

**ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ О КАРИОТИПЕ И ХРОМОСОМНОМ ПОЛИМОРФИЗМЕ  
*CHIRONOMUS MELANESCENS* KEYL, 1961 (DIPTERA, CHIRONOMIDAE)  
ВОСТОЧНОГО КАВКАЗА (РЕСПУБЛИКА ДАГЕСТАН)**

© 2015 М.Х. Кармоков

Институт экологии горных территорий им. А.К. Темботова  
Кабардино-Балкарского научного центра Российской академии наук, г. Нальчик

Статья поступила в редакцию 29.09.2015

Представлены первые данные по кариотипу и хромосомному полиморфизму *Chironomus melanescens* Keyl, 1961 (Diptera, Chironomidae) Восточного Кавказа (Республика Дагестан). Установлено, что популяция *Ch. melanescens* Восточного Кавказа характеризуется относительно низким уровнем инверсионного полиморфизма. По спектру и частотам генотипические сочетаний последовательностей дисков популяция Восточного Кавказа наиболее близка центрально-кавказской. Генетические дистанции между изученными популяциями указывает на значительную обособленность кавказских популяций от изученных ранее.

**Ключевые слова:** фауна хирономид, *Chironomus*, политенные хромосомы, хромосомный мономорфизм, Восточный Кавказ, Республика Дагестан.

**ВВЕДЕНИЕ**

Вид *Chironomus melanescens* Keyl, 1961 широко распространен в Западной Европе [1]. В России распространение *Ch. melanescens* изучено слабо, имеются данные о его встречаемости в европейской части России [2, 3], Западной Сибири и Алтае [4]. На юге России данный вид был ранее отмечен на северном макросколоне Центрального Кавказа [5, 6].

Личинки комаров-звонцов рода *Chironomus* Meigen, 1803 (Diptera, Chironomidae) являются важным компонентом водных экосистем, как утилизаторами детрита и кормовая база бентосоядных рыб и водоплавающих птиц.

Изучение структуры кариотипа и хромосомного полиморфизма видов *Chironomus* из разобщенных частей ареалов имеет большое значение при установлении закономерностей формирования хромосомного полиморфизма, а также для понимания путей видообразования.

В более ранних работах по изучению кариотипа и хромосомного полиморфизма *Ch. melanescens* приводились данные по полиморфизму только 3-х хромосомных плеч из семи (плечи А, Е и F). В работе 2009 года Кикнадзе и Брошкова [7] было предложено картирование плеч С и D по системе Деваи и соавторов [8], что позволяет полнее и шире исследовать закономерности формирования хромосомного полиморфизма данного вида.

**Цель работы:** исследовать структуру ка-

Кармоков Мухамед Хусенович, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории экологии видов и сообществ беспозвоночных животных.  
E-mail: lacedemon@rambler.ru

риотипа и хромосомный полиморфизм *Ch. melanescens* Восточного Кавказа (Республика Дагестан), а также сравнить восточно-северокавказскую популяцию с изученными ранее.

**МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ**

Для проведения исследования использованы личинки 4-го возраста. Полевой материал собран с применением общепринятых гидробиологических методов [9, 3]. Материал собран из одного пункта Восточного Кавказа (Республика Дагестан): 20.05.2014 г., 12 м над ур. м., N 42°50'42,4'', E 48°26'53,5'', северная часть Самуро-Дивичинской низменности, долговременная лужа в междуречье рек Гюльгерычай и Самур, в окр. п. Азадоглы (рис. 1). В соответствии с концепцией высотно-поясной структуры А.К. Темботова [10] район исследования относится к дагестанскому варианту поясности. Всего было изучено 30 личинок *Chironomus*.

Личинок для кариологического анализа фиксировали в смеси 96% этилового спирта и ледяной уксусной кислоты (3:1). Давленные препараты политенных хромосом готовили по рутинной этил-орсеиновой методике [11, 12]. Исследование препаратов хромосом проводили с применением микроскопа проходящего света Carl Zeiss Axio Imager.A2. Для статистического анализа (кластерный анализ) использовался пакет программ STATISTICA 10. Генетические расстояния между изученными популяциями вычислялись по критерию Нея [13].

Картирование плеч хромосом А, Е и F проводили по Кейлу [14], а для плеч С и D по Деваи с соавторами [8].



Рис. 1. Пункт находки *Ch. melanescens* на Восточном Кавказе

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Вид *Ch. melanescens* найден на Восточном Кавказе нами впервые. Ранее он был отмечен также на Центральном Кавказе [5, 6], где, как и на Восточном, вид был преимущественно обнаружен во временных водоемах, но также в рыбоводных прудах и основных руслах равнинных рек.

Всего на Центральном Кавказе данный вид был обнаружен в восьми пунктах. Однако среди этих

пунктов находок только в одном было достаточное количество экземпляров для расчета генетических дистанций между популяциями (11.12.08 г., 304 м над ур. м., N 43°30'57,4'', E 44°27'04,2'', дождевая лужа у автотрассы, 4-5 км ниже с. Инаркой, Кабардино-Балкарская республика).

Виды *Ch. melanescens* относятся к цитокм-плексу *pseudothummi* с сочетанием хромосомных плеч AE, CD, BF и G. Центромерные участки типичны для рода (обозначены стрелками, рис. 2).

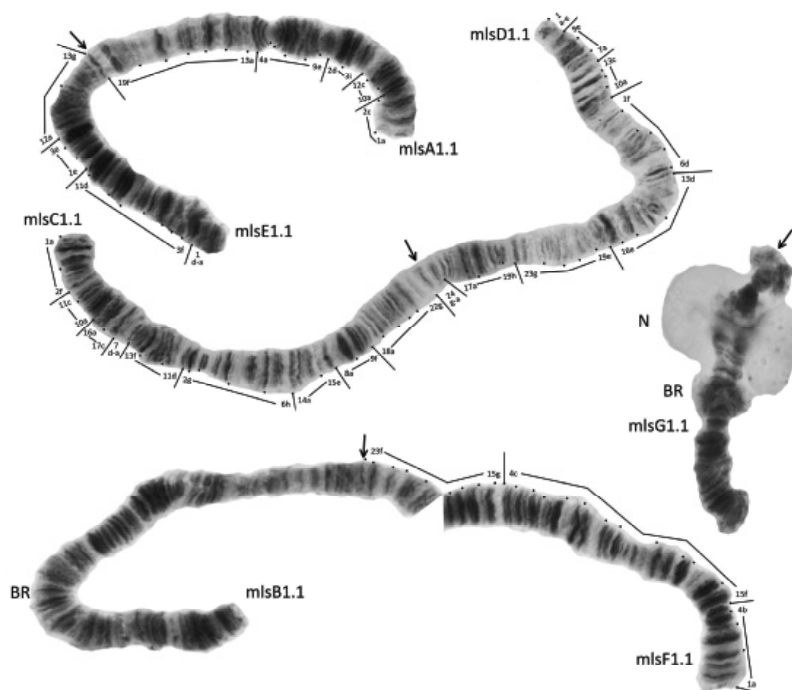


Рис. 2. Кариотип *Ch. melanescens* (ориг.)

В кариотипе диплоидный набор равен восьми, один ядрышковый организатор (R) и четыре кольца Бальбиани (BR), из которых три локализованы в плече G, а одно в плече В.

Кариотип личинок *Ch. melanescens* Восточного Кавказа (рис. 2) ничем не отличается от первоописания [14, 15, 3]. Как и ранее изученные популяции [4], восточно-кавказская популяция характеризуется относительно низким уровнем инверсионного полиморфизма (табл. 1, 2).

В первых шести плечах политенных хромосом присутствуют только стандартные для вида последовательности дисков: mlsA1, mlsB1, mlsC1, mlsD1, mlsE1 и mlsF1 (табл. 1).

В плече G отмечены две ранее известные последовательности дисков mlsG1 и mlsG2, с преобладанием гомозиготы mlsG1.1. (табл. 2).

Генетические дистанции (табл. 3) между популяциями были вычислены по критерию Нея

[13] как на основе оригинальных данных, так и с использованием данных других авторов по инверсионному полиморфизму *Ch. melanescens* популяция европейской части России и Западной Европы [14, 15, 7].

На основе полученных величин генетических дистанций между изученными популяциями *Ch. melanescens*, с использованием метода полной связи была построена дендрограмма генетических дистанций (рис. 3).

## ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Восточно-кавказская популяция характеризуется довольно низким уровнем инверсионного полиморфизма, и соответственно ее объем кариофонда не велик. Он включает всего 8 последовательностей дисков (табл. 1), в то время как некоторые высокополиморфные виды *Chironomus*

**Таб. 1.** Частоты последовательностей дисков в сравниваемых популяциях *Ch. melanescens*, где n – количество изученных экземпляров

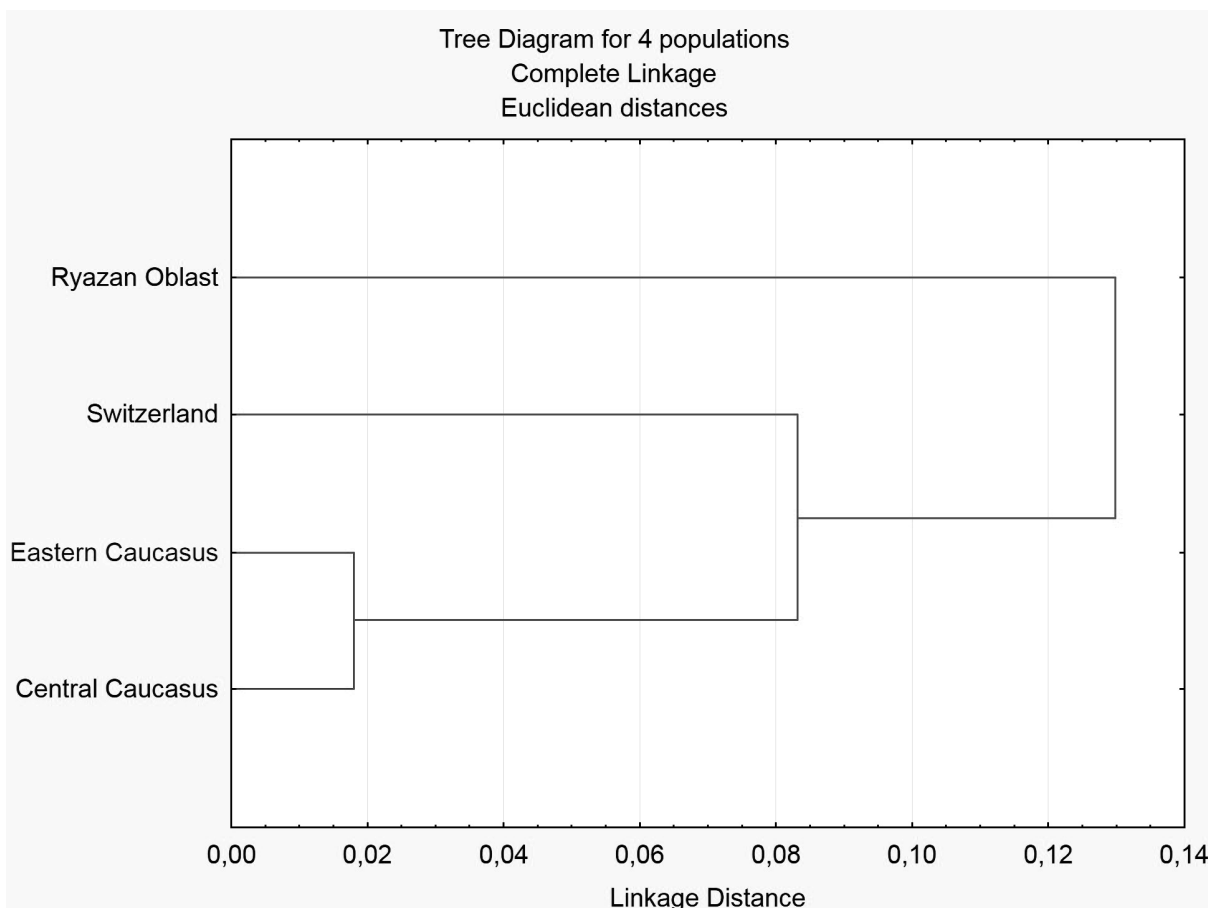
Последовательности дисков	Популяции			
	Рязанская область [4], n=160	Швейцария [14], n=73	Восточный Кавказ, n=30	Центральный Кавказ [6], n=19
A1	1	0,993	1	1
A2	0	0,007	0	0
B1	1	1	1	1
C1	0,532	0,767	1	1
C2	0,468	0,233	0	0
D1	1	1	1	1
E1	1	1	1	1
F1	1	1	1	1
G1	0,693	1	0,883	0,816
G2	0,286	0	0,117	0,184
G3	0,020	0	0	0
Общее число последовательностей в популяции	10	9	8	8

**Таб. 2.** Частоты генотипические сочетаний последовательностей дисков сравниваемых популяций *Ch. melanescens*

Генотипические сочетания	Популяции			
	Рязанская область [4], n=160	Швейцария [14], n=73	Восточный Кавказ, n=30	Центральный Кавказ [6], n=19
A1.1	1	0,986	1	1
A1.2	0	0,014	0	0
B1.1	1	1	1	1
C1.1	0,302	0,548	1	1
C2.2	0,240	0,014	0	0
C1.2	0,458	0,438	0	0
D1.1	1	1	1	1
E1.1	1	1	1	1
F1.1	1	1	1	1
G1.1	0,427	1	0,770	0,632
G1.2	0,531	0	0,230	0,368
G1.3	0,042	0	0	0

**Таб. 3.** Значения генетических дистанций между различными популяциями *Ch. melanescens*

Популяции	Рязанская область	Швейцария	Восточный Кавказ	Центральный Кавказ
Рязанская область	0			
Швейцария	0,0594	0		
Восточный Кавказ	0,0783	0,0389	0	
Центральный Кавказ	0,0674	0,0527	0,0028	0



**Рис. 3.** Дендрограмма генетических дистанций между изученными популяциями *Ch. melanescens*

могут иметь до 60-70 последовательностей дисков в свих кариофондах [7].

В популяции Восточного Кавказа полиморфным было только плечо G, при этом с преобладанием гомозиготы mlsG1.1. Схожая ситуация наблюдалась и на Центральном Кавказе [6]. Такая картина инверсионного полиморфизма видимо, характерна только для кавказских популяций *Ch. melanescens*. В швейцарской и рязанской популяциях полиморфизм присутствует только в двух плечах: плечи А и С в первой, и плечи С и G во второй, соответственно.

При рассмотрении построенной дендрограммы генетических дистанций (рис. 3) можно увидеть, что обе северокавказские популяции объединяются в единый кластер. Далее на относительно большой дистанции к ним примыкает

швейцарская популяция, а рязанская популяция выпадает в отдельный кластер. Примыкание швейцарской популяции на большом расстоянии к кластеру кавказских, возможно, говорит о том, что хотя она имеет определенную степень родства с кавказскими популяциями, но все равно может выделяться в самостоятельный кластер. В целом, полученная картина, видимо, говорит об относительно выраженной обособленности популяций Восточного и Центрального Кавказа от других, ранее изученных популяций, и отражает их довольно сильную степень дивергенции.

### ВЫВОДЫ

Изученная популяция *Ch. melanescens* Восточного Кавказа характеризуется относительно

низким уровнем инверсионного полиморфизма. По спектру и частотам генотипические сочетаний последовательностей дисков популяции Восточного и Центрального Кавказа весьма схожи. Дендрограмма генетических дистанций указывает на значительную обособленность северокавказских популяции от изученных ранее. Необходимы дальнейшие исследования инверсионного полиморфизма *Ch. melanescens* из географически удаленных друг от друга регионов.

Работа выполнена при финансовой поддержке программы фундаментальных исследований Президиума РАН «Живая природа: современное состояние и проблемы развития».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Fauna Europea. URL: <http://www.faunaeur.org/distribution-table.php> (дата обращения 25.07.2015).
2. Кикнадзе, И.И. Кариологический анализ видов комплекса *pseudothummi* из водоемов СССР / И.И. Кикнадзе, Л.П. Гребенюк, М.А. Филлипова, И.Е. Керкис // Информационный бюллетень «Биология внутренних вод». – Л.: Наука. – 1988. – Т. 79. – С. 56-59.
3. Кикнадзе, И.И. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас / И.И. Кикнадзе, А.И. Шилова, И.Е. Керкис, И.А. Шобанов, И.И. Зеленцов [и др.]. – Новосибирск: Наука. Сиб. Отделение, 1991. – 113 с.
4. Кикнадзе И.И. Кариотип и хромосомный полиморфизм у хирономиды *Chironomus melanescens* Keyl, 1961 (Diptera, Chironomidae) / И.И. Кикнадзе, А.Д. Брошков // Евразийский энтомологический журнал. – 2009. – Т. 1. – Прил. I: 19-28.
5. Кармоков, М.Х. Фауна и особенности распространения хирономид *Chironomus* Meigen и *Camptochironomus* Kieffer (Chironomidae, Diptera) в водоемах Центрального Кавказа и Предкавказья / М.Х. Кармоков, Н.В. Полуконова // Поволжский экологический журнал. – 2012. – № 1. – С. 95-98.
6. Кармоков, М.Х. Роды *Chironomus* Meigen, 1803 и *Camptochironomus* Kieffer, 1918 (Diptera, Chironomidae) Центрального Кавказа и Предкавказья: систематика, распространение и хромосомный полиморфизм: дисс. ... канд. биол. наук. 03.02.05 / Кармоков Мухамед Хусенович. – СПб., 2013. – С. 281-282.
7. Кикнадзе, И.И. Кариотипы и хромосомный полиморфизм сибирских видов хирономид (Diptera, Chironomidae) / И.И. Кикнадзе, А.Г. Истомина // Сибирский экологический журнал. – 2000. – Т. 7. – № 4. – С. 445-466.
8. Devai, Gy. Standardization of chromosome arms B, C, and D in *Chironomus* (Diptera, Chironomidae) / Gy. Devai, M. Miskolczi, W. Wuelker // Advances in Chironomidology: Acta. Biol. Debr. Oecol. Hung. – 1989. – Vol.2. – Pt.1. – P. 79-92.
9. Шилова, А.И. Хирономиды Рыбинского водохранилища / А.И. Шилова – Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1976. – 249 с.
10. Соколов, В.Е. Млекопитающие Кавказа: Насекомоядные / В.Е. Соколов, А.К. Темботов // Москва. – 1989. – 548 с.
11. Демин, С.Ю. Изменение компактности политенных хромосом из различных органов личинок мотыля *Chironomus plumosus* / С.Ю. Демин, Н.Б. Ильинская // Цитология. – 1988. – Т. 30. – № 4. – С. 407-415.
12. Демин, С.Ю. Кариотип комара *Chironomus entis* из группы *plumosus* в европейской части СССР / С.Ю. Демин, Н.А. Шобанов // Цитология. – 1990. – Т. 32. – № 10. – С. 1046-1054.
13. Nei, M. The genetic distance between populations / M. Nei // American Naturalist. – 1972. – № 106. – P. 283-292.
14. Keyl, H.-G. Chromosomenevolution bei *Chironomus*. II. Chromosomenumbauten und phylogenetische Beziehungen der Arten / H.-G. Keyl // Chromosoma. – 1961. – Bd. 13. – S. 464-514.
15. Wülker, W. Revision der Gattung *Chironomus* Meigen. VI. *C. holomelas* Keyl, *C. saxatilis* n.sp., *C. melanescens* Keyl / W. Wülker, H. Ryser, A. Scholl // Rev. Suisse Zool. – 1981. – Vol. 88. – №. 4. – S. 903-924.

#### FIRST DATA ON KARYOTYPE AND CHROMOSOMAL POLYMORPHISM OF *CHIRONOMUS MELANESCENS* KEYL, 1961 (DIPTERA, CHIRONOMIDAE) OF EASTERN CAUCASUS (REPUBLIC OF DAGESTAN)

© 2015 M.Kh. Karmokov

Tembotov Institute of Ecology of Mountain Territories  
of Kabardino-Balkarian Scientific Centre of Russian Academy of Sciences, Nalchik

The first data on karyotype and chromosomal polymorphism of *Chironomus melanescens* Keyl, 1961 (Diptera, Chironomidae) of the Eastern Caucasus (Republic of Dagestan) are presented. It was found that the population of *Ch. melanescens* of the Eastern Caucasus is characterized by a relatively low level of inversion polymorphism. On the spectrum and frequencies of genotype combinations of banding sequences the population of the Eastern Caucasus is the closest to Central Caucasus. Genetic distances between the studied populations indicate a significant isolation of Caucasian populations from previously studied ones.  
**Keywords:** chironomid fauna, *Chironomus*, polytene chromosomes, chromosome polymorphism, Eastern Caucasus, Republic of Dagestan.

Karmokov Mukhamed Khusenovich, Candidate of Biology,  
Senior Researcher Fellow at the Laboratory of Ecology of  
Species and Communities of Invertebrates.  
E-mail: lacedemon@rambler.ru