

УДК 575.22:599.323 (571.621)

ХРОМОСОМНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ БАРАБИНСКОГО ХОМЯЧКА (*CRICETULUS BARABENSIS*) НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРЕЙСКОЙ АВТОНОМНОЙ ОБЛАСТИИ.В. Картавцева<sup>1</sup>, А.А. Вакурин<sup>1</sup>, Н.П. Высочина<sup>2</sup><sup>1</sup>Биолого-почвенный институт ДВО РАН,  
пр-т 100-летия Владивостоку 159, г. Владивосток, 690022,  
e-mail: irina-kar52@rambler.ru, vakurin.ibss@mail.ru<sup>2</sup>Хабаровская противочумная станция, Роспотребнадзор,  
Санитарный пер. 7, г. Хабаровск, 680031,  
e-mail: neljavis@mail.ru

*Впервые на территории Еврейской автономной области исследованы хромосомные наборы барабинского (или даурского) хомячка Cricetulus barabensis. Впервые для территории Дальнего Востока России исследованы дифференциально С-окрашенные хромосомы этого вида. Показано, что барабинские хомячки из популяций Еврейской автономной области относятся к двадцати хромосомной форме (2n=20, NF=38). Дано описание распределения гетерохроматинного материала в кариотипе.*

**Ключевые слова:** Cricetulus barabensis, барабинский хомячок, хромосомы.

**Введение**

Барабинский, или даурский, хомячок *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1773) (2n=20, NF=38) рассматривается нами в узком понимании, т.е. без включения в его состав видов-двойников группы «barabensis»: *Cricetulus griseus* Milne-Edwards, 1867 (2n=22, NF=38) и *Cricetulus pseudogriseus* Orlov et Iskhakova, 1975 (2n=24, NF=38). Барабинский хомячок распространен в лесостепях, степях и полупустынях северо-востока Казахстана, юга Западной Сибири, Тувы, Прибайкалья, Забайкалья, Монголии, северо-востока Китая, Приморья, Северной Кореи [2]. По данным морфологического анализа выделено пять предположительно изолированных географических участков, для которых описано пять подвидов: Западно-Сибирский участок – *C. b. barabensis* Pallas 1773; Тувинско-Монгольский участок – *C. b. tuvunicus* Iskhakova, Lebedev et Lisovsky, 2008; Прибайкальский участок – *C. b. tuvunicus*; Забайкальский участок (центр Читинской обл. – *C. b. ssp.*, частично северо-восточный Китай – *C. b. ferrugineus* Argurovulo, 1940); участок юга Дальнего Востока России (Амурская область – *C. b. xinganensis* Wang, 1980 и юг Приморского края – *C. b. ferrugineus*) [5].

Исследование метрических признаков черепа видов группы «barabensis» [5] показало дифференциацию разнохромосомных видов *C. griseus* и *C. pseudogriseus* на уровне комплекса подвидов *C. barabensis*. В подвидовой комплекс также вошли подвиды барабинского хомячка – *C. b. barabensis*, *C. b. tuvunicus*, объединенная дальневосточная группа с двумя дальневосточными подвидами – *C. b. ferrugineus* и *C. b. xinganensis*, а также забайкальский подвид с неопределенным названием – *C. b. ssp.* Эти подвиды в кластерном дереве морфологического исследования были представлены самостоятельными группами, что позволило сохранить за ними подвидовой таксономический статус [5]. Интересно, что авторы выше

упомянутой работы затруднялись в определении подвидовой принадлежности амурских популяций хомячков (левобережье среднего течения р. Амур) и временно предложили отнести их к подвиду, описанному из популяций предгорья Малого Хингана в Китае (правобережье среднего течения р. Амур) – *C. b. xinganensis*. Однако на территорию Дальнего Востока России ареал барабинского хомячка заходит тремя «языками» из северо-восточного Китая [4]. Первый «язык» заходит в Амурскую область – территорию Зейско-Буреинской равнины, на которой, как было выше сказано, обитают хомячки, отнесенные к подвиду *C. b. xinganensis*. Второй «язык» заходит в южную часть Еврейской автономной области (ЕАО). Подвидовая принадлежность этой формы в настоящее время не определена, возможно, это либо *C. b. xinganensis*, либо *C. b. ferrugineus*. В южную часть Приморского края заходит третий «язык», где описана уссурийская форма, отнесенная к подвиду *C. b. ferrugineus* [5]. К сожалению, хомячки из популяций в ЕАО до сих пор не исследованы, и вопрос таксономического статуса, морфологического и хромосомного сходства с другими формами для них остается открытым.

Исследование хромосомных наборов амурской и уссурийской морфологических форм показало их принадлежность к 20-ти хромосомной форме барабинского хомячка (2n=20, NF=38). Кариотип амурской морфологической формы (*C. b. xinganensis*) был описан по мейотическим препаратам [14] из окр. г. Благовещенска в Амурской области [1] и явился первоописанием хромосомных характеристик вида. Из популяций Приморского края исследовано две особи барабинского хомячка из окр. г. Уссурийска с такими же хромосомными характеристиками [3]. В последней работе не приведены раскладки хромосом *C. barabensis*. Для хомячков из ЕАО хромосомных исследований до сих пор проведено не было.

Дифференциальное G-окрашивание хромосом барабинского хомячка известно для подвигов *C. b. barabensis* из Алтайского края [13], *C. b. tuvinicus* из Тувы [9, 10, 13], а также вида в целом, без указания точек отлова [15]. Примечательно, что в последней работе использован метод ZooFISH, который позволил провести сравнительный анализ почти всех видов хомячков Старого Света. Данные дифференциального G-окрашивания хромосом и ZooFISH показали, что различие в числе хромосом *C. barabensis* ( $2n=20$ ,  $NF=38$ ) в сравнении с видами-двойниками – *C. griseus* ( $2n=22$ ,  $NF=38$ ) и *C. pseudogriseus* ( $2n=24$ ,  $NF=38$ ) обусловлены робертсоновскими процессами – слияниями акроцентрических пар хромосом с образованием метацентрических пар и перичентрической инверсией X-хромосом. Дифференциальное окрашивание ядрышкообразующих районов (ЯО-районов) разнохромосомных форм показало стабильное положение ядрышкового организатора в хромосомных парах, несмотря на хромосомные перестройки [13].

Информация о дифференциальном C-окрашивании хромосом в виде раскладок данного вида приведена С.И. Раджабли, О.Л. Саблиной и А.С. Графодатским (без описания и точек отлова, возможно, из популяции Тувы) в Atlas of mammalian chromosomes [11]. Широкое распространение вида с пятью изолированными географическими районами и тремя хромосомными формами позволяет нам предположить внутривидовую изменчивость по распределению гетерохроматинового материала в хромосомах хомячков из различных географических популяций. Дифференциальное G-окрашивание, C-окрашивание (окрашивание на структурный гетерохроматин) и ЯО-районы хромосом барабинского хомячка из популяций территории Дальнего Востока России не изучено.

Целью настоящей работы было исследование хромосомных наборов и характера распределения гетерохроматинового материала в кариотипах барабинского хомячка *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1773) из популяций, локализованных в ЕАО.

#### Материал и методы

Материалом настоящего исследования послужили хромосомные препараты от 3 экз. барабинского хомячка *C. barabensis*, отловленных в 2009 и 2011 гг. в двух районах ЕАО: Ленинский р-н, окр. с. Ленинское – 2 ♀♀;

Октябрьский р-н, окр. с. Амурзет – 1 ♀.

Препараты метафазных хромосом готовили в лабораторных и полевых условиях прямым методом из красного костного мозга животных по общепринятой методике [12]. Для анализа хромосомных чисел и морфологии хромосом препараты окрашивали 2 % орсеином и 2 % раствором азур-эозина (краситель Гимза, Мерск, Германия). Для выявления структурного гетерохроматина препараты обрабатывали по А. Самнеру [16].

Хромосомные препараты просматривали под микроскопом AxioScop 40 (Zeiss, Германия). Для регистрации и обработки микронизображений использовали CCD-камеру AxioCam HR и программное обеспечение AXIOVISION 4.7 (Carl Zeiss MicroImaging GmbH, Герма-

ния) центра коллективного пользования микроскопии БПИ ДВО РАН (г. Владивосток).

#### Результаты и обсуждение

Хромосомные наборы *C. barabensis* всех изученных особей имели  $2n=20$ ,  $NF=38$ . Аутосомы представлены 2-мя парами крупных (№ 1, № 2), 3-мя парами средних (№ 3, № 4, № 5) и 3-мя парами мелких (№ 7, № 8, № 9) мета-субметацентриков, а также 1 парой акроцентриков (№ 6) средних размеров. X-хромосома – субтелоцентрик средней величины (рис. А).

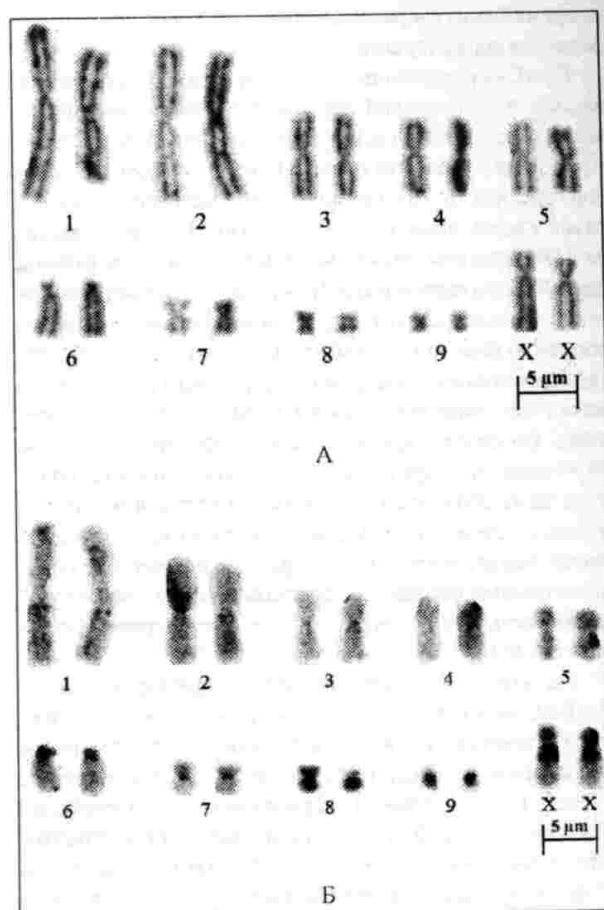


Рис. Кариотипы *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1773) окр. пос. Ленинское:

А – рутинная окраска самки № 2544; Б – C-окрашенные хромосомы самки № 2545

Из интересных особенностей хромосомного набора хомячков *C. barabensis* из популяций ЕАО можно отметить достоверное, независимо от спирализации, различие в размерах гомологов X-хромосом (рис. А). При рутинной окраске хорошо видно, что у одного из гомологов может быть укорочено как верхнее, так и нижнее плечо. При этом морфология X-хромосомы принципиально не изменяется. Этот гетероморфизм половых хромосом может быть вызван делецией у одного из гомологов. По представленным результатам видно, что гетерохроматиновая структура X-хромосом барабинского хомячка принципиально не отличается, но верхнее плечо одного гомолога укорочено. Возможно, делеция произош-

ла в этом месте, но при полной гетерохроматизации ее выявить не удастся. Длинные же плечи существенно не отличаются.

Такое явление не уникально и может быть связано с инактивацией одной X-хромосомы самок млекопитающих. Подобные делеции наблюдаются у южноамериканского хомяка *Akodon azarae* и африканской домовый мыши *Mus triton* [7]. Инактивация создает предпосылку полной элиминации одной X-хромосомы, что также встречается у некоторых видов млекопитающих. Чаще такие изменения наблюдаются в соматических тканях, в то время как в генеративной ткани половые хромосомы остаются нормальными.

При С-окрашивании на структурный гетерохроматин на двух плечах первой пары аутосом выявлены интеркалллярные блоки: на верхнем плече ближе к теломерному концу и на нижнем плече ближе к центромере. Одна пара средних № 3 и одна мелких № 7 мета-субметацентриков имеют прицентромерные блоки гетерохроматина. Наиболее ярко окрашены прицентромерные районы пары № 7. На паре аутосом № 6 также обнаружен слабый гетерохроматиновый блок, расположенный в прицентромерном районе. У пары № 8 нижнее плечо всегда гетерохроматиновое, а верхнее плечо одного из гомологов может быть либо гетерохроматиновое, либо слабо окрашено. На самой мелкой паре мета-субметацентриков № 9 прицентромерный гетерохроматин занимает большую часть обоих плеч, и эта пара может выглядеть как целиком гетерохроматиновая, однако на многих пластинках видно, что теломерные районы не имеют гетерохроматиновых блоков. X-хромосомы имеют полностью гетерохроматиновое верхнее плечо и примерно 1/3 нижнего плеча (рис. Б).

Кариотипы исследованных нами барабинских хомячков ЕАО по числу и морфологии хромосом не отличаются от хромосомных наборов хомячков из других ранее исследованных локалитетов различных частей ареала [3, 6, 8–10, 13]. Стабильность кариотипа в числе и морфологии хромосом на обширном ареале может свидетельствовать о молодости этого вида. Для группы хомячков *C. barabensis* кариотип по-прежнему остается надежным признаком идентификации популяций и позволяет установить систематическую принадлежность и говорить, что исследованные хомячки ЕАО принадлежат к 20-ти хромосомной форме барабинского хомячка –  $2n=20$ ,  $NF=38$ .

Дифференциальная окраска (С-banding) хромосом *C. Barabensis*, представленная в Atlas of mammalian chromosomes [11], по неопубликованным данным Раджабли с соавторами, в сравнении с нашими данными имеет некоторые отличия. Так из анализа представленных фотографий раскладок хромосом наблюдается изменчивость по количеству гетерохроматинового материала на второй паре аутосом. В кариотипе хомячков из двух локалитетов ЕАО гетерохроматиновые блоки практически отсутствуют. Мы не исключаем возможности влияния различных режимов обработки хромосомных препаратов, что могло привести к различной картине окрашивания гетерохроматиновых блоков. Для обоснованных заключений по этому вопросу необходимы бо-

лее обширные исследования кариотипов барабинского хомячка по ареалу.

Таким образом, исследование хромосомных характеристик барабинского хомячка из популяций ЕАО указывает на его принадлежность к 20-ти хромосомной форме *C. barabensis*. Распределение количества и локализации гетерохроматинового материала в кариотипе хомячков ЕАО свидетельствует о некоторой изменчивости, по крайней мере, в двух различных географических регионах и ставит вопрос о дальнейшем исследовании этого признака у хомячков из популяций Амурской области, Приморского края и других подвидов и хромосомных форм.

*Работа частично поддержана грантами РФФИ 12-04-00662 а и ДВО 12-П-СО-06-018.*

#### ЛИТЕРАТУРА:

1. Воронцов Н.Н. Виды хомяков Палеарктики (Cricetinae – Rodentia) in statu nascendi // Доклады Академии наук СССР. 1960. Т. 132, № 6. С. 1448–1451.
2. Громов И.М., Ербаева М.А. Млекопитающие фауны России и сопредельных территорий. Зайцеобразные и грызуны. СПб., 1995. 522 с.
3. Картавцева И.В. Проблемы кариосистематики грызунов Палеарктики: автореф. дис. ... д-ра. биол. наук. Владивосток, 2002. 47 с.
4. Костенко В.А. Отряд Rodentia Bowdich – грызуны // Наземные млекопитающие Дальнего Востока СССР. Определитель. М.: Наука, 1984. С. 118–215.
5. Лебедев В.С., Лисовский А.А. Географическая изменчивость метрических признаков черепа и таксономическая структура хомячков *Cricetulus* группы *barabensis* Cricetinae, Cricetidae, Rodentia // Зоологический журнал. 2008. Т. 87, № 3. С. 361–374.
6. Малыгин В.М., Старцев Н.В., Зима Я. Кариотипы и распространение видов хомячков из группы *barabensis* (Rodentia, Cricetidae) // Вест. Моск. ун-та. Сер. 16. Биология. 1992. № 2. С. 32–39.
7. Орлов В.Н. Кариосистематика млекопитающих. М.: Наука, 1974. 208 с.
8. Орлов В.Н., Исхакова Э.Н. Таксономия надвида *Cricetulus barabensis* (Rodentia, Cricetidae) // Зоологический журнал. 1975. Т. 54, № 4. С. 597–604.
9. Раджабли С.И. Кариологическая дифференциация хомячков Палеарктики (Rodentia, Cricetidae) // Доклады Академии наук СССР. 1975. Т. 225, № 3. С. 697–700.
10. Раджабли С.И., Крюкова Е.П. Сравнительный анализ двух видов хомячков: даурского и китайского // Цитология. 1973. Т. 15, № 12. С. 1527–1531.
11. Atlas of mammalian chromosomes. Eds. O'Brien S.J., Menninger J.C., Nash W.G. Wiley-Liss. John Wiley & Sons, Inc., Publication. Hoboken. 2006. 716 p.
12. Ford C.E., Hamerton J.L. A colchicines hypotonic citrate squash sequence for mammalian chromosomes // Stain Technology. 1956. V. 31, N 6. P. 247–251.
13. Kral B., Radjabli S.I., Grafodatskij A.S., Orlov V.N. Comparison of karyotypes, G-bands and NORs in three *Cricetulus* spp. (Cricetidae, Rodentia) // Folia Zoologica. 1984. V. 33, N 1. P. 85–96.

14. Matthey R. Chromosomes de Muridae (Microtinae et Cricetinae) // *Chromosoma*. 1952. V. 5, N 1. P. 113–138.
15. Romanenko S.A., Volobouev V.T., Perelman P.L., Lebedev V.S., Serdukova N.A., Trifonov V.A., Biltueva L.S., Nie W., O'Brien P.C.M., Bulatova N.Sh., Ferguson-Smith M.A., Yang F., Graphodatsky A.S. Karyotype evolution and phylogenetic relationships of hamsters (Cricetidae, Muroidea, Rodentia) inferred from chromosomal painting and banding comparison // *Chromosome Res.* 2007. V. 15. P. 283–297.
16. Sumner A.T. A simple technique for demonstrating centromeric heterochromatin // *Exp. Cell Res.* 1972. V. 83. P. 438–442.

*It is the first time that chromosomal sets of Cricetulus barabensis (2n=20, NF=38) inhabiting the Jewish Autonomous Region territory have been investigated; it is described the C-banded chromosomes of this species in the Russian Far East. It is shown that the C-colored barabensis from two investigated localities has the chromosomal variant 2n=20.*

**Key words:** *Cricetulus barabensis, the Barabensky hamster, chromosomes.*