomes and cytoplasmic inclusions in a digenetic trematode — *Phyllodistomum spatula*. Res. Bull. Panjab Univer. Zool. 51: 101—109.
- Hausser J., Fedyk S., Fredga K., Searle J. B., Volobouev V., Wojcik J. M., Zima J. 1994. Definition and nomenclature of the chromosome races of *Sorex araneus*. Folia Zool. 43 (Suppl. 1): 1—9.
- Levan A. K., Fredga K., Sandberg A. A. 1964. Nomenclature for centromeric position on chromosomes. Hereditas. 52: 201—220.
- Markell E. K. 1943. Gametogenesis and egg-shell formation in *Probolitrema californiense* Stunkard, 1935 (Trematoda: Gorgoderidae). Trans. Amer. Micr. Soc. 62: 27—56.
- Olson P. D., Cribb T. H., Tkach V. V., Bray R. A., Littlewood D. T. J. 2003. Phylogeny and classification of the Digenea (Platyhelminthes: Trematoda). Int. Journ. Parasitol. 33 (7): 733—755.
- Park G. M., Im K., Huh S., Yong T. S. 2000. Chromosomes of the liver fluke, *Clonorchis sinensis*. Korean Journ. Parasitol. 38 (3): 201—206.
- Petkeviciute R., Staneviciute G., Molloy D. P. 2003. Chromosome analysis of *Phyllodistomum folium* (Trematoda, Gorgoderidae) infecting three European populations of zebra mussels. Parasitol. Res. 90 (5): 377—382.
- Short R. B., Liberatos J. D., Teehan W. H., Bruce J. I. 1989. Conventional Giemsa-stained and C-banded chromosomes of seven strains of *Schistosoma mansoni*. Journ. Parasitol. 75 (6): 920—926.
- Spakulova M., Casanova J. C. 2004. Current knowledge on B chromosomes in natural populations of helminth parasites: a review. Cytogenet. Genome Res. 106: 222—229.
- Willey C. H., Koulis S. 1950. Development of Germ Cells in the Adult Stage of the Digenetic Trematode, *Gorgoderina attenuata* Stafford, 1902. Journ. Parasitol. 36 (1): 67—79.

#### CHARACTERISTICS OF KARYOTYPE STRUCTURE IN *PHYLLODISTOMUM UMBLAE* (TREMATODA: GORGODERIDAE) FROM LAKE BAIKAL

Zh. N. Dugarov, D. R. Baldanova

**Key words:** karyotype, *Phyllodistomum umblae*, haploid complement, chromosome population, chromosome race, allopatric chromosomal form.

#### SUMMARY

Haploid complement of *Phyllodistomum umblae* ex baikal whitefish from Lake Baikal consists of 8 chromosomes (6 metacentrics and 2 submetacentrics). The significant difference is observed in the ratio of acrocentrics and metacentrics in the haploid set of chromosomes between isolated populations of *P. umblae* from Baikal region and from Chukotka. The hypothesis is advanced that these chromosome populations may be chromosome races of *P. umblae*.

---