

6. GrainGenes: A Database for *Triticeae* and *Avena* [Электронный ресурс]. – <http://wheat.pw.usda.gov/GG2/index.shtml>
7. KOMUGI: Wheat Genetic Resources Database. Composite Wheat Map [Электронный ресурс]. – <http://www.shigen.nig.ac.jp/wheat/komugi/maps/markerMap.jsp;jsessionid=40E62A525FB63D69D63275DF645E308C.lb1?chromosome=5>
8. Somers D.J., Isaac P, Edwards K. "A high-density microsatellite consensus map for bread wheat" // *Theor Appl Genet.* – 2004. – 109. – P. 1105–1114.
9. Jones J.K., Majisu B.N. The homoeology of *Aegilops mutica* chromosomes. // *Canadian Journal of Genetics and Cytology.* – 1968. – 10, N 3. – P. 620–626.
10. Ohta S. Phylogenetic relationship of *Aegilops mutica* Boiss. with the diploid species of congeneric *Aegilops-Triticum* complex, based on the new method of genome analysis using its B-chromosomes // *Mem. Coll. Agric. Kyoto Univ.* – 1991. – N 137. – P. 1–116.

**IEFIMENKO T.S.<sup>1</sup>, FEDAK G.<sup>2</sup>, ANTONYUK M.Z.<sup>1</sup>, TERNOVSKA T.K.<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> *National University of "Kyiv-Mohyla Academy",*

*Ukraine, 04070, Kyiv, Skovorody str., 2, e-mail: centaureinae@gmail.com*

<sup>2</sup> *Agriculture and Agri-Food Canada. Eastern Cereal and Oilseed Research Center, Ottawa, Ontario*

### **COMPARISON OF GROUP 5 CHROMOSOME OF AURORA AND AUROTICA USING SPECIFIC MICROSATELITES**

**Aims.** Determine the possibility to use microsatellite loci specific to chromosomes of homeologous group 5-th for distinction of Aurora (AABBDD) and Aurotica (AABBTT) chromosomes. **Methods.** PCR with primers specific to SSR loci mapped at chromosomes 5A, 5B, and 5D. **Results.** From 112 studied SSR loci specific to 3 homeologous chromosomes of group 5, 13 loci were selected as diagnostically valuable for identification of 5T chromosome fragments in conditions when other homeologous chromosomes of the same group are present in the genome. **Conclusions.** Microsatellite loci specific to 5A, 5B, and 5D common wheat chromosomes can be used for identification of alien chromatin of chromosome 5T in the genome of amphidiploid.

*Key words:* wheat, genome-substitution amphidiploid, microsatellite analysis, chromosome distinction.

**УДК 576.31; 576.316.2; 576.365**

**КОХАНЕНКО А.А., АРТЕМОВ Г.Н., НЕМИРОВИЧ-ДАНЧЕНКО Н.М., СТЕГНИЙ В.Н.**

*Томский государственный университет,*

*Россия, 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, e-mail: alinakokhanenko@gmail.com*

### **ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЛОВОЙ ХРОМОСОМЫ XL В ПРОСТРАНСТВЕ ЯДЕР ТРОФОЦИТОВ В ХОДЕ ПОЛИТЕНИЗАЦИИ У ВИДОВ *DROSOPHILA* ПОДГРУППЫ «*MELANOGASTER*» С КАРДИНАЛЬНЫМИ РАЗЛИЧИЯМИ В АРХИТЕКТУРЕ ЯДЕР**

Пространственная организация хромосом в ядре – один из разделов современной клеточной биологии, который получил широкое распространение и весьма актуален в современной клеточной биологии. Сегодня молекулярные биологи выделяют, по крайней мере, три механизма, которыми может осуществляться регуляция активности генома. Они тесно связаны между собой: Первый механизм осуществляется посредством транскрипционных факторов, которые способны связываться с определенными последовательностями генома [1]; Второй регуляторный механизм включает метилирование ДНК и пост-

трансляционную модификацию гистонов [2]; Третьим механизмом регуляции генов является определенная организация хромосом в пространстве ядра. Первые два механизма довольно широко изучены по отношению дифференциации эмбриональных стволовых клеток, в то время, как относительно третьего фактора известно очень немного. Пространственная организация и функционирование ядра обеспечиваются наличием двух типов связей – хромосомно-мембранных и межхромосомных [3–5]. Крупномасштабные хромосомные перемещения регулируют генную экспрессию путем

локализации генов рядом с определенными ядерными субкомпартаментами, что ингибирует или активирует транскрипцию [5].

Одним из главных вопросов, возникающих при изучении архитектуры ядра, является вопрос относительно кинетики хромосом в пространстве ядра и законов, которым это движение подчиняется. Исследование тонких механизмов поддержания пространственной организации хромосом и обеспечения их динамики представляется чрезвычайно важной задачей, которая будет иметь большие перспективы для понимания того, как работает клеточное ядро. Ранее нами было показано, что в ядрах трофоцитов *C. erythrocephala*, для которых характерны морфологические изменения ядра в ходе политенизации происходят крупномасштабные перемещения хромосом. На начальных этапах политенизации половая хромосома б расположена в центре ядра. А вот на завершающих этапах политенизации происходит перемещение материала половой хромосомы на периферию. Кроме того в пространстве ядра выявляется большое количество мелких сигналов ДНК-зонда половой хромосомы б [6, 7].

Согласно данным по изучению пространственной организации ядер трофоцитов видов, подгруппа «*melanogaster*» включает виды, которые имеют разные типы взаиморасположения хромосом в пространстве ядра [8]. В ядрах трофоцитов вида *D. simulans* хромосомы образуют диффузный хромоцентр, что проявляется в наличии тонких тяжей хроматина, которые объединяют центрмерные районы хромосом [9]. У вида *D. mauritiana* в ядрах трофоцитов хромоцентр отсутствует, хромосомы расположены отдельно друг от друга, однако плечи хромосом взаимодействуют друг с другом. А вот у вида *D. melanogaster* в ядрах трофоцитов обнаруживаются районы прикрепления хромосом к ядерной оболочке, сходные с таковыми у малярийных комаров [8]. Исследование закономерностей преобразования ядерной архитектуры у *Drosophila* в подгруппе «*melanogaster*» крайне интересно, так как в этой филогенетической группе мы можем наблюдать кардинальные преобразования архитектуры хромосом с хромоцентром, без хромоцентра и с прикреплением к ядерной оболочке.

#### **Материалы и методы**

ДНК-пробы половых хромосом видов *Drosophila* подгруппы «*melanogaster*»: *D. melanogaster*, *D. simulans*, *D. mauritiana*

получали с помощью метода микродиссекции материала политенных хромосом [10] с внесенными в нее модификациями. Для исследования расположения половой хромосомы в пространстве ядра на разных стадиях политенизации и морфологических изменений был использован метод 3D флуоресцентной *in situ* гибридизации (3D FISH), адаптированный для изучения организации хромосом в пространстве политенных ядер [6] и удачно зарекомендовавший себя в работах по изучению организации половой хромосомы в пространстве ядер трофоцитов *Calliphora erythrocephala* Mg. [6]. Анализ результатов и их документирование проводился с помощью флуоресцентного микроскопа AxioImager Z1 (Carl Zeiss, Германия) с использованием системы контрастирования изображения ApoTome (Carl Zeiss, Германия) и программного обеспечения AxioVision 4.8.1. (Carl Zeiss, Германия).

#### **Результаты и обсуждение**

С помощью метода 3D флуоресцентной *in situ* гибридизации нами была изучена организация XL хромосомы в пространстве ядер трофоцитов видов *Drosophila* подгруппа «*melanogaster*» с характерными различиями в архитектуре хромосом в ядре на разных стадиях политенизации и морфологических организаций ядра.

В результате проведенного исследования нами было показано, что в ядрах трофоцитов в подгруппе «*melanogaster*» видов *Drosophila* не обнаружено характерного для ядер трофоцитов *C. erythrocephala* перемещения половой хромосомы из центральной части ядра на периферию в ходе политенизации и изменения морфологии ядер трофоцитов. На всех стадиях политенизации у всех изученных видов подгруппы с хромоцентральной организацией (*D. simulans*), без хромоцентра (*D. mauritiana*) и с прикреплением хромосом к оболочке ядра (*D. melanogaster*) половая хромосома локализована на периферии ядра. Однако для всех изученных видов была отмечена небольшая динамика XL хромосомы в ходе политенизации. Так с увеличением степени политениции ядер, хромосома XL рассредотачивается на периферии ядра и занимает более обширную область.

Также было показано, что в ядрах трофоцитов *D. melanogaster*, для которых характерно наличие прикреплений хромосом к оболочке ядра, на поздних стадиях политенизации выявляются районы локализации

XL хромосомы на значительном расстоянии от основной массы материала XL хромосомы. На противоположном полюсе ядра от расположения основной массы хромосомы XL выявляются компактные районы локализации XL хромосомы. У других изученных видов, подобного явления не было обнаружено.

Таким образом, можно судить о том, что в отличие от трофоцитов *C. erythrocephala*, в ядрах которых происходят крупномасштабные изменения организации половой хромосомы в объеме ядра в ходе политенизации, в ядрах трофоцитов видов *Drosophila* подгруппы «*melanogaster*» подобной динамики не происходит. Описанные нами различия в локализации XL хромосомы в объеме ядер на ранних и поздних стадиях политенизации могут свидетельствовать лишь о незначительном изменении экспрессионного уровня XL хромосомы в ходе политенизации. Лишь у

*D. melanogaster* в ядрах трофоцитов описана динамика XL хромосомы в ходе политенизации, что свидетельствует о разном уровне активности половой хромосомы как в ходе политенизации ядер трофоцитов *D. melanogaster*, так и разном уровне активности половой хромосомы у разных видов в одной подгруппе.

#### **Выводы**

Проведенный анализ позволил судить о том, что имеются различия в функционировании ядер в ходе политенизации как между разными семействами (*Calliphoridae* и *Drosophilidae*), так и между представителями одной подгруппы видов (подгруппа «*melanogaster*» видов *Drosophila*: *D. simulans*, *D. mauritiana*, *D. melanogaster*).

*Работа выполнена при финансовой поддержке стипендии Президента РФ СП-1037.2013.4 и частичной финансовой поддержке гранта РФФИ -14-04-32078-мол\_a.*

#### **Литература**

1. Hochedlinger K., Plath K. Epigenetic reprogramming and induced pluripotency // *Development*. – 2009. – 136. – P. 509–523.
2. Mohn F., Schubeler D. Genetics and epigenetics: stability and plasticity during cellular differentiation // *Trends Genet.* – 2009. – 25. – P. 129–136.
3. Куличков В.А., Жимулев И.Ф. Анализ пространственной организации генома *Drosophila melanogaster* на основе данных по эктопической конъюгации политенных хромосом // *Генетика*. – 1976. – 12, № 5. – С. 81–89
4. Стегний В.Н. Архитектоника генома, системные мутации и эволюция. – Н.: Изд-во Новосибирского ун-та. – 1993. – 110 с.
5. Dekker J. Gene regulation in the third dimension // *Science*. – 2008. – 319. – P. 1793–1794.
6. Коханенко А.А., Ананьина Т.В., Стегний В.Н. Внутриядерная динамика хромосомы 6 в трофоцитах *Calliphora erythrocephala* Mg. (Diptera: Calliphoridae) // *Генетика*. – 2010. – 46, № 9. – С. 1178–1180.
7. Kokhanenko A.A., Anan'ina T.V., Stegny V.N. The changes in chromosome 6 spatial organization during chromatin polytenization in the *Calliphora erythrocephala* Mg. (Diptera: Calliphoridae) nurse cells // *Protoplasma*. – 2013. – 250, N 1. – P. 141–149.
8. Стегний В.Н., Вассерлауф И.Э. Особенности взаимного расположения политенных хромосом в генеративной ткани у *Drosophila melanogaster* // *Генетика*. – 1991а. – 27, № 7. – С. 1163–1168.
9. Стегний В.Н., Вассерлауф И.Э. Межвидовые отличия коорентации первично политенных хромосом трофоцитов у *Drosophila melanogaster*, *D. simulans* и *D. mauritiana* // *Генетика*. – 1991б. – 27, № 7. – С. 1196–1173.
10. Рубцов Н.Б., Алексеенко А.А., Беляева Е.С. и др. Микроклонирование и характеристика ДНК из районов прицентромерного гетерохроматина политенных хромосом *Drosophila melanogaster* // *Генетика*. – 1999. – 35, № 1. – С. 55–61.

**KOKHANENKO A.A., ARTEMOV G.N., NEMIROVICH-DANCHENKO N.M., STEGNIY V.N.**

*Tomsk state university,*

*Russia, 634050, Tomsk, Lenin avenue, 36, e-mail: alinakokhanenko@gmail.com*

#### **ORGANIZATION OF SEX CHROMOSOME XL IN THE SPACE OF NUCLEI NURSE CELLS DURING POLYTENIZATION IN DROSOPHILA SPECIES SUBGROUP «MELANOGASTER» WITH CARDINAL DIFFERENCES IN THE ARCHITECTURE OF THE NUCLEI**

**Aims.** Investigation of regularities conversion of nuclear architecture in *Drosophila* subgroup «*melanogaster*». **Methods.** 3D Fluorescence *in situ* hybridization (3D FISH). **Results.** As a result of this study, we have shown that in the nuclei of nurse cells in the subgroup «*melanogaster*» *Drosophila* species were don't found characteristic for nuclei nurse cells *C. erythrocephala* move sex chromosome from the

central part of the nucleus to the periphery during polytenization and changes in the morphology of the nuclei nurse cells. At all stages of polytenization in all species studied subgroups: with chromocenter (*D. simulans*), without chromocenter (*D. mauritiana*) and with the attachment of chromosomes to the nuclear envelope (*D. melanogaster*) sex chromosome is localized at the periphery of the nucleus. However, for all species studied was noted a small dynamic of XL chromosomes during polytenization. So with increasing degree of polytene nuclei chromosome XL become spread on the periphery of the nucleus and occupies a more extensive area. **Conclusions.** The analysis allowed to judge that there are differences in the functioning of the nuclei during polytenization as between different families (Calliphoridae and Drosophilidae), and between members of one species subgroup (subgroup «melanogaster» species of *Drosophila*: *D. simulans*, *D. mauritiana*, *D. melanogaster*).

**Key words:** spatial organization of chromosomes, *Drosophila*, sex chromosome, 3D FISH.

УДК 599.323.4:576.3151.316

КРИЩУК И.А.<sup>2</sup>, ЧЕРЕПАНОВА Е.В.<sup>1</sup>, ГАЙДУЧЕНКО Е.С.<sup>3</sup>, ЗАДЫРА С.В.<sup>4</sup>,  
ЛЕВЕНКОВА Е.С.<sup>1</sup>, ДЕДУРА Ю.К.<sup>4</sup>, БОРИСОВ Ю.М.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Федеральное государственное учреждение науки Институт проблем экологии и эволюции имени А.Н. Северцова Российской Академии наук,

Россия, 119071, г. Москва, пр. Ленинский, 33, e-mail: boris@sevin.ru

<sup>2</sup> ГНПО «Научно-практический центр НАН Беларуси по биоресурсам»,

Беларусь, 220072, г. Минск, ул. Академическая, 27, e-mail: ikryshchuk@yandex.by

<sup>3</sup> Мозырский государственный педагогический университет имени И.П. Шамякина,

Беларусь, 247760, г. Мозырь, ул. Студенческая, e-mail: a-posteriori@yandex.ru

<sup>4</sup> Киевский национальный университет имени Тараса Шевченко,

Украина, 01601, г. Киев, ул. Владимирская, 60, e-mail: detjula@gmail.com

## ФАКТОРЫ ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ ПОПУЛЯЦИЙ *SOREX ARANEUS* (MAMMALIA) В МЕЖДУРЕЧЬЕ ДНЕПРА И ПРИПЯТИ (БЕЛАРУСЬ)

Среди хромосомно-полиморфных видов мелких млекопитающих обыкновенная бурозубка, *Sorex araneus* L., занимает особое место. На ареале вида, от Байкала до Британских островов, известно более 70 хромосомных рас, которые различаются по хромосомным мутациям, Робертсоновским (Rb) транслокациям хромосом, и занимают определенные территории [1, 2].

Исходным для вида считается кариотип, целиком состоящий из акроцентрических хромосом, который изменялся в ходе робертсоновских соединений, приводящих к формированию метацентрических кариотипов современных рас (Wojcik, Searle, 1998). Акроцентрический кариотип был выявлен только в эндемичных популяциях горных изолятов Балкан (хромосомная раса Pelister) и Альп (раса Cordon) [2].

На территории Беларуси в области междуречья Днепра и Припяти у рас Западная Двина, Киев и Віаіовіея выявлено клинальное снижение частоты диагностических метацентриков. На южной границе ареала расы Западная Двина и на восточной границе расы Віаіовіея

встречались кариотипы с 10 парами акроцентриков [3, 4], которых не было обнаружено в полиморфных популяциях на территории Западной Европы [5, 6]. Мы предположили, что на формирование полиморфных кариотипов оказали влияние автохтонные популяции с акроцентрическими диагностическими хромосомами, распространенные на этой территории в прошлом [3, 4].

### Материалы и методы

Изучены кариотипы 133 особей обыкновенной бурозубки, отловленных в июле-августе 2013 г. в 15 пунктах междуречья Днепра и Припяти. Хромосомные препараты приготовлены по стандартной методике из клеток костного мозга и селезенки. Идентификация хромосом проведена по рисунку G-окраски (обработка препаратов трипсином и 2 x SSC) согласно общепринятой номенклатуре хромосом *S. araneus* [7].

### Результаты и обсуждение

Все изученные популяции *S. araneus* в междуречье Днепра и Припяти оказались полиморфны по числу метацентриков ( $2NA = 25-28$ ). В популяциях из двух южных пунктов