

УДК 575.222:633.511

## СОЛЕУСТОЙЧИВОСТЬ СЕМЕЙ И ЛИНИЙ ХЛОПЧАТНИКА С РАЗЛИЧНОЙ ГЕНЕТИЧЕСКОЙ ОСНОВОЙ

Мухаммадиева Ш.Н.

<sup>1</sup>Национальный университет Узбекистана имени М.Улугбека, Ташкент,  
e-mail: shaxzodabonumuxammadieva01k@gmail.com

Целью исследования было изучение солеустойчивости семей и линий, полученных на основе географически отдаленной гибридизации хлопчатника в условиях различных фонов засоления. В качестве исходного материала были использованы 13 сортов семей и линий со сложной генетической основой, полученных при участии видов *G. thurberi* Tod., *G. raimondii* Ulbr., *G. arboreum* L., *G. hirsutum* L. и *G. barbadense* L. В статье представлен анализ полученных результатов оценки семей и линий со сложной генетической основой на устойчивость к засолению в лабораторных и полевых условиях. Всхожесть семян в лабораторных условиях сравнивали с контролем на питательных средах с 5 различными концентрациями солей (50, 100, 150, 200, 250 мкм/моль). По результатам исследований определено, что толерантность семей линий со сложной генетической основой значительно выше, чем у стандартных сортов, и установлено, что они устойчивы к засолению почвы. Сорт СП-1303 и семьи О-117-125/18, О-87-91/18 и одна линия Л-1379 показали высокий процент устойчивости в полевых и лабораторных условиях, и статистически доказано, что естественная устойчивость, характерная для диких видов, формировалась в их генотипе. Отбор устойчивых семей и линий в дальнейших исследованиях дает возможность создания новых линий и сортов с высокими показателями к солеустойчивости.

**Ключевые слова:** хлопчатник, сорт, гибридизация, сложная межвидовая гибридизация, генотип, геном, толерантность, семья, линия

## SALT TOLERANCE OF COTTON FAMILY AND LINES WITH DIFFERENT GENETIC BASIS

Muhammadieva Sh.N.

National University of Uzbekistan named after M. Ulugbek, Tashkent,  
e-mail: shaxzodabonumuxammadieva01k@gmail.com

The purpose of the study was to study the salt tolerance of families and lines obtained on the basis of geographically distant hybridization of cotton under different salinity backgrounds. As source material, 13 families of lines and varieties with a complex genetic basis were used, obtained with the participation of the species *G. thurberi* Tod., *G. raimondii* Ulbr., *G. arboreum* L., *G. hirsutum* L. and *G. barbadense* L. The article presents an analysis of the results obtained from assessing families and lines with a complex genetic basis for resistance to salinity in laboratory and field conditions. Seed germination in laboratory conditions was compared with control on nutrient media with 5 different salt concentrations (50 µm/mol, 100 µm/mol, 150 µm/mol, 200 µm/mol, 250 µm/mol). According to the research results, the tolerance of families of lines with complex genetic basis is significantly higher than that of standard varieties, and it was found that they are resistant to soil salinity, variety SP-1303 and families O-117-125/18, O-87-91/18 and one line L-1379 showed high resistance. percentage of resistance in field and laboratory conditions and statistically proven that the natural resistance characteristic of wild species was formed in their genotype. Selection of resistant families and lines in further research makes it possible to create new lines and varieties with high levels of salt tolerance.

**Keywords:** cotton, variety, hybridization, complex interspecific hybridization, genotype, genome, tolerance, family, line

### Введение

По всему миру хлопок является самой выращиваемой непищевой культурой – более 20 миллионов тонн ежегодного производства хлопкового волокна получают из растений, занимающих 30 миллионов гектаров посевов [1]. Современные глобальные изменения климата, способствующие ослаблению иммунитета растений, усилению вредоносности и распространности патогенов и их переносчиков [2], снижению устойчивости полевых культур к абиотическим [3] и биотическим факторам, негативно сказываются на сельскохозяйственном производстве [4]. Среди абиотических стрессов засоление является

глобальной проблемой и в основном встречается в засушливых и полусухих регионах из-за накопления свободной соли [5-7]. Для снижения факторов, влияющих на хлопковое сырье и выход волокна, важно создание новых сортов и развитие хлопководства путем переноса признаков естественной толерантности диких видов хлопчатника в генотип культурных сортов путем гибридизации. Поэтому на данный момент большое внимание уделяется изучению уникальных признаков и особенностей дикорастущих и культурных видов хлопчатника, привлечению их к гибридизации, обогащению генотипа *G. hirsutum* L. и *G. barbadense* L. и получению генетиче-

ски обогащенных уникальных форм хлопчатника. Для этого необходимо проводить исследования для создания новых гибридов путем скрещивания видов, принадлежащих к разным геномным группам хлопчатника, определения закономерностей наследования, изменчивости и формирования уникальных признаков в гибридных поколениях, в результате объединения в них уникальных признаков в один генотип, с новыми генетически обогащенными трансгрессивными рекомбинантными формами, семьями, линиями.

Изучение существующих диких и культурных видов хлопчатника, перенос уникальных признаков диких видов в генотип культурных сортов, оценка уровня устойчивости гибридов, линий и сортов хлопчатника к различным стрессовым факторам, вопросы определения закономерности наследственности и изменчивости признаков у гибридов со сложной генетической основой обсуждались отечественными и зарубежными учеными [8, с. 19; 9, с. 57].

В исследовании автора Манжина С.А. было показано, что семена, выращенные в засоленной почве в течение двух лет были более приспособлены к засолению, чем семена, выращенные в незасоленной почве. Отмечается, что при посадке этих семян в высококонцентрированную засоленную почву всхожесть составила 72%, а в незасоленную почву – 28% [10].

Засоленные почвы – это группа почв разного генезиса и свойств, имеющих в профиле такое количество легкорастворимых солей, которое ухудшает плодородие почв и отрицательно влияет на рост и развитие большинства растений. По химизму засоления различают почвы с нейтральным засолением –  $pH < 8,5$  (хлоридное, сульфатно-хлоридное, хлоридно-сульфатное, сульфатное) и щелочное засолением –  $pH > 8,5$  (хлоридно-содовое, содово-хлоридное, сульфатно-содовое, содово-сульфатное, сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатное). При оценке засоления почв, как правило, определяют анионы ( $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $Cl^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ) и катионы ( $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ) легкорастворимых солей. В некоторых случаях дополнительно определяют ионы боратов, нитратов и нитритов [11]. По данным Ишчанова Ж.К. и соавторов, наиболее опасным для растений считается засоление с избыточным содержанием карбоната натрия [12; 13], а по данным авторов статьи [14] – более токсично хлоридное засоление.

Засоление орошаемых земель в Сырдарьинской области распространено более чем на 90% орошаемой площади, приблизи-

тельно 20% из них – это земли со средней и сильной степенью засоления [15]. В Хорезмской области площадь засоленных земель составляет 68,8%, из них почти 50% – земли средней и сильной степени засоления [16; 17].

Из-за засоления почв Бухарской области каждый год урожай растений хлопчатника собирается намного меньше по сравнению с незасоленной почвой. И, как следствие засоления почв, понижается и качество урожая [18].

Цель исследования – оценка семей и линий со сложной генетической основой на устойчивость к засолению в лабораторных и полевых условиях.

### Материалы и методы исследования

В качестве объекта исследования выбраны 13 межгеномных сортов семей и линий со сложной генетической основой, полученных при участии видов *G. thurberi* Tod., *G. raimondii* Ulbr., *G. arboreum* L., *G. hirsutum* L. и *G. barbadense* L.

По результатам полевых исследований проведены гибридологический и вариационно-статистический анализ, где в условиях единого опыта изучались все родительские сорта, сорта-индикаторы и межсортные гибриды  $F_1 - F_2$ . Статистическая обработка данных проводилась по Б.П. Доспехову [19].

### Результаты исследования и их обсуждение

Проведены исследования по определению толерантности к засолению почв межгеномных семей и линий. Солеустойчивость этих семей и линий определяли путем предварительного выращивания их в лабораторных условиях на соленых питательных средах с разной концентрацией солей, то есть уровень всхожести семян на соленых питательных средах различной концентрации. Потому что при выращивании хлопчатника на засоленных почвах основное внимание уделяется получению полноценных всходов. На средне- и сильнозасоленных почвах не все образцы хлопчатника всходят и семена загнивают. Поэтому всхожесть семян сравнивали с контролем на питательных средах с 5 различными концентрациями солей (50, 100, 150, 200, 250 мкм/моль).

Для определения устойчивости этих семей и линий на каждую питательную среду высевали по 40 семян, в качестве образцовых сортов были взяты сорта С-4727 и С-6524, выращенные на полях средней и низкой засоленности (табл. 1). Всхожесть изучаемых семей линий колебалась от 85,0% (О-107-116/18) до 95,6% (О-117-125/18).

Таблица 1

Всхожесть семей и линий, полученных на основе комплексной межвидовой гибридизации хлопчатника в условиях заселения различной концентрации, % (в лабораторных условиях)

№	Семья и линии	N	0 м/моль (контроль)		50 м/моль		100 м/моль		150 м/моль		200 м/моль		250 м/моль	
			M±m	V%	M±m	V%	M±m	V%	M±m	V%	M±m	V%	M±m	V%
1	O-142-147/18	40	86,6±5,0	9,42	80,8±2,28	3,99	70,0±2,7	11,66	62,5±3,77	15,31	42,5±2,53	11,76	32,4±1,8	20,41
2	O-107-116/18	40	85,0±4,66	14,41	82,5±3,95	1,44	76,5±3,6	18,18	66,2±2,16	13,20	40,5±1,84	6,06	16,5±1,77	15,31
3	O-160-171/18	40	90,7±4,47	7,02	76,5±2,00	3,69	72,5±2,4	23,55	55,4±2,1	11,66	28,4±1,75	11,66	5,4±0,772	6,32
4	O-117-125/18	40	95,6±3,87	5,76	88,4±2,20	3,49	79,5±2,13	10,35	68,5±1,92	9,07	54,6±1,53	5,71	50,2±1,95	14,18
5	O-132-141/18	40	90±4,32	9,93	82,5±1,17	2,05	68,0±2,08	6,79	52,4±2,17	11,76	26,4±1,13	16,32	0	0
6	O-201-204/18	40	91,6±2,88	4,45	77,5±2,63	4,72	62,5±2,14	15,31	55,9±2,24	18,18	32,5±2,11	29,45	17,5±0,98	18,18
7	O-312-313/18	40	94,4±4,26	9,51	75,0±2,47	2,71	62,9±2,95	13,60	51,8±1,21	16,32	18,5±1,14	25,53	3,5±0,29	55,92
8	O-87-91/18	40	94,3±4,12	8,52	90,0±2,85	1,28	78,5±2,53	5,40	75,5±2,32	5,71	62,5±1,98	10,94	47,5±1,21	6,45
9	Л-1306	40	92,0±4,91	9,09	75,0±3,42	2,65	57,5±2,89	21,88	40,6±2,48	20,41	20,4±1,02	40,82	13,2±0,84	43,30
10	Л-1379	40	91,6±4,95	10,72	87,5±3,85	1,28	80,8±3,46	10,20	69,5±2,34	12,35	52,4±2,6	31,57	50,5±1,54	21,88
11	СП-1303	40	90,8±3,48	9,93	87,5±3,53	2,22	80,0±1,43	5,12	72,5±2,43	10,35	65,4±2,65	9,07	54,5±2,04	14,18
12	С-4727	40	90,5±4,47	7,02	82,5±2,91	3,27	70,4±3,24	20,41	65,4±4,08	23,09	48,6±2,12	51,63	19,5±1,08	38,49
13	С-6524	40	91,6±3,95	10,72	80,0±2,97	1,51	67,5±2,77	12,35	55,4±2,52	7,69	36,5±1,26	13,20	13,4±0,89	23,47

Низкий результат по уровню всхожести наблюдался у семей О-160-171/18 (5,4%), О-312-313/18 (3,5%) на среде 250 мкм/моль, что касается семян, относящихся к О-132 -141/18, обнаружено, что они не устойчивы к засолению (табл. 1). Можно сделать вывод, что эти семейства неустойчивы к засолению почв. Положительный результат отмечен у О-117-125/18, О-87-91/18 и Л-1379, а всхожесть этих семей и линий находилась в пределах 47,5-54,5% даже на питательной среде с соевым раствором концентрация 250 мкм/моль. То есть, хотя всхожесть этих семей и линий была в пределе 40-45% при концентрации соли 250 мкм/моль по сравнению с контрольным вариантом, они были полностью устойчивы к другим образцам и стандартным сортам. Следует отметить, что всхожесть семян образцов С-4727 и С-6524 в 250 мкм/моль питательной среде составляет 19,5% и 13,4%, что соответствует О-117-125/18, О-87-91/18 и Л-1379, это в 2-3 раза ниже индикаторных и стандартных сортов. Исходя из этого, наличие генов устойчивости к засолению почв в генотипе линий О-117-125/18, О-87-91/18 и Л-1379 свидетельствует о том, что они обеспечивают устойчивость к засолению.

Для того, чтобы дать полное заключение об устойчивости этих семей и линий, даль-

нейшие исследования проводились в полевых условиях на научно-опытной станции в условиях умеренного (0,2-0,4%) засоления почвы. Уровни всхожести регистрировали в одно и то же время на одной и той же глубине (4 см) (в каждую лунку высаживали по 3 семени) с 5-го по 12-й день после посева.

Как уже говорилось выше, в условиях засоленной почвы важным вопросом является всхожесть, ведь при получении полноценного саженца также есть возможность повысить урожайность. Согласно полученным данным, всхожесть семян у изучаемых сортов С-4727, С-6524 в полевых условиях составила 58,4% и 63,5% соответственно (табл. 2). В семьях и линиях всхожесть семян в полевых условиях колебалась от 56,4% (О-132-141/18) до 86,8% (О-87-91/18). Всхожесть ниже 60% отмечена у семей О-132-141/18 и О-201-204/18 в условиях средnezасоленной почвы.

Среди семей и линий со сложной генетической основой выделяют следующие образцы: О-142-147/18 (76,4%), СП-1303 (77,5%), Т-1379 (79,4%), О-117-125/18 (80,2%) и О-87-91/18 (86,8%) показали высокую всхожесть семян на средnezасоленных почвах в полевых условиях по сравнению с другими семьями и стандартными сортами, а показатель остальных семей находился в пределах 65-75%.

Таблица 2

Всхожесть семей и линий, полученных на основе комплексной межвидовой гибридизации хлопчатника в условиях засоления различной концентрации, % (в полевых условиях)

№	Семьи и линии	Происхождение семей и линий	N	$\bar{x} \pm S\bar{x}$	V%
1	О-142-147/18	F <sub>10</sub> (F <sub>1</sub> К- 28 x С-4727) x Омад	80	76,4±3,20	15,31
2	О-107-116/18	--/--	95	65.5±1,16	13,20
3	О-160-171/18	F <sub>10</sub> (F <sub>1</sub> К-28 x С-6524)	88	72,0±3,10	11,66
4	О-117-125/18	F <sub>9</sub> {BC <sub>2</sub> [(F <sub>1</sub> К-28 x С-6524) x Омад] x Омад}	70	80.2±1,50	9,07
5	О-132-141/18	F <sub>10</sub> (F <sub>1</sub> К-28 x С-4727)	81	56,4±3,15	11,76
6	О-201-204/18	Р. 169-176(2013)	75	59.7±2,70	18,18
7	О-312-313/18	F <sub>10</sub> (F <sub>1</sub> К- 28 тип arbor.) x Омад	77	65,7±2,30	16,32
8	О-87-91/18	F <sub>9</sub> {BC <sub>2</sub> [(F <sub>1</sub> К-28 x С-6524) x Омад] x Омад}	81	86,8±2,80	5,71
9	Л-1306	F <sub>8</sub> [BC <sub>1</sub> (F <sub>1</sub> К- 28 x С-4727) x Омад]	78	62.9±3,15	20,41
10	Л-1379	F <sub>12</sub> {BC <sub>1</sub> [(F <sub>1</sub> К-28 x С-6524) x Омад]}	91	79.4±2,50	12,35
11	СП-1303	F <sub>6</sub> [(F <sub>1</sub> К-28 x С-4727) x Омад] x Омад	83	77.5±1,35	10,35
12	С-4727	Стандартный сорт	77	63,5±3,85	23,09
13	С-6524	Стандартный сорт	71	58,4±2,65	7,69

### Заключение

Полученные результаты показывают, что всхожесть семян изученных семей и линий хлопчатника в среднесоленных почвах различна, что подтверждает ее прямую зависимость от их генотипа. Семьи и линии, у которых зафиксирована высокая всхожесть семян в лабораторных условиях с различной концентрацией соли, также показали высокую всхожесть и в полевых условиях. Определено, что всхожесть у семей и линий со сложной генетической основой значительно выше, чем у стандартных сортов, и установлено, что они устойчивы к засолению почвы. На основании полученных результатов можно сделать вывод, что естественная устойчивость, характерная для диких видов вследствие межгеномного скрещивания, передана семьям О-117-125/18, О-87-91/18 и линии Л-1379, что обеспечило их толерантность.

### Список литературы

1. Ажиметова Г.Н. Мировой опыт и обзор развития хлопководства в Казахстане // Современные проблемы науки и образования. 2011. № 1. URL: <https://science-education.ru/tu/article/view?id=4578> (дата обращения: 10.07.2024).
2. Завриев С., Игнатов А. Потенциальные угрозы в сфере сельскохозяйственной и продовольственной безопасности // Мировая экономика и международные отношения. 2020. Т. 64, № 7. С. 98–105. DOI: 10.20542/0131-2227-2020-64-7-100-107.
3. Кошкин Е.И., Андреева И.В., Гусейнов Г.Г. Влияние глобальных изменений климата на продуктивность и устойчивость сельскохозяйственных культур к стрессорам // Агрохимия. 2019. № 12. С. 83–96.
4. Кошкин Е.И., Андреева И.В., Гусейнов Г.Г., Гусейнов К.Г., Джалилов Ф.С.-У. Реакция сорного компонента агрофитоценоза на изменение климата // Агрохимия. 2020. № 11. С. 90–104.
5. Hussain S., Bai Z., Huang J., Cao X., Zhu L., Zhu C., Khaskheli M.A., Zhong C., Jin Q., Zhang J. 1-Methylcyclopropane modulates physiological, biochemical, and antioxidant responses of rice to different salt stress levels // Front Plant Sci. 2019. Vol. 10. P. 124. DOI: 10.3389/fpls.2019.00124.
6. Hussain S., Shaikat M., Ashraf M., Zhu C., Jin Q., Zhang J. Salinity stress in arid and semi-arid climates: Effects and management in field crops // Climate Change and Agriculture. 2019. DOI: 10.5772/intechopen.87982.
7. Hafeez M.B., Raza A., Zahra N., Shaikat K., Akram M.Z., Iqbal S., Basra S.M. Gene regulation in halophytes in conferring salt tolerance. 2021. P. 341–370. DOI: 10.1016/B978-0-12-819382-2.00022-3.
8. Аманов Б.Х. Получение генетически обогащенных линий на основе внутри- и межвидовой гибридизации перуанских видов хлопчатника: автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент, 2019. 47 с.
9. Бобоев С.Г., Муратов Г.А. Межвидовая гибридизация хлопчатника. Ташкент: Nishon noshir, 2017. 167 с.
10. Манжина С.А. К вопросу выявления химизма и степени засоления почв: российские и зарубежные практики // Мелиорация и гидротехника. 2021. Т. 11, № 3. С. 163–181.
11. Ризаева С.М. Отдаленная гибридная гибридизация хлопчатника и получение новых доноров (на примере новосветских видов): автореф. дис. ... докт. биол. наук. Ташкент. 1996. 50 с.
12. Ишчанов Ж.К., Юлчиев Д.Г., Шерматов Е. Экспресс-метод оценки засоленности орошаемых земель // Иригация и мелиорация. Спецвыпуск. 2020. С. 7-9.
13. Иванищев В.В., Евграшкина Т.Н., Бойкова О.И., Жуков Н.Н. Засоление почвы и его влияние на растения // Известия Тульского государственного университета. Науки о земле. 2020. № 3. С. 28-42.
14. Прокопьева К.О., Конюшкова М.В., Новикова Н.М., Соболев И.В. Цифровая фитоиндикация засоления почв в сухой степи (республика Калмыкия) // Аридные экосистемы. 2021. № 2 (87). С. 68-81.
15. Руководство по управлению засоленными почвами / Под редакцией Р. Варгаса, Е.И. Панковой, С.А. Балюка, П.В. Красильникова, Г.М. Хасанхановой. Рим: Продовольственная и сельскохозяйственная Организация Объединенных Наций, 2017. 153 с.
16. Садиев Ф.Ф., Широкова Ю.И., Палушова Г.К. Исследование мелиоративного воздействия препарата «Биосольвент» на засоленные почвы при промывке и орошении // Научный журнал Российского НИИ проблем мелиорации. 2021. № 1. С. 24–46.
17. Рузметов М.И., Ахмедов А.У., Мырзамбетов А.Б., Турдалиев Ж.М. Причины засоления и современное почвенно-экологическое состояние орошаемых земель низовьев Амударьи // Научное обозрение. Биологические науки. 2019. № 3. С.37-41.
18. Кудратов Т.У. Экологические проблемы в сельскохозяйственном производстве Бухары // Экологические проблемы в сельском хозяйстве. 2017. № 3. С. 5.
19. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований). М.: Логос, 2012. 352 с.