



АНАЛИЗ ФЕРТИЛЬНОСТИ ПЫЛЬЦЫ У АНЕУПЛОИДНЫХ ГИБРИДОВ С ЗАМЕЩЕНИЯМИ ОТДЕЛЬНЫХ ХРОМОСОМ ИЛИ ИХ ПЛЕЧ У ХЛОПЧАТНИКА ВИДА *G.HIRSUTUM* L.

М.Ф. Санамьян, Ш.У. Бобохужаев

Национальный университет Узбекистана имени М. Улугбека, Узбекистан, 100164
Ташкент, улица Университетская 4, E-mail: sanam_marina@rambler.ru

Резюме

Анализ фертильности пыльцы у межвидовых анеуплоидных гибридов F₁ с замещениями специфических хромосом (2, 4, 6, 7, 18) и плеч хромосом (Тело 6, Тело 11) генома хлопчатника *G. hirsutum* L. выявил снижение фертильности у всех гибридных растений. Показано, что гибридные моносомии по хромосоме 2 характеризовались небольшим снижением фертильности пыльцы; гибридные моносомии разных семей с замещением по хромосоме 4 и по хромосоме 6 - существенным снижением; гибридные моносомии с замещением по хромосоме 7 и 18, также как и монотелодисомные гибридные растения с замещением отдельного плеча хромосомы 6 или 11 - сильным снижением, что указало на существование специфических различий в фертильности пыльцы у гибридных моносомных растений с замещением специфических хромосом генома хлопчатника вследствие формирования частично несбалансированных гапло-дефицитных гамет.

Ключевые слова: фертильность пыльцы, окраска ацетокармином, хромосом-замещенные моносомные гибриды, хлопчатник

Цитирование: Санамьян М.Ф., Бобохужаев Ш.У. Анализ фертильности пыльцы у анеуплоидных гибридов с замещениями отдельных хромосом или их плеч у хлопчатника вида *G.hirsutum* L. // Биомика. 2020. Т.12(3). С. 376-379. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-26

© Авторы

ANALYSIS OF POLLEN FERTILITY IN ANEUPLOID HYBRIDS WITH SUBSTITUTIONS FOR SPECIFIC CHROMOSOMES OR THEIR ARMS IN COTTON *G.HIRSUTUM* L.

M.F. Sanamyan, Sh.U. Bobokhujayev

National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Uzbekistan, 100164
Tashkent, University Street 4, E-mail: sanam_marina@rambler.ru

Resume

Analysis of pollen fertility in interspecific aneuploid F₁ hybrids with substitutions of specific chromosomes (2, 4, 6, 7, 18) and chromosome arms (telo 6, telo11) of the cotton genome *G. hirsutum* L. revealed a decrease in fertility in all hybrid plants. It was shown that hybrid monosomics for chromosome 2 were characterized by a slight decrease in pollen fertility; hybrid monosomics of different families with substitution on chromosome 4 and on chromosome 6 - a significant decrease; hybrid monosomics with substitution on chromosome 7 and 18, as well as monotelodisome hybrid plants with substitution of an individual arm of chromosome 6 or 11 - a strong decrease, which indicated the existence of specific differences in pollen fertility in hybrid monosomic plants with substitution of specific chromosomes of the cotton genome due to the formation of partially unbalanced haplo-deficient gametes.

Key words: pollen fertility, acetocarmine staining, chromosome-substitution monosome hybrids, cotton

Citation: Sanamyan M.F., Bobokhujaev Sh.U. Analysis of pollen fertility in aneuploid hybrids with substitutions for specific chromosomes or their arms in cotton *G.hirsutum* L. *Biomics*. 2020. V. 12(3). P. 376-379. DOI: 10.31301/2221-6197.bmcs.2020-26 (In Russian)

© The Authors

Известно, что линии хлопчатника с замещениями отдельных пар хромосом имеют большое значение для селекции, поскольку характеризуются улучшением некоторых хозяйственно-ценных признаков, в сравнении с исходными формами (*Gossypium hirsutum* L.) [1]. Поскольку у хлопчатника до сих пор не получена полная серия гипоанеуплоидных линий [2], которые выступают в качестве рекуррентных родителей при создании линий с замещениями отдельных хромосом или их плеч, только около половины из 26 негомологичных хромосом генома имеют чужеродные замещения [3]. Использование хромосом-замещенных линий хлопчатника, полученных в США, в генетических исследованиях выявило отсутствие молекулярно-генетического подтверждения для некоторых из этих линий [4], вследствие происхождения некоторых анеуплоидов американской цитогенетической коллекции и вероятного включения специфических небольших делеций и дупликаций [5]. Поэтому получение новых хромосом-замещенных линий хлопчатника, созданных в новой генотипической среде, имеет большое значение для дальнейшего развития генетических и молекулярно-генетических исследований. В Национальном университете Узбекистана имени М. Улугбека в генотипической среде высоко-инбредной линии Л-458 создана новая цитогенетическая коллекция хлопчатника, включающая большое число линий с нехватками отдельных хромосом или их плеч, на основе которой проводятся исследования по получению новых хромосом-замещенных линий на базе межвидовых анеуплоидных гибридов F_1 , с замещением отдельных хромосом или их плеч с последующим многократным беккроссированием [6,7]. Целью данной работы является оценка фертильности пыльцы у межвидовых анеуплоидных гибридов F_1 с замещениями отдельных хромосом или плеч хромосом, полученных от скрещиваний моносомных и монотелодисомных линий хлопчатника *G. hirsutum* с линией Pima 3-79 вида *G. barbadense* L.

В настоящей работе методом окраски фертильности пыльцы ацетокармином исследованы анеуплоидные гибридные растения F_1 , полученные от скрещиваний 14 моносомных и двух монотелодисомных линий хлопчатника вида *G. hirsutum* L. с линией Pima 3-79 вида *G. barbadense* L. Контролем служили гибридные растения F_1 ,

полученные от скрещивания линии Л-458 вида *G. hirsutum* с линией Pima 3-79 вида *G. barbadense* L., полученной на основе удвоенного гаплоида.

Анализ фертильности пыльцы, проведенный у исходной линии Pima 3-79 и у дисомного межвидового гибрида F_1 (Л-458хPima 3-79) обнаружил небольшое снижение фертильности (до $84,34 \pm 1,51$ и $80,78 \pm 1,70\%$, соответственно) по сравнению с линией Л-458 ($90,92 \pm 1,15\%$). Сравнительный анализ фертильности пыльцы выявил отличия между гибридными моносомиками различных гибридных семей и внутри некоторых семей. Так, два моносомных гибрида внутри семьи с замещением по хромосоме 2 (F_1 Mo16хPima 3-79) характеризовались небольшим снижением фертильности пыльцы (до $79,13 \pm 1,39$ и $80,42 \pm 1,73\%$) (Рис. 1, 2).

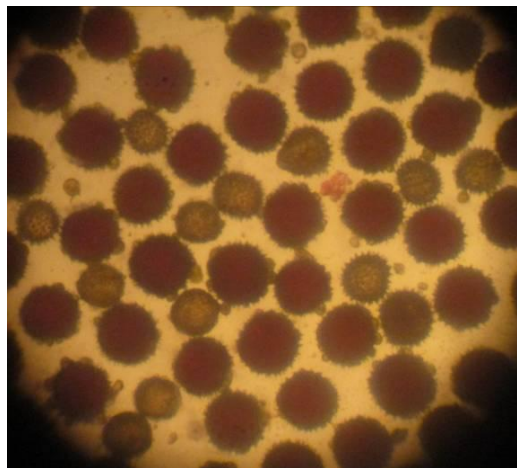


Рис. 1. Фертильная (окрашенная) и стерильная (неокрашенная) пыльца моносомного гибридного растения, полученного от скрещивания моносомной линии Mo16 с линией Pima 3-79.

Figure: 1. Fertile (colored) and sterile (unstained) pollen of a monosomic hybrid plant obtained from crossing the monosomic line Mo16 with the line Pima 3-79.

Моносомные гибриды семи семей с замещением по хромосоме 4 имели более существенные различия (от $72,24 \pm 2,17$ до $90,12 \pm 1,01\%$). Так, моносомные гибриды внутри двух семей с замещением по хромосоме 4 (F_1 Mo58хPima 3-79 и F_1 Mo75хPima 3-79) имели сходные показатели фертильности пыльцы, тогда как в других трех семьях – имелись существенные расхождения между моносомиками одной семьи, где в одной семье (F_1

Мо7хPima 3-79) различия составляли около 11%, а в двух других семьях (F₁Мо59хPima 3-79 и F₁Мо60хPima 3-79) - около 17%, что объяснялось формированием частично несбалансированных гапло-дефицитных гамет в результате мейоза у гибридных моносомиков (Рис.2).
Анализ фертильности пыльцы у моносомных гибридных растений с замещением по хромосоме **6**

также выявил сильные отличия (93,12±1,35 и 71,34±1,28%, соответственно) между двумя моносомными гибридами (F₁ Мо67хPima 3-79 и F₁ Мо92хPima 3-79), тогда как таковые у моносомных гибридов внутри двух семей (F₁ Мо34хPima 3-79 и F₁ Мо95хPima 3-79) составляли около 6 и 9%, соответственно (Рис.2).

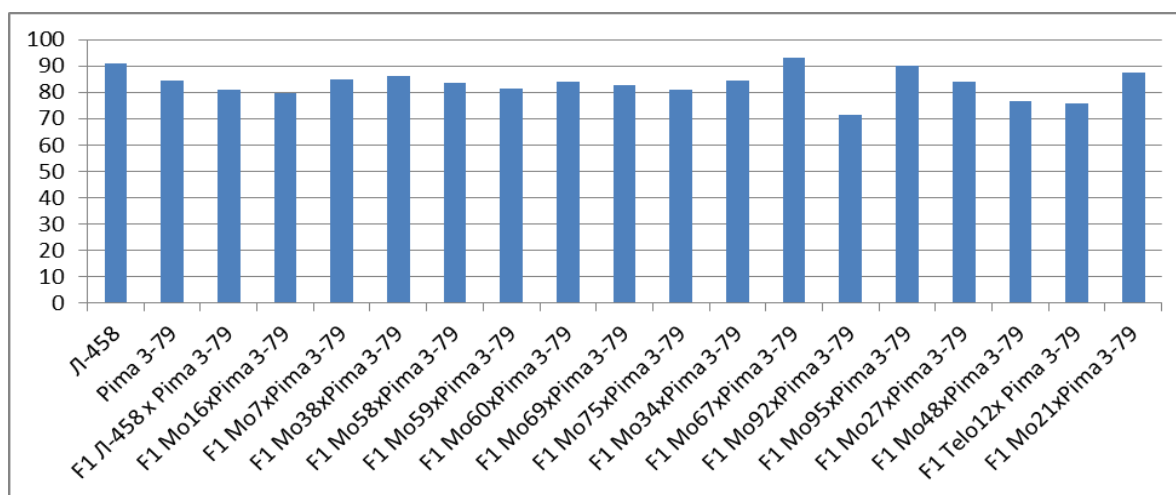


Рис. 2. Анализ фертильности пыльцы у анеуплоидных гибридов F₁ с замещением отдельных хромосом или их плеч, полученных от скрещиваний анеуплоидных линий вида *G.hirsutum* L. с линией Pima 3-79 вида *G.barbadense* L. в сравнении с контролем (средние значения).

Figure. 2. Analysis of pollen fertility in aneuploid F₁ hybrids with substitution of individual chromosomes or their arms, obtained from crossing aneuploid lines of the species *G.hirsutum* L. with the line Pima 3-79 of the species *G.barbadense* L. in comparison with the control (mean values).

Гибридные моносомники двух семей (F₁ Мо27хPima 3-79 и F₁ Мо48хPima 3-79) с замещением по двум различным хромосомам генома (хромосомы **7** и **18**) характеризовались небольшими различиями (84,23±1,41 и 76,58±1,52%, соответственно), что указало на существование специфических отличий в фертильности пыльцы у гибридных моносомных растений с замещениями специфических негомологичных хромосом генома хлопчатника (Рис.2).

Два монотелодисомных гибридных растения одной семьи (F₁ Тело12х Pima 3-79) с замещением отдельного плеча хромосомы **6** демонстрировали снижение фертильности пыльцы (до 72,17±2,41 и 79,03±1,47%), также как и два монотелодисомных гибридных растения другой семьи (F₁ Мо21хPima 3-79) с замещением отдельного плеча хромосомы **11** (до 84,45±1,54 и 90,53±1,21%), однако различия этих показателей внутри отдельных семей были не столь существенными (6-7%) (Рис.2).

В целом, проведенное исследование указало на существование специфических различий в фертильности пыльцы у моносомных гибридных растений с замещением специфических

негомологичных хромосом генома хлопчатника вследствие формирования частично несбалансированных гапло-дефицитных гамет в результате мейоза. Однако, присутствие отличий между моносомными гибридными растениями внутри отдельных семей, также как и разных семей с замещением одинаковых хромосом, было обусловлено, по-видимому, в том числе различным происхождением исходных линий с нехватками отдельных хромосом или их плеч, возникшими в результате облучения семян и пыльцы хлопчатника тепловыми нейтронами и гамма-лучами.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства инноваций Республики Узбекистан, гранты Ф-5-31 и ОТ-А-KX-2018-379.

Литература

1. Saha S., Wu J., Jenkins J.N., McCarty J.C., Gutierrez Jr., O.A., Stelly D.M., Percy R.G., Raska D.A. Effect of chromosome substitutions from *Gossypium barbadense* L. 3-79 into *G. hirsutum* L. TM-1 on agronomic and fiber traits // Journal of Cotton Science. 2004. V. 8. P 162-169.

2. Endrizzi JE, Turcotte EL, Kohel RJ. Genetics, cytology and evolution of *Gossypium*. Adv Genet. 1985. V. 23. P. 271–375.
3. Saha S., Stelly D.M., Raska D.A., Wu J., Jenkins J.N., McCarty J.C., Makamov A., Gotmare V., Abdurakhmonov I.Y. and Campbell B.T. Chromosome substitution lines: concept, development and utilization in the genetic improvement of Upland cotton // In: Abdurakhmonov I.Y. (ed). Plant Breeding. In Tech: Croatia, 2012:107-128.
4. Ulloa M., Wang C., Saha S., Hutmacher R.B., Stelly D.M., Jenkins J.N. Burke J., Roberts P.A. Analysis of root-knot nematode and *fusarium* wilt disease resistance in cotton (*Gossypium* spp.) using chromosome substitution lines from two alien species //Genetica. 2016. V. 144. P.167–179.
5. Gutierrez O.A., Stelly D.M., Saha S., Jenkins J.N., McCarty J.C., Raska D.A., Scheffler B.E. Integrative placement and orientation of non-redundant SSR loci in cotton linkage groups by deficiency analysis //Mol Breeding. 2009. V.23. P.693–707.
6. Sanamyan M.F., Petlyakova J., Rakhmatullina E.M., Sharipova E. Chapter 10. Cytogenetic Collection of Uzbekistan. In: Abdurakhmonov I.Y. (ed). World Cotton Germplasm Resources. In Tech: Croatia, 2014:247-287.
7. Санамьян М.Ф., Бобохужаев Ш.У., Макамов А.Х., Ачилов С.Г., Абдурахманов И.Ю. Создание новой серии анеуплоидных линий у хлопчатника (*Gossypium hirsutum*) с идентификацией отдельных хромосом с помощью транслокационных и SSR-маркеров// Вавилов. журнал генетики и селекции. 2016. Т.20. №5. С. 545-554.
- 3-79 into *G. hirsutum* L. TM-1 on agronomic and fiber traits // Journal of Cotton Science. 2004. V. 8. P 162-169.
2. Endrizzi JE, Turcotte EL, Kohel RJ. Genetics, cytology and evolution of *Gossypium*. Adv Genet. 1985. V. 23. P. 271–375.
3. Saha S., Stelly D.M., Raska D.A., Wu J., Jenkins J.N., McCarty J.C., Makamov A., Gotmare V., Abdurakhmonov I.Y. and Campbell B.T. Chromosome substitution lines: concept, development and utilization in the genetic improvement of Upland cotton // In: Abdurakhmonov I.Y. (ed). Plant Breeding. In Tech: Croatia, 2012:107-128.
4. Ulloa M., Wang C., Saha S., Hutmacher R.B., Stelly D.M., Jenkins J.N. Burke J., Roberts P.A. Analysis of root-knot nematode and *fusarium* wilt disease resistance in cotton (*Gossypium* spp.) using chromosome substitution lines from two alien species //Genetica. 2016. V. 144. P.167–179.
5. Gutierrez O.A., Stelly D.M., Saha S., Jenkins J.N., McCarty J.C., Raska D.A., Scheffler B.E. Integrative placement and orientation of non-redundant SSR loci in cotton linkage groups by deficiency analysis //Mol Breeding. 2009. V.23. P.693–707.
6. Sanamyan M.F., Petlyakova J., Rakhmatullina E.M., Sharipova E. Chapter 10. Cytogenetic Collection of Uzbekistan. In: Abdurakhmonov I.Y. (ed). World Cotton Germplasm Resources. In Tech: Croatia, 2014:247-287.
7. Sanam'jan M.F., Bobohuzhaev Sh.U., Makamov A.H., Achilov S.G., Abdurahmanov I.Ju. Sozdanie novej serii aneuploidnyh linij u hlochatnika (*Gossypium hirsutum*) s identifikaciej otdel'nyh hromosom s pomoshh'ju translokacionnyh i SSR-markerov// Vavilov. zhurnal genetiki i selekcii. 2016. T.20. №5. S. 545-554. [Creation of a new series of aneuploid lines in cotton (*Gossypium hirsutum*) with the identification of individual chromosomes using translocation and SSR markers] (In Russian)

References

1. Saha S., Wu J., Jenkins J.N., McCarty J.C., Gutierrez Jr., O.A., Stelly D.M., Percy R.G., Raska D.A. Effect of chromosome substitutions from *Gossypium barbadense* L.