

Размер центромер не влияет на супрессию мейотической рекомбинации вблизи центромер

Гришко Е.О.*, Котельников А.А., Слободчикова А.

Институт цитологии и генетики СО РАН, Новосибирск, Россия

* grishko@bionet.nsc.ru

Ключевые слова: центромера; рекомбинация; метаполицентромера; центромерный эффект

Мотивация и цель: Центромерный эффект, наряду с интерференцией между хиазмами и наличием облигатной хиазмы, является одним из универсальных свойств рекомбинации [1, 2]. Он представляет собой супрессию мейотической рекомбинации в центромерных и перичентромерных областях хромосом. На данный момент неизвестно, от чего зависит размер области подавления рекомбинации вблизи центромер. В этой работе мы проверяем гипотезу о влиянии размера центромер на силу центромерного эффекта.

Методы и алгоритмы: Мы оценили силу центромерного эффекта у четырех видов выюлков, два из которых (обыкновенный щегол (*Carduelis carduelis*) и чиж (*Spinus spinus*)) несут на своих хромосомах региональные центромеры, а два других (обыкновенная коноплянка (*Linaria cannabina*) и обыкновенный снегирь (*Pyrrula pyrrula*)) несут метаполицентромеры – протяженные центромеры, состоящие из нескольких последовательно расположенных доменов центромерного гетерохроматина, функционирующих как одна центромера. У коноплянки метаполицентромера занимает до 5 % хромосомы, а у снегиря – до 10 %.

Исследование проводилось на препаратах пахитенных сперматоцитов, окрашенных антителами к комплексу центромерных белков, MLH1 – маркеру поздней рекомбинации и SYCP3 – белку латерального элемента синаптонемного комплекса. Мы оценили силу центромерного эффекта как среднее расстояние от края центромеры до ближайшего рекомбинационного узелка, маркированного иммуносигналом MLH1, на плечах бивалента хромосомы 1. Мы выбрали этот бивалент, поскольку смогли однозначно идентифицировать его по относительной длине и центромерному индексу у всех четырех видов.

Результаты: Расстояние от центромеры до ближайшего сигнала MLH1 уменьшается с увеличением количества сигналов MLH1 на плече. Единичные сигналы обычно располагаются в перителомерных участках вблизи концов плеч. Чем больше сигналов возникает на плече, тем ближе к центромере располагаются проксимальные сигналы. Во многих клетках с множественными сигналами MLH1 проксимальный из них располагался на границе центромерной области или очень близко к ней. Виды с региональными и метаполицентромерами не различались по среднему расстоянию от центромеры до ближайшего сигнала MLH1.

Выводы: У рассмотренных видов большее количество хиазм на плечо приводит к тому, что проксимальные хиазмы образуются ближе к центромере. Мы предполагаем, что это можно объяснить заметным сдвигом в сторону теломерного распределения рекомбинационных событий. По-видимому, у исследованных птиц рекомбинация систематически иницируется в субтеломерных областях, а интерференция смещает последующие сайты рекомбинации от теломер к

центромерам. Таким образом, дефицит сайтов рекомбинации вокруг центромеры не требует особого супрессивного действия со стороны самой центромеры, хотя и не исключает его.

Финансирование: Исследование поддержано Российским научным фондом, грант № 23-24-00304.

Centromere size does not affect the suppression of meiotic recombination near centromeres

Grishko E.O.*, Kotelnikov A.A., Slobodchikova A.

Institute of Cytology and Genetics, SB RAS, Novosibirsk, Russia

* *grishko@bionet.nsc.ru*

Key words: centromere; recombination; metapolycentromere; centromere effect

Motivation and Aim: The centromere effect, along with interference between chiasmata and the presence of obligate chiasma, is one of the universal properties of recombination [1, 2]. It represents the suppression of meiotic recombination in the centromeric and pericentromeric regions of chromosomes. At the moment, it is unknown what determines the size of the region of recombination suppression near centromeres. In this work, we test the hypothesis that centromere size influences the strength of the centromere effect.

Methods and Algorithms: We assessed the strength of the centromere effect in four species of finches, two of which (the goldfinch (*Carduelis carduelis*) and the siskin (*Spinus spinus*)) carry regional centromeres on their chromosomes, and the other two (the common linnet (*Linaria cannabina*) and the common bullfinch (*Pyrrula pyrrula*)) carry metapolycentromeres – extended centromeres consisting of several sequentially located domains of centromeric heterochromatin, functioning as one centromere. In the linnet, the metapolycentromere occupies up to 5 % of the chromosome, and in the bullfinch – up to 10 %.

The study was carried out on preparations of pachytene spermatocytes stained with antibodies to the complex of centromeric proteins, MLH1 – a marker of late recombination and SYCP3 – a protein of the lateral element of the synaptic complex. We estimated the strength of the centromere effect as the average distance from the centromere edge to the nearest recombination node marked by the MLH1 immunosignal on the bivalent arms of chromosome 1. We selected this bivalent because we could uniquely identify it by relative length and centromere index in all four species.

Results: The distance from the centromere to the nearest MLH1 signal decreases with increasing number of MLH1 signals on the arm. Single signals are usually located in peritelomeric regions near the ends of the arms. The more signals appear on the arm, the closer to the centromere the proximal signals are located. In many cells with multiple MLH1 signals, the proximal one was located at or very close to the border of the centromeric region. Species with regional and metapolycentromeres did not differ in the average distance from the centromere to the nearest MLH1 signal.

Conclusion: In the species considered, a larger number of chiasmata per arm leads to the fact that proximal chiasmata are formed closer to the centromere. We hypothesize that this can be explained by a marked shift toward the telomeric distribution of recombination events. Apparently, in the birds studied, the initiation of recombination is systematically shifted towards subtelomeric regions, and interference shifts subsequent

recombination sites from telomeres to centromeres. Thus, the deficiency of recombination sites around the centromere does not require a special suppressive effect on the part of the centromere itself, although it does not exclude it.

Funding: The study is supported by the Russian Science Foundation, grant No. 23-24-00304.

Список литературы/References

1. Beadle G.W. A Possible influence of the spindle fibre on crossing-over in *Drosophila*. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1932;18:160-165
2. Mather K. Crossing over and heterochromatin in the X chromosome of *Drosophila melanogaster*. *Genetics*. 1939;24:413