durum Desf) к ржавчинным болезням. // Автореферат канд. с.-х. наук. – Алма-Ата: Казахский НИИ земледелия и растениеводства, 2009. – 26 с.

6. Гуляева, Е.И. Структура популяций *Puccinia triticina* Erikss. на мягкой и твердой пшенице / Е.И. Гуляева, А.К. Ахметова, Е.Л. Шайдаюк, М.К. Аристова // Земледелие и селекция сельскохозяйственных растений на современном этапе. Сборник докладов международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию НПП зернового хозяйства им. А.И. Бараева, 2016 – С. 309–313.

7. Михайлова Л.А. Методы исследований структуры популяции возбудителя бурой ржавчины пшеницы / Л.А. Михайлова, Е.И. Гуляева, Н.В. Мироненко // Сборник методических рекомендаций по защите растений. – Санкт-Петербург: ВИЗР, 1998. – С. 105–126.

8. Mains, E.B. Physiologic specialization in the leaf rust of wheat; *Puccinia triticina* Erikss. / E.B. Mains, H.S. Jackson // Phytopathol. – 1926. – V.16. – P. 89–120.

9. Long, D.L. A North American system of nomenclature for *Puccinia recondita* f. sp. *tritici* / D.L. Long, J.A. Kolmer // Phytopathology. – 1989. – V. 79(5). – P. 525–529.

10. Гуляева Е.И. Генетическая дифференциация *Puccinia triticina* Erikss. по микросателлитным локусам на территории России / Е.И. Гуляева, М.К. Аристова, Е.Л. Шайдаюк, Н.В. Мироненко, И.А. Казарцев, А. Ахметова, Е. Косман // Генетика. 2017. № 9. – С. 1053–1060.

11. Justesen, A.F. The recent history of *Puccinia striiformis* f. sp. *tritici* in Denmark as revealed by disease incidence and AFLP markers / A.F. Justesen, C.J. Ridout, M.S. Hovmøller // Plant Pathology. – 2002. – V. 51 (1). – P. 13–23.

12. Szabo, L. S. Development of simple sequence repeat markers for the plant pathogenic rust fungus *Puccinia triticina* / L.S. Szabo, J.A. Kolmer // Mol.Ecol. Notes. – 2007. – V. 7 (4). – P. 708–710.

13. Duan, X. Isolation of 12 microsatellite loci, using an enrichment protocol, in the phytopathogenic fungus *Puccinia triticina* / X. Duan, J. Enjalbert, D. Vautrin, C. Solignac, T. Giraud // Mol. Ecol. Notes. – 2013. – V. 3 (1). – P. 65–67.

DOI 10.18699/GPB2020-65

Оценка цитогенетической стабильности гибридных растений хлопчатника и их беккроссных потомств с замещениями отдельных хромосом

Санамьян М.Ф. *, д.б.н., г.н.с. лаб. генетики хлопчатника; Бобохужаев Ш.У., докторант.

Национальный университет Узбекистана, Ташкент, Узбекистан.

*e-mail: sanam_marina@rambler.ru

Изучали мейоз на стадии метафаза I и спорад у гибридных анеуплоидов хлопчатника с замещением отдельных хромосом или их плеч. Выявили невысокий уровень нарушений в мейозе. Беккроссирование анеуплоидных гибридов с исходными линиями привело к снижению мейотического индекса и

фертильности пыльцы с увеличением числа беккроссов у гибридных анеуплоидных растений в некоторых комбинациях скрещиваний.

Ключевые слова: *G. hirsutum*, хромосом-замещенные гибриды, цитогенетический анализ.

Evaluation of the cytogenetic stability of hybrid plants of the cotton and their backcross progenies with substitutions of separate chromosomes

Sanamyar M.F. Doctor of Biological Sciences, chief scientist Cotton Genetics Laboratories, National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan, sanam_marina@rambler.ru

Bobokhujayev Sh.U. PhD student, National University of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

We studied meiosis at the metaphase I stage and sporada in hybrid cotton aneuploids with the substitution of individual chromosomes or their arms. It revealed a low level of disturbance in meiosis. Backcrossing aneuploid hybrids with initial lines led to a decrease in the meiotic index and pollen fertility with an increase in the number of backcrosses in hybrid aneuploid plants in some crosses.

Key words: *G. hirsutum*, chromosome-substitution hybrids, cytogenetic analysis.

Хлопчатник вида *G. barbadense* L. обладает такими свойствами волокна, которые значительно превышают наиболее широко культивируемые сорта вида *G. hirsutum* L. Попытки перенести гены, ответственные за качество волокна от *G. barbadense* L. в геном *G. hirsutum* L. методами обычной межвидовой гибридизации затруднены из-за стерильности и нарушений при расщеплении. Хотя у хлопчатника *G. hirsutum* L. не получены полные серии анеуплоидных линий, в США проводятся исследования по созданию хромосом-замещенных линий с чужеродными хромосомами. В результате было выяснено, что линии с чужеродными замещениями по хромосомам **2, 6, 16, 18** и отдельным плечам хромосом **5sh, 22Lo** и **22sh** имели значительное улучшение % волокна; тогда как линии с замещением по хромосоме **25** – имели сниженный микронейр и увеличенную крепость волокна [1, 2].

Материалом для исследований служили моносомные и монотелодисомные линии хлопчатника из Цитогенетической коллекции хлопчатника вида *G. hirsutum* L. Национального университета Узбекистана [3]. Ранее была проведена унифицированная идентификация унивалентных хромосом у части моносомных линий коллекции с помощью молекулярных SSR-маркеров [4] и тестерных транслокационных линий с идентифицированными хромосомами [5]. Для создания замещенных линий, моносомные

линии скрещивались с линией Pima 3-79 вида *G. barbadense* L., затем в гибридных потомствах выделялись межвидовые моносомные гибриды F_1 с замещениями хромосом, которые беккроссировались с исходными моносомными линиями, служившими рекуррентными родителями.

Сравнительный анализ конъюгации хромосом у 29 гибридных моносомиков F_1 с замещением хромосомы **2, 4, 6, 7 и 18**, полученных от скрещиваний 14 моносомных линий с линией донором – Pima 3-79 обнаружил нормальную для моносомиков хлопчатника конъюгацию хромосом с формированием 25 бивалентов и одного унивалента разного размера во всех изученных МКП в 12 гибридных семьях, тогда как в одной комбинации скрещивания (F_1 Мо34 x Pima 3-79) один моносомик с замещением хромосомы **6** выделялся присутствием дополнительных унивалентов, а в другой комбинации (F_1 Мо95 x Pima 3-79) моносомик с замещением по той же хромосоме отличался присутствием одного квадриллента. Четыре гибридных монотелодисомника с замещением отдельных плеч хромосомы **6 и 11**, полученные от скрещиваний двух монотелодисомных линий, характеризовались присутствием гетероморфных бивалентов наряду с нормальными закрытыми бивалентами. Анализ стадии спорад микроспор, проведенный у анеуплоидных гибридных растений F_1 , с замещениями отдельных хромосом или их плеч обнаружил высокий мейотический индекс (от $94,32 \pm 0,74$ до $99,93 \pm 0,07$) и небольшое число тетрад с микроядрами (от $0,02 \pm 0,02$ до $1,18 \pm 0,31$ %), что указало на высокую мейотическую стабильность этих гибридных форм. Сравнительный анализ фертильности пыльцы выявил некоторые различия. Так, моносомные гибриды внутри семьи с замещением хромосомы **2** и двух семей с замещением хромосомы **4** имели сходные высокие показатели фертильности пыльцы, тогда как моносомные гибриды внутри других семей с замещением хромосомы **4** (F_1 Мо7 x Pima 3-79, F_1 Мо59 x Pima 3-79, F_1 Мо60 x Pima 3-79), с замещением хромосомы **6** (F_1 Мо34 x Pima 3-79), а также монотелодисомные гибриды с замещением отдельных плеч хромосомы **6** или **11** (F_1 Telo12 x Pima 3-79 и F_1 Тело21 x Pima 3-79) имели различия в фертильности пыльцы, которые были существенными (от $71,34 \pm 1,28$ у моносомного гибрида F_1 Мо92 x Pima 3-79 до $93,12 \pm 1,35$ % у моносомного гибрида F_1 Мо67 x Pima 3-79), что также указало на существование специфических различий в фертильности пыльцы у моносомных гибридных растений с замещениями отдельных хромосом.

Сравнительный анализ конъюгации хромосом у 14 гибридных моносомиков F_1 BC₁ с замещением хромосомы **4, 6, 7 и 18**, полученных от беккроссирования четырех моносомных линий, выявил нормальную для моносомиков хлопчатника конъюгацию хромосом с присутствием 25 бивалентов и одного унивалента разного размера. Однако наличие открытых бивалентов у одного моносомного гибрида в варианте F_1 BC₁ (Мо75 x F_1 104₂), наряду с закрытыми бивалентами, указало на нарушения в конъюгации хромосом.

Изучение конъюгации хромосом у четырех монотелодисомных гибридов с замещением отдельных плеч хромосомы **6** или **11** обнаружило гетероморфные биваленты, которые подтвердили нехватку одного из плеч этих хромосом. Анализ стадии спорад, проведенный у 13 моносомных растений F_1BC_1 с замещением хромосомы **4**, **6**, **7** и **18** обнаружил высокий мейотический индекс (от $89,89 \pm 1,17$ до $98,99 \pm 0,20$) и небольшое число тетрад с микроядрами (от $0,05 \pm 0,03$ до $1,34 \pm 0,47$ %). Однако два монотелодисомных гибрида в семье F_1BC_1 (Тело21 x F_1100_1) хотя и характеризовались высоким мейотическим индексом (до $92,34 \pm 1,14$), но выделялись увеличением числа тетрад с микроядрами (до $2,55 \pm 0,67$ %) по сравнению с гибридами F_1 .

Различия в фертильности пыльцы в различных семьях F_1BC_1 были существенными (от $67,27 \pm 1,45$ % у моносомика F_1BC_1 (Мо60 x F_1694_5) до $95,72 \pm 0,91$ % у моносомика F_1BC_1 (Мо48 x F_1529_{16})), что подтвердило существование специфических различий в фертильности пыльцы у гибридных растений с замещением хромосом. Один монотелодисомный гибрид F_1BC_1 с замещением плеча хромосомы **6** характеризовался небольшим снижением фертильности пыльцы (до $85,65 \pm 1,37$ %).

Анализ беккроссных потомств F_1BC_2 , полученных от скрещиваний моносомных и монотелодисомных гибридов F_1BC_1 с рекуррентными родителями, обнаружил гибридные моносомики F_1BC_2 только в 10 гибридных вариантах, поскольку в четырех вариантах моносомные гибриды определить не удалось, из-за сниженной скрещиваемости и небольшого числа гибридных растений в семьях, а также редкого воспроизводства моносомных цитотипов в потомстве. Изучение конъюгации хромосом на стадии метафазы I мейоза у гибридных моносомных форм F_1BC_2 с замещением хромосомы **4**, **6**, **7** и **18** выявило конъюгацию хромосом с формированием 25 бивалентов и одного унивалента. Анализ стадии спорад микроспор, проведенный у моносомных гибридов F_1BC_2 , обнаружил высокий мейотический индекс (от $92,27 \pm 0,60$ до $98,04 \pm 0,46$) и небольшое число тетрад с микроядрами (от $0,22 \pm 0,15$ до $1,31 \pm 0,41$ %) у большинства изученных растений, за исключением одного гибридного моносомика в варианте F_1BC_2 (Мо34 x $F_1BC_1293_3$), который выделялся снижением мейотического индекса (до $83,66 \pm 0,62$) и существенным увеличением числа тетрад с микроядрами (до $9,23 \pm 0,77$ %), причем все другие типы микроспор этого растения также характеризовались присутствием от одного до четырех микроядер, что свидетельствовало о нерегулярности расхождения унивалентов в анафазе мейоза и формировании численно несбалансированных гамет. Анализ фертильности пыльцы, проведенный только в пяти вариантах скрещиваний F_1BC_2 , обнаружил снижение фертильности пыльцы у растений трех вариантов скрещиваний (до $70,09 \pm 1,57$ %).

Сравнительный анализ фертильности пыльцы, проведенный между моносомными гибридами F_1 и моносомными беккроссными гибридами

F₁BC₁ и F₁BC₂, указал на частичное снижение фертильности пыльцы у гибридных моносомных растений с замещениями отдельных хромосом с увеличением числа беккроссов.

Список литературы

1. Saha S., J.Wu., J.N. Jenkins, J.C. McCarty, Jr., O.A. Gutierrez, D.M. Stelly, R.G. Percy, and D.A. Raska. Effect of Chromosome Substitutions from *Gossypium barbadense* L. 3-79 into *G. hirsutum* L. TM-1 on Agronomic and Fiber Traits // The Journal of Cotton Science. 2004. V. 8. P 162–169.
2. Saha S., Jenkins J. N., WU J., McCarty J. C. and Stelly D. M. Genetic analysis of agronomic and fibre traits using four interspecific chromosome substitution lines in cotton // Plant Breeding. 2008. V. 127. P. 612–618.
3. Sanamyan M.F., Petlyakova J., Rakhmatullina E.M., Sharipova E. World Cotton Germplasm Resources. Chapter 10. “Cytogenetic Collection of Uzbekistan”. Intech. – Croatia. – 2014. P. 247- 287.
4. Санамьян М.Ф., Бобохужаев Ш.У., Мамамов А.Х., Ачилов С.Г., Абдурахмонов И.Ю. Создание новой серии анеуплоидных линий у хлопчатника (*Gossypium hirsutum* L.) с идентификацией нехваток отдельных хромосом с помощью транслокационных и SSR-маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2016. – Т.20. – №5. С.643–652.
5. Санамьян М.Ф., Бобохужаев Ш.У. Идентификация унивалентных хромосом у моносомных линий хлопчатника *Gossypium hirsutum* L. с помощью цитогенетических маркеров // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2019. Т.23. – №7. – С. 836–845.

DOI 10.18699/GPB2020-66

Влияние стимуляторов роста на содержание хлорофилла “a” и “b” и каротиноидов в листьях пшеницы

Сатторов Б.Н.*, Сафаров Х.Р., Партоев К.

Институт ботаники, физиологии и генетики растений АН Республики Таджикистан, Душанбе

*e-mail: bosa6600@mail.ru

В лаборатории генетики и селекции растений Института ботаники, физиологии и генетики растений Академии наук Республики Таджикистан проведены опыты по выявлению действия стимуляторов на содержание хлорофиллов «a», «b» и каротиноидов на ростки четырех сортов пшеницы. В опыте изучены ростки сортов пшеницы, проросшие в следующих вариантах: 1. Контроль (вода); 2. Водный раствор стимулятора Узхитан; 3. Водный раствор ЭРА; 4. Водный раствор Узхитан+ЭРА. Через 10 дней подсчитали количество проросших семян, длины ростков и корней растений по вариантам опыта, а также определили количество хлорофиллов “a” и “b” и