

13. Заж К. П., Киндзельский Л. П., Бутенко А. К. Большие гранулярные лимфоциты и патологические процессы. – Киев: Наук. думка, 1992. – 205 с.
14. Dunlap J. C. Molecular bases for circadian clocks // Cell. – 1999. – **96**. – P. 271–290.
15. Деденков А. Н., Райхлин Н. Т., Кветной И. М. и др. Иммуногистохимическая и электронно-микроскопическая идентификация серотонина, мелатонина и бета-эндорфина в гранулах натуральных киллеров // Бюл. эксперим. биологии и медицины. – 1986. – **102**, № 10. – С. 491–493.

Институт экспериментальной патологии,  
онкологии и радиобиологии им. Р. Е. Кавецкого  
НАН Украины, Киев

Поступило в редакцию 25.01.2007

УДК 576.12;595.1

© 2007

А. В. Гарбар, И. П. Онищук

## Хромосомный гетероморфизм *Octolasion lacteum* (Oerley, 1885) (Oligochaeta, Lumbricidae) как результат гибридогенеза

(Представлено членом-корреспондентом НАН Украины И. А. Акимовым)

*Karyotype Octolasion lacteum (Oerley, 1885) is studied. The chromosomal formula is  $2n = 13m + 23sm + 2st = 38$ ; the fundamental number is  $FN = 76$ ; and the total diploid complement length is  $TCL = 176.91 \pm 14.22 \mu m$ . The heteromorphism of the first chromosome pair which is represented by a large submetacentric and a smaller metacentric is discovered. Spermatogonial meiosis of this species has some violations. Only 12 bivalents (at  $n = 19$ ) are discovered. The karyotype of this species is supposed to appear as a result of hybridization of the related species with the chromosome numbers  $2n = 36$  and  $2n = 40$ .*

Семейство Lumbricidae содержит более 200 видов. Около 20 из них являются космополитами, занесенными человеком во многие части света. Многие из этих видов представлены полиплоидными сериями и размножаются путем партеногенеза. Одним из таких видов является *Octolasion lacteum* (Oerley, 1885). Это единственный диплоидный представитель дождевых червей, для которого характерен облигатный партеногенез апомиктического типа [1].

Первые исследования кариотипа указанного вида, выполненные С. Мюльдалем в Великобритании в середине XX века [1], показали, что он характеризуется наивысшим во всем семействе Lumbricidae основным числом хромосом ( $n = 19$ ). При этом все исследованные экземпляры характеризовались диплоидным набором хромосом ( $2n = 38$ ). В работе [1] приводится первое описание морфологии митотических хромосом: 2 крупные хромосомы с соотношением между длинами плеч менее 1/2, 14 крупных V-образных хромосом и 22 небольших палочковидных хромосомы. Несколько экземпляров этого вида, полученных С. Мюльдалем из Швейцарии, в отношении хромосом ничем не отличались от собранных на Британских островах. Позже [2] была описана триплоидная ( $3n = 54$ ) и тетраплоидная ( $4n = 72$ ) формы этого вида из Италии.

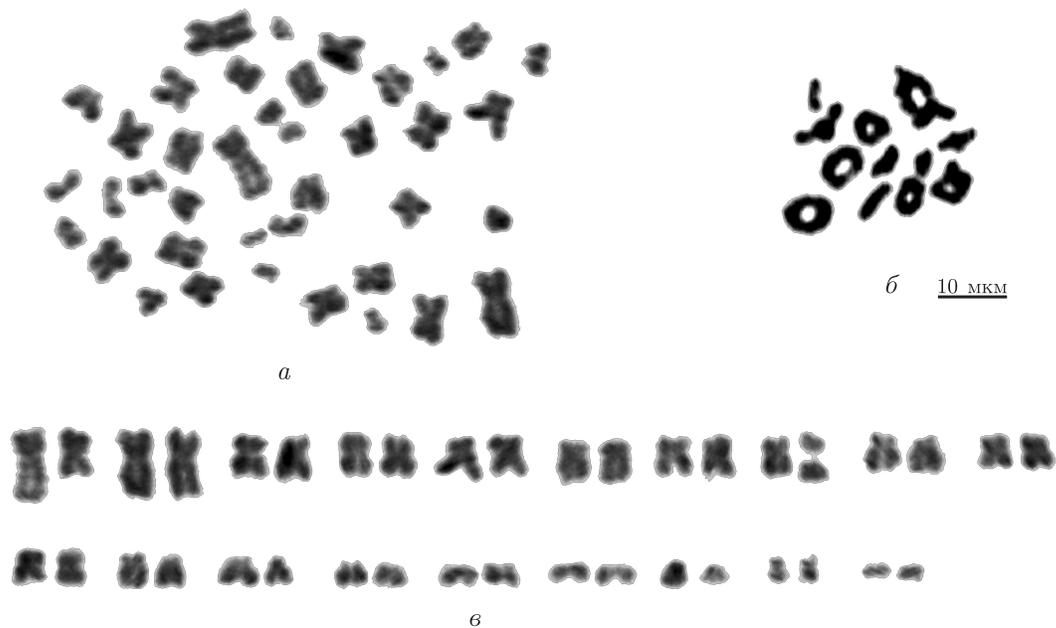


Рис. 1. Кариотип *O. lacteum*: а — митотическая метафаза; б — диакинез; в — кариограмма

Поскольку данные о структуре полиплоидного комплекса *O. lacteum* на территории Украины отсутствуют, кариологические исследования этого вида представляют значительный интерес.

Материалом для исследования послужили экземпляры *O. lacteum*, собранные в окрестностях г. Житомир в апреле — сентябре 2006 г. Изготовлено 52 кариологических препарата из соответствующего числа особей.

Препараты хромосом готовили из тканей семенных мешков по методике, которая успешно использовалась нами для исследования кариотипов моллюсков [3] с некоторыми модификациями. Животным делали инъекцию 0,1%-го раствора колхицина за 19 часов до вскрытия. Семенные мешки извлекали и гипотонировали 60 мин в дистиллированной воде. Материал фиксировали в смеси 96%-го этанола и ледяной уксусной кислоты в соотношении 3 : 1. Из фиксированного материала готовили хромосомные препараты методом отпечатка [4]. Высушенные препараты окрашивали в течение 10 мин в 10%-м растворе азур-эозина по Романовскому, приготовленном на 0,01 М фосфатном буфере (рН 6,8). Анализ препаратов осуществляли с помощью микроскопа “Микмед” (ок. 10, об. 90). Метафазные пластинки ( $2n$ ) с удовлетворительным разбросом хромосом и степенью спирализации отбирали для последующего фотографирования и кариотипирования. Форму хромосом определяли в соответствии с классификацией А. Левана с соавт. [5].

Получено 40 митотических метафаз от 11 экз. червей. Кариотип *O. lacteum* представлен на рис. 1. Митотические метафазы этого вида содержат 38 хромосом. Следовательно, данная популяция представлена диплоидной формой. Большинство хромосом характеризуются довольно четко выраженной морфологией и могут быть классифицированы как двуплечие. Некоторые мелкие хромосомы, имеют очень короткое второе плечо, которое хорошо заметно на менее спирализованных хромосомах.

Интересно, что все исследованные метафазы содержали только три крупных метацентрика (см. рис 1, а). При этом среди них выделяется одна более крупная хромосома, не

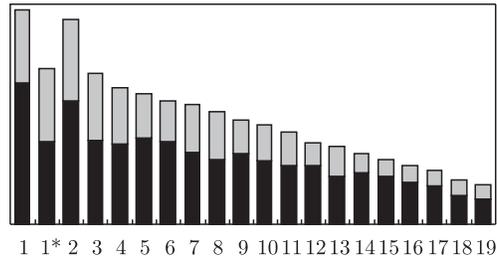


Рис. 2. Идеограмма кариотипа *O. lacteum* (по данным табл. 1)

имеющая гомолога. Следовательно, первая пара хромосом исследованных экземпляров является гетероморфной. Размеры остальных хромосом значительно мельче и они образуют ряд, равномерно убывающий по длине (см. рис. 1, б).

Линейные параметры хромосом определены на основании промеров пяти метафазных пластинок. Длина диплоидного набора  $TCL = (176,91 \pm 14,22)$  мкм. Относительная длина первой хромосомы —  $(5,53 \pm 0,08)\%$ , второй —  $(3,94 \pm 0,12)\%$ . Относительная длина остальных пар хромосом варьирует от  $(9,60 \pm 0,11)\%$  (2-я пара) до  $(1,88 \pm 0,13)\%$  (19-я пара). Морфологическая характеристика кариотипа: первая гетероморфная пара хромосом представлена крупным субметацентриком (sm) и более мелким метацентриком (m); метацентрические также 2, 3, 4, 7, 8 и 13-я пары хромосом; 15-я пара субтелоцентрическая (st); остальные пары субметацентрические (sm). Хромосомная формула  $2n = 13m + 23sm + 2st = 38$ . Основное число  $FN = 76$  (табл. 1, рис. 2).

Мейотические хромосомы обнаружены только на одном препарате (см. рис. 1, в). Все исследованные пластинки (9 шт.) содержали 12 бивалентов.

Таблица 1. Основные параметры хромосом *O. lacteum*,  $X \pm SE$

Пара хромосом	Абсолютная длина ( $L^A$ ), мкм	Относительная длина ( $L^R$ ), %	Центромерный индекс ( $I^C$ ), %	Морфологический тип хромосом
1	$9,74 \pm 0,67$	$5,53 \pm 0,08$	$34,47 \pm 0,81$	sm
(1*)	$7,01 \pm 0,69$	$3,94 \pm 0,12$	$46,70 \pm 0,14$	m
2	$9,28 \pm 0,72$	$9,60 \pm 0,11$	$40,32 \pm 1,26$	m
3	$6,86 \pm 0,77$	$7,03 \pm 0,24$	$43,95 \pm 0,79$	m
4	$6,23 \pm 0,56$	$6,42 \pm 0,12$	$41,16 \pm 1,06$	m
5	$5,93 \pm 0,60$	$6,09 \pm 0,16$	$34,56 \pm 0,56$	sm
6	$5,59 \pm 0,52$	$5,75 \pm 0,09$	$33,27 \pm 0,98$	sm
7	$5,43 \pm 0,53$	$5,58 \pm 0,09$	$39,96 \pm 1,17$	m
8	$5,10 \pm 0,43$	$5,26 \pm 0,10$	$41,72 \pm 1,53$	m
9	$4,75 \pm 0,43$	$4,89 \pm 0,15$	$33,28 \pm 1,54$	sm
10	$4,51 \pm 0,40$	$4,65 \pm 0,09$	$37,20 \pm 2,76$	sm
11	$4,21 \pm 0,30$	$4,36 \pm 0,10$	$36,75 \pm 0,59$	sm
12	$3,68 \pm 0,26$	$3,82 \pm 0,15$	$27,54 \pm 0,96$	sm
13	$3,54 \pm 0,24$	$3,68 \pm 0,17$	$39,03 \pm 1,58$	m
14	$3,16 \pm 0,21$	$3,28 \pm 0,10$	$25,04 \pm 1,94$	sm
15	$2,88 \pm 0,24$	$2,98 \pm 0,08$	$24,34 \pm 2,33$	st
16	$2,65 \pm 0,16$	$2,76 \pm 0,14$	$28,89 \pm 1,56$	sm
17	$2,44 \pm 0,13$	$2,54 \pm 0,07$	$30,30 \pm 1,76$	sm
18	$2,04 \pm 0,15$	$2,14 \pm 0,16$	$30,30 \pm 1,76$	sm
19	$1,81 \pm 0,16$	$1,88 \pm 0,13$	$37,19 \pm 0,79$	sm

\* Для 1-й гетероморфной пары приведены параметры обеих хромосом.

Число хромосом в диплоидном наборе *O. lacteum* из исследованной популяции совпадает с данными предыдущих исследований [1]. Что касается морфологии хромосом, то сравнение имеющихся данных затруднительно, поскольку в более ранних работах не использовалась унифицированная классификация морфологических типов метафазных хромосом.

С. Мюльдалем [1] выдвигалось предположение о том, что диплоидные виды семейства Lumbricidae в действительности являются старыми тетраплоидами, возникшими некогда из форм с основными числами 8, 9, 10 и 11. В этом случае гаплоидное число  $n = 11$  (*Eisenia foetida*) должно считаться наиболее примитивным, а  $n = 16$  и  $n = 18$  являются результатом удвоения чисел 8 и 9. Числа  $n = 17$  и  $n = 19$  могли возникнуть вследствие утраты или приобретения одной хромосомы или в результате гибридизации форм с числами 8 и 9 или 9 и 10 с последующим удвоением хромосом. Однако в этом случае все хромосомы в наборе имели бы гомологов. Наличие гетероморфизма может свидетельствовать о более поздней перестройке по типу транслокации или же гибридном происхождении этого вида. Последнее подтверждается особенностями его размножения (облигатный партеногенез апомиктического типа) и позволяет предположить, что хромосомный набор *O. lacteum* состоит из двух частично гомологичных гаплоидных наборов. В таком случае гетероморфизм может быть обусловлен отличиями в морфологии отдельных хромосом в этих наборах. Дополнительным подтверждением рассматриваемой гипотезы могут служить особенности мейоза у данного вида. На стадии диакинеза в сперматогониальном мейозе у него наблюдается всего 12 бивалентов, тогда как гаплоидное число хромосом —  $n = 19$ . Вероятно, биваленты образуют только гомологичные хромосомы из двух наборов, а негомологичные элиминируют. Описанный механизм хорошо укладывается в схему гибридогенного видообразования [6].

Среди кариологически исследованных видов рода *Octolasion* известны хромосомные числа  $2n = 36$  (*O. complanatum*, *O. calarensis* и др.),  $2n = 38$  (*O. lacteum*) и  $2n = 40$  (*O. cyaneum*) [7]. Большинство этих видов космополиты. Таким образом, исследованный нами *O. lacteum* — единственный представитель рода, имеющий хромосомное число  $2n = 38$ . Вполне вероятно, что такое хромосомное число является результатом гибридизации видов с хромосомными числами  $2n = 36$  и  $2n = 40$ . В этом случае партеногенетический способ размножения вполне закономерен, также как и аномальный сперматогониальный мейоз.

Подтверждает предложенную схему наличие триплоидной ( $3n = 54$ ) и тетраплоидной ( $4n = 72$ ) форм *O. lacteum*, обнаруженных в Италии [2]. Характерно, что эти хромосомные числа не могут быть получены в результате простого утроения или учетверения гаплоидных наборов с  $n = 19$ .

Таким образом, обнаруженный гетероморфизм хромосом и особенности сперматогониального мейоза *O. lacteum* позволяют предположить гибридогенное происхождение этого вида. Однако для проверки этой гипотезы необходимы исследования других его популяций с привлечением кариологических, генетических и морфологических методов. Вполне возможно, что в дальнейшем на территории Украины могут быть обнаружены полиплоидные формы данного вида. Учитывая общие закономерности распространения полиплоидных видов дождевых червей [8] вероятным является их нахождение в южных регионах.

1. Muldal S. The chromosomes of the earthworms I. The evolution of polyploidy // Heredity. — 1952. — No 6. — P. 55–76.
2. Omodeo P. Cariologia dei Lumbricidae. II. Contributo // Caryologia. — 1955. — No 8. — P. 135–178.

3. Гарбар А. В. Кариотип *Lymnaea auricularia* (Gastropoda, Pulmonata, Lymnaeidae) из Центрального Полесья // Вестн. зоологии. – 1998. – **32**, № 5–6. – С. 137–138.
4. Ситникова Т. Я., Островская Р. М., Побережный Е. С., Козлова С. А. Новые результаты исследования полиплоидии у байкальских эндемичных моллюсков рода *Benedictia* (Gastropoda, Pectinibranchia, Benedictiidae) // Морфология и эволюция беспозвоночных. – Новосибирск: Наука, 1991. – С. 266–281.
5. Levan A., Fredga K., Sandberg A. Nomenclature for centromeric position on chromosomes // Hereditas. – 1964. – No 52. – P. 201–220.
6. Боржин Л. Я., Даревский И. С. Сетчатое (гибридогенное) видообразование у позвоночных // Журн. общ. биологии. – 1980. – **41**, № 4. – С. 485–505.
7. Викторов А. Г. О разнообразии полиплоидных рас в семействе дождевых червей Lumbricidae // Успехи соврем. биологии. – 1993. – **113**, № 3. – С. 304–312.
8. Перель Т. С. Географические особенности размножения дождевых червей сем. Lumbricidae (Oligochaeta) // Журн. общ. биологии. – 1982. – **153**, № 5. – С. 649–658.

Житомирский государственный университет  
им. Ивана Франко

Поступило в редакцию 25.01.2007

УДК 57.087.1:599.4

© 2007

И. М. Ковалева, Л. А. Тараборкин

## Вклад кожи летательных перепонок в общий газообмен у рукокрылых (Chiroptera)

(Представлено членом-корреспондентом НАН Украины И. Г. Емельяновым)

*A research on the morphometry of the skin of flying membranes in bats *Nyctalus noctula* and *Eptesicus serotinus* (Chiroptera, Vespertilionidae) is carried out, that gives an opportunity to estimate the aero-hematic barrier between atmospheric air and blood in the capillary tubes of membranes and to compare it with that in lungs. The obtained morphometric results are analyzed by allometric analysis. It is established that the value of the aero-hematic barrier of a bat membrane satisfies the conditions for realizing the gas diffusion, that, in view of a high degree of the vascularization of the membrane skin, gives the basis for arguing the possible participation of the skin of membranes in gas exchange.*

Летательная перепонка — уникальный орган, присущий среди млекопитающих только рукокрылым. В ее формировании, как давно установлено морфологами, принимает участие не только кожа грудных конечностей, но и боковые складки кожи туловища, а также тазовых конечностей и хвоста.

Несмотря на то, что в литературе, касающейся строения летательной перепонки рукокрылых [1–3], отмечается ее истонченность, обильная васкуляризация, значительная по размерам площадь (относительно размеров самих животных), численно обоснованных заключений относительно указанных характеристик не имеется. Вместе с тем исследование каких-либо физиологических функций данной структуры без точного знания ее морфометрических параметров не представляется возможным.