УДК 635.25:631.526.325
DOI:10.18619/2072-9146-2018-1-21-27

ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ РОДА *ALLIUM* L.

GENETIC DIVERSITY OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF THE GENUS *ALLIUM* L.

Романов В.С. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.
Кан Л.Ю. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.
Домблидес А.С. – кандидат с.-х. наук,
зав. лабораторией генетики и цитологии
Тимин Н.И. – доктор с.-х. наук, гл.н.с., профессор
Гуркина Л.К. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.
Тареева М.М. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.

Romanov V.S., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher
Kan L.Yu., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher
Domblides A.S., Ph.D. in Agriculture, Head
of Laboratory of Genetics and Cytology
Timin N.I., Doctor of Sciences, Principal Researcher, Professor
Gurkina L.K., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher
Tareeva M.M., Ph.D. in Agriculture, Senior Researcher

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
143080, Россия, Московская обл.,
Одинцовский р-н, п. ВНИССОК, ул. Селекционная, д.14
E-mail: romanov_valera@mail.ru; tareeva-marina@rambler.ru

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionaya St. 14, VNISSOK,
Odintsovo region, Moscow oblast, 143072, Russia
E-mail: romanov_valera@mail.ru; tareeva-marina@rambler.ru

Создание на основе межвидовой гибридизации принципиально новых форм растений с уникальным сочетанием генетического материала позволяет расширить рамки генотипической и фенотипической изменчивости. Нами проведен сравнительный анализ растений межвидовых гибридов рода *Allium* L. из различных инбредных потомств комбинаций скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* и *A. cepa* x *A. fistulosum* по селекционным признакам. Изучена частота проявления растений в потомствах по массе, окраске, форме луковицы, числу, высоте стрелок, семенной продуктивности и устойчивости к пероноспорозу. Были выявлены селекционно ценные формы: по массе луковицы более 100 г; с контрастной окраской сухих покровных чешуй луковицы; по индексу формы луковицы; по устойчивости к пероноспорозу растений первого года вегетации и семенных растений; по числу стрелок; по высоте стрелки; по семенной продуктивности с достаточно высоким процентом фертильных растений. Растения межвидовых гибридов лука сформировали луковицы массой от 20 до 120 г, с белой, золотисто-жёлтой, тёмно-золотисто-жёлтой, коричневато- и тёмно-фиолетовой окраской сухих покровных чешуй луковицы. Растения межвидовых гибридов лука имели плоскую и округло-плоскую форму луковицы с частотой проявления от 6,9 до 93,3% и от 11,7 до 93,3%. При фитопатологической оценке межвидовых гибридов лука первого года вегетации выявили растения с устойчивостью к пероноспорозу от 0 до 4,0 баллов. Проведённые исследования продемонстрировали увеличение генетического разнообразия у растений лука, полученных с помощью межвидовой гибридизации, насыщающих скрещиваний и инбридинга.

Ключевые слова: межвидовая гибридизация, генетическое разнообразие, *Allium cepa* L., *Allium fistulosum* L., *Allium vavilovii* M.Pop et Vved., селекционный признак.

Для цитирования: Романов В.С., Кан Л.Ю., Домблидес А.С., Тимин Н.И., Гуркина Л.К., Тареева М.М. ГЕНЕТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛУКА. Овощи России. 2018;(1):21-27. DOI:10.18619/2072-9146-2018-1-21-27

Selection based on interspecific hybridization of fundamentally new plant forms with a unique combination of genetic material allows expanding the scope of genotypic and phenotypic variability. In this work the comparative analysis of plants of interspecific hybrids of genus *Allium* L. from various inbred descendants of combinations of crossing of species *A. cepa* x *A. vavilovii* and *A. cepa* x *A. fistulosum* on selection traits is carried out. Forms were identified: by mass of the bulb more than 100 g; with contrasting coloration of dry cover scales bulbs; by the index of the shape of the bulb; on the resistance to peronosporosis of plants of the first year of vegetation and seed plants; by the number of arrows; height of the arrow; on seed production with a sufficiently high percentage of fertile plants. Plants of interspecific hybrids of onions formed bulbs weighing from 20 to 120 g, with white, golden-yellow, dark golden-yellow, brownish and dark purple color of dry covering scales of a bulb. Plants of interspecific hybrids of onions were flat and round-flat shape of the bulb with the frequency of symptoms ranging from 6.9 to 93.3% and from 11.7 to 93.3%. In a phytopathological evaluation of interspecific hybrids of onions the first year of vegetation identified plants with resistance to downy mildew is from 0 to 4.0 points. Was studied the frequency of occurrence of plants in the progenies weight, colour, bulb type, number, height of the seedstalk, seed productivity and resistance to downy mildew. The increase of genetic diversity in onion plants obtained on the basis of interspecific hybridization, backcrossing and inbreeding is shown.

Keywords: interspecific hybridization, genetic diversity, onion, *Allium cepa* L., *Allium fistulosum* L., *Allium vavilovii* M.Pop et Vved., selection trait.

For citation: Romanov V.S., Kan L.Yu., Domblides A.S., Timin N.I., Gurkina L.K., Tareeva M.M. GENETIC DIVERSITY OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF THE GENUS *ALLIUM* L. Vegetable crops of Russia. 2018;(1):21-27. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-1-21-27

Введение

Окультуривание овощных растений приводит к улучшению у них хозяйственно ценных признаков. Однако в процессе окультуривания постепенно происходит уменьшение их генетического разнообразия, снижение адаптации овощных культур к изменяющимся биотическим и абиотическим факторам среды. Создание на основе межвидовой гибридизации принципиально новых форм растений с уникальным сочетанием генетического материала позволяет расширить рамки генотипической и фенотипической изменчивости. Благодаря этому увеличивается возможность отбора ценных в практическом отношении генотипов.

Во ВНИССОК получены популяции межвидовых гибридов лука от скрещивания лука репчатого с многолетними видами лука (*A. vavilovii* M.Pop et Vved., *A. fistulosum* L., *A. altaicum* Pall.), по морфологическим признакам занимающие промежуточное положение между родительскими видами [1]. Последовательное использование системы скрещиваний, методов преодоления несовместимости (гибридизация видов, культура *in vitro*, бек-кроссы, насыщающие скрещивания, инбридинг) и отбора позволило получить генетически изменённые популяции многолетних и луковичных форм лука [2].

У популяций межвидовых гибридов лука высокое генетическое разнообра-

зие и потенциал при отборе для создания сортов с благоприятными селекционно ценными признаками, такими как окраска сухих чешуй, форма луковицы, содержание высоко растворимых и сухих веществ, устойчивость к грибным болезням.

Материал и методы

Селекционно-генетические исследования проводили на растениях инбредных потомств I₁₋₅ от BC₁₋₂ луковичных форм межвидовых гибридов лука комбинаций скрещивания F₃₋₅ (*A. cepa* x *A. vavilovii*), F₅ (*A. cepa* x *A. fistulosum*). Морфологические признаки у растений межвидовых гибридов лука оценивали согласно «Широкому унифицированно-

му классификатору СЭВ и международному классификатору СЭВ лука репчатого (*Allium cepa* L.)» [3]. Исследование выполнено на 20-40 растениях лука каждого потомства, как на растениях первого года вегетации, так и на семенных растениях. В качестве стандарта использовали растения сорта Одинцовец.

Изучали такие признаки, как окраска сухих покровных чешуй луковицы, масса луковицы, индекс формы луковицы – у растений первого года вегетации; высота стрелки, число стрелок, диаметр стрелки, семенная продуктивность – у растений-семенников.

Окраску сухих покровных чешуй луковицы, массу луковицы, индекс формы луковицы определяли после уборки и подсушивания луковиц. Высоту стрелки, число стрелок и диаметр стрелки учитывали в фазу цветения. Диаметр стрелки измеряли ниже вздутия цветоноса лука. Семенную продуктивность определяли путём взвешивания сухих очищенных семян. Уборку семян производили в фазу технической спелости отдельно с каждого растения. Измерения проводили у 40-50 растений первого года вегетации и у 15-20 семенных растений лука из каждого потомства I₁₋₅.

Растения первого года вегетации и семенные растения в полевых условиях выращивали по технологии возделывания культуры лука репчатого для данной почвенно-климатической зоны [4].

Для оценки на устойчивость к ЛМР использовали инфекционный фон на изолированном плохом проветриваемом орошаемом участке с искусственным заражением путём посадки растений

многоярусного лука и маточных луковиц репчатого лука, заражённых водной суспензией конидий гриба (10-15 конидий в поле зрения микроскопа). Фитопатологическая оценка включала выявление характера устойчивости межвидовых гибридов лука к пероноспорозу по 5-балльной шкале [5].

Статистическую обработку результатов проводили согласно «Методике полевого опыта» [6] и с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты исследований

Текущее изучение межвидовых гибридов лука направлено на выявление генетического разнообразия растений по форме и окраске луковицы, устойчивости к пероноспорозу, а также по морфометрическим характеристикам семенных растений. При анализе потомств межвидовых гибридов лука F₃₋₅ (*A. cepa* x *A. vavilovii*) и F₅ (*A. cepa* x *A. fistulosum*) был установлен ряд особенностей в зависимости от поколения инбридинга и беккрасса.

Растения межвидовых гибридов лука сформировали луковицы массой от 20 до 120 г (табл. 1). В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* масса луковицы у всех форм была не менее 20 г. Формы 63/15 и 64/15 характеризовались луковицей, превышающей 50 г (88,9 и 64,7%, соответственно). Только у формы 61/15 растений с луковицей более 100 г было 50,0%.

У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* разнообразие форм по массе луковицы было выше: отмечали варьирование массы луковицы как <20 г, так и более 100 г. Формы 55/15 и 80/15 имели более 37,0%

растений с массой луковицы 50-80 г. Кроме того, у растений формы 55/15 отсутствовали луковицы с массой меньше 50 г. Наименьшая изменчивость по массе луковицы наблюдалась у форм 6/15 и 60/15, у которых 80,0 и 82,7% растений образовали луковицы массой менее 50 г. Напротив, наибольшее разнообразие растений по массе луковицы отмечали у форм 65/15 и 18/15.

Растения стандарта (сорт Одинцовец) характеризовались массой луковицы от 20 до 100 г.

У растений межвидовых гибридов лука наблюдали разнообразную окраску сухих покровных чешуй луковицы: белую, золотисто-жёлтую, тёмно-золотисто-жёлтую, коричневатую и тёмно-фиолетовую (табл. 2). У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* преобладала золотисто-жёлтая (от 58,9 до 93,4%) и тёмно-золотисто-жёлтая (от 20,0 до 88,9%) окраска сухих покровных чешуй луковицы. Однако часть растений имела контрастную окраску луковицы: 63/15 – коричневатую (11,1%) и 11/15 – белую (6,6%).

Среди растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* также преобладала золотисто-жёлтая (13,3-94,1%) и тёмно-золотисто-жёлтая (10,3-86,7%) окраска сухих покровных чешуй луковицы. Исключение составили растения форм 19/15, 55/15 с коричневатой и 6/15 с тёмно-фиолетовой окраской сухих покровных чешуй с частотой появления 46,7, 62,5 и 16,7%, соответственно. В стандарте же все растения образовали луковицы золотисто-жёлтой окраски.

Растения луковичных форм межви-

Таблица 1. Частота появления форм у луковичных растений межвидовых гибридов лука первого года вегетации по признаку «масса луковицы», % (2015 год)
Table 1. Frequency of occurrence of forms in bulbous plants of interspecies hybrids onions of the first year of vegetation on the basis of "bulb weight", % (2015)

№ формы, комбинация скрещивания	Масса луковицы, г				
	<20	20-50	51-80	81-100	101-140
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	0	21,4	21,4	7,2	50,0
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	0	11,1	88,9	0	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	0	35,3	24,9	39,8	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	0	86,7	13,3	0	0
12/15 I ₄ (F ₄ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	0	50,0	50,0	0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	80,0	20,0	0	0
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	3,8	46,1	50,1	0	0
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	11,8	33,5	17,6	37,1
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	28,9	37,8	24,4	8,9
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	40,0	26,7	26,7	6,6
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	53,3	26,7	20,0	0
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	0	37,5	25,0	37,5
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	3,4	79,3	17,3	0	0
Одинцовец (<i>A. cepa</i>)	0	34,5	48,6	16,9	0
НСР ₀₅	5,0	30,7	22,6	15,8	20,4

Таблица 2. Частота появления форм у луковичных растений межвидовых гибридов лука первого года вегетации по признаку «окраска сухих покровных чешуй луковицы», % (2015 год)

Table 2. Frequency of emergence of forms in bulbous plants of interspecies hybrids onions of the first year of vegetation on the basis of "coloring of the dry bulb scales of the bulb", % (2015)

№ формы, комбинация скрещивания	Окраска сухих покровных чешуй луковицы				
	белая	золотисто-жёлтая	тёмно-золотисто-жёлтая	коричневая	тёмно-фиолетовая
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	0	85,7	14,3	0	0
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	0	0	88,9	11,1	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	0	58,9	41,1	0	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa x A. vavilovii))	6,6	93,4	0	0	0
12/15 I ₄ (F ₄ (A. cepa x A. vavilovii))	0	80,0	20,0	0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	88,3	0	0	16,7
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	61,5	38,5	0	0
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa x A. fistulosum))	0	94,1	5,9	0	0
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	66,7	33,3	0	0
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	13,3	86,7	0	0
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	53,3	0	46,7	0
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	37,5	0	62,5	0
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	89,7	10,3	0	0
Одинцовец (A. cepa)	0	100,0	0	0	0
НСП ₀₅	5,1	35,4	34,9	23,0	6,9

довых гибридов лука имели плоскую (I=0,6-0,7) и округло-плоскую (I=0,8-0,9) форму луковицы с частотой проявления от 6,9 до 93,3% и от 11,7 до 93,3%, соответственно (табл. 3). В комбинации скрещивания видов A. cepa x A. vavilovii растения характеризовались плоской и округло-плоской формой луковицы. При этом частота встречаемости луковиц полоской и округло-плоской

формы находилась в пределах от 10,0 до 90,0%. Исключение составляет форма 63/15, у которой 44,4% растений имели луковицы округло-плоской формы (I=0,8-0,9), а 55,6% растений – луковицы округлой формы (I=1,0).

Растения комбинации скрещивания видов A. cepa x A. fistulosum наряду с плоской, округло-плоской и округлой формой луковицы отличались овальной

(I=1,1-1,3) формой луковицы. У форм 18/15 и 56/15 сформировались плоские (93,3%), округлые (6,7%) и округлые (61,5%), овальные (38,5%) луковицы.

Растения стандарта в большей массе образовали луковицы округло-плоской и округлой формой с частотой встречаемости 25,4% и 74,6%, соответственно.

При фитопатологической оценке

Таблица 3. Частота появления форм у луковичных растений межвидовых гибридов лука первого года вегетации по признаку «индекс формы луковицы», I, % (2015 год)

Table 3. Frequency of occurrence of forms in bulbous plants of interspecies hybrids onions of the first year of vegetation on the basis of "index of the bulb shape", I, % (2015)

№ формы, комбинация скрещивания	Индекс формы луковицы, I			
	<0,7	0,8-0,9	1,0	1,1-1,3
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	57,1	42,9	0	0
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	0	44,4	55,6	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	52,9	47,1	0	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa x A. vavilovii))	10,0	90,0	0	0
12/15 I ₄ (F ₄ (A. cepa x A. vavilovii))	90,0	10,0	0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	90,0	10,0	0	0
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	0	0	61,5	38,5
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A. cepa x A. fistulosum))	87,8	12,2	0	0
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	88,3	11,7	0	0
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	93,3	0	6,7	0
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	6,7	93,3	0	0
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	87,5	12,5	0	0
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	6,9	93,1	0	0
Одинцовец (A. cepa)	0	25,4	74,6	0
НСП ₀₅	46,9	39,2	31,2	12,5

межвидовых гибридов лука первого года вегетации выявили растения с разнообразной устойчивостью к пероноспорозу (табл. 4). Процент появления растений относительно устойчивых к ложной мучнистой росе зависел от формы и комбинации скрещивания видов. В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* у форм 11/15 и 61/15 частота появления растений с поражением ЛМР от 0 до 0,5 баллов составила 26,7 и 21,4%, соответственно. При этом у этих форм наблюдали высокую частоту появления растений со слабым и средним поражением пероноспорозом. У остальных форм данной комбинации скрещивания отмечали низкую частоту появления растений со следами поражения ЛМР, в основном они имели слабое и среднее поражение листьев пероноспорозом.

У форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* растения имели балл поражения пероноспорозом на высоко- и среднеустойчивом уровне. Частота появления растений со следами поражения ЛМР была низкой (5,8-11,5%). Однако у растений форм 6/15 и 56/15 частота появления относительно устойчивых форм составила 10,0 и 11,5%, соответственно. Кроме того, у данных форм наблюдали высокую частоту появления слабо- и среднепораженных растений ЛМР. У остальных форм отмечали сильную дифференциацию растений по поражению пероноспорозом от 0,5 до 4,0 баллов.

В стандарте отмечали растения со

слабым, средним и сильным уровнем поражения пероноспорозом и даже гибелью растений.

Фитопатологическая оценка семенных растений межвидовых гибридов лука показала распределение форм по частоте появления растений, относительно устойчивых к пероноспорозу, в зависимости от комбинации скрещивания видов (табл. 5).

Семенные растения форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* в основном характеризовались слабым и средним поражением ЛМР (1,0-2,0 балла), что превосходило показатели комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* и контроля. Растения форм 11/15 и 12/15 показали высокую устойчивость к пероноспорозу, причем 80% растений формы 12/15 имели следы поражения, а у формы 11/15 отмечали слабое поражение 88,3% растений.

В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* большая часть семенных растений показала слабое и среднее поражение пероноспорозом. Следует отметить формы 6/15, 18/15 и 80/15, у которых наблюдали высокую частоту появления слабопораженных растений (66,7, 66,7 и 70,0 %, соответственно). Форма 65/15 характеризовалась наличием относительно высокоустойчивых (10,0%) и слабопораженных (85%) растений.

У сорта Одинцовец (стандарт) семенные растения были поражены на 2,0 и 3,0 балла (65,5%).

Исследование семенных растений межвидовых гибридов лука показало, что число стрелок у большинства

растений варьировало от 2 до 5 шт (табл. 6). У сорта Одинцовец (стандарт) наблюдали появление растений с малым и средним числом стрелок (53,8 и 30,9%, соответственно). В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* у большинства растений отмечали не более 3 стрелок (14,3-70,0%). Однако 28,6% растений формы 61/15 имели 6-7 стрелок. У форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* наблюдали схожие тенденции в частоте появления растений со средним числом стрелок (25,0-95,6%). У форм 19/15, 65/15 и 80/15 часть растений имели 6-7 стрелок (20,0, 10,0 и 33,3%, соответственно).

Анализ форм семенных растений межвидовых гибридов лука показал, что высота стрелки находилась на среднем уровне в обеих комбинациях скрещивания видов и у большинства форм (табл. 7). У семенных растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* высота стрелки составила в основном от 51 до 100 см. Однако у формы 11/15 отмечали 16,7% растений, имеющих короткую стрелку (20-50 см). Комбинация скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* характеризовалась растениями со средней высотой стрелки, как и в стандарте.

Семенная продуктивность растений межвидовых гибридов лука зависела как от комбинации скрещивания видов, так и от формы растения (табл. 8). Комбинация скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* в основном характеризовалась низкой семенной продуктивностью с растения. Самые высокие

Таблица 4. Частота появления форм у луковичных растений межвидовых гибридов лука первого года по признаку «поражение пероноспорозом», % (2015 год)

Table 4. Frequency of occurrence of forms in bulbous plants of interspecific hybrids onions of the first year on the basis of "peronosporosis damage", % (2015)

№ формы, комбинация скрещивания	Поражение пероноспорозом, балл				
	0-0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	21,4	42,8	35,8	0	0
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	11,1	55,6	33,3	0	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	17,6	29,4	47,1	5,9	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	26,7	40,0	33,3	0	0
12/15 I ₄ (F ₄ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	7,1	42,9	50,0	0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	10,0	45,0	20,3	24,7	0
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	11,5	19,2	15,4	46,2	7,7
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	5,8	29,4	58,8	6,0	0
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	8,9	33,4	35,5	22,2	0
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	6,7	40,0	26,7	26,6	0
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	26,7	53,3	13,3	6,7
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	7,5	35,0	18,8	28,7	10,0
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	43,3	57,7	0	0
Одинцовец (<i>A. cepa</i>)	0	16,7	45,0	30,0	8,3
НСР ₀₅	10,1	12,9	17,0	17,2	6,5

Таблица 5. Частота появления форм у луковичных семенных растений межвидовых гибридов лука по признаку «поражение пероноспорозом», % (2016 год)

Table 5. Frequency of occurrence of forms in bulbous seed plants of interspecific onion hybrids on the basis of "peronosporous lesion", % (2016)

№ формы, комбинация скрещивания	Поражение пероноспорозом, балл				
	0-0,5	1,0	2,0	3,0	4,0
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.vavilovii))	0	14,3	85,7	0	0
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.vavilovii))	11,1	33,2	55,7	0	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.vavilovii))	16,7	33,3	33,3	16,7	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сепа x A.vavilovii))	16,7	88,3	0	0	0
12/15 I ₄ (F ₄ (A.сепа x A.vavilovii))	80,0	10,0	10,0	0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	66,7	33,3	0	0
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	22,2	22,2	22,2	33,4
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сепа x A.fistulosum))	0	66,7	33,3	0	0
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	10,0	85,0	5,0	0	0
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	70,0	30,0	0	0
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	40,0	20,0	40,0	0
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	25,0	50,0	25,0	0
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	11,1	72,2	11,1	5,6
Одинцовец (A.сепа)	0	12,4	29,2	36,3	22,1
НСР ₀₅	24,5	32,4	28,1	17,2	12,5

Таблица 6. Частота появления форм у луковичных семенных растений межвидовых гибридов лука по признаку «число стрелок», % (2016 год)

Table 6. Frequency of occurrence of forms in bulbous seed plants of interspecific onion hybrids on the basis of "number of arrows", % (2016)

№ формы, комбинация скрещивания	Число стрелок, шт			
	0-1	2-3	4-5	6-7
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.vavilovii))	0	14,3	57,1	28,6
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.vavilovii))	0	64,2	35,8	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.vavilovii))	50,0	33,3	16,7	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сепа x A.vavilovii))	50,0	50,0	0	0
12/15 I ₄ (F ₄ (A.сепа x A.vavilovii))	10,0	70,0	20,0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	16,7	83,3	0	0
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	11,1	88,9	0	0
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сепа x A.fistulosum))	0	55,6	11,1	33,3
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	10,0	45,0	35,0	10,0
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	90,0	10,0	0
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	0	80,0	0	20,0
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	50,0	25,0	25,0	0
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (A.сепа x A.fistulosum))	4,4	95,6	0	0
Одинцовец (A.сепа)	15,3	53,8	30,9	0
НСР ₀₅	22,6	29,2	20,6	14,2

Таблица 7. Частота появления форм у луковичных семенных растений межвидовых гибридов лука по признаку «высота стрелки», % (2016 год)

Table 7. Frequency of occurrence of forms in bulbous seed plants of interspecific hybrids of onions based on the "height of the arrow", % (2016)

№ формы, комбинация скрещивания	Высота стрелки, см		
	20-50	51-100	101-150
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.vavilovii))	0	100,0	0
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.vavilovii))	0	100,0	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.vavilovii))	0	100,0	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сера x A.vavilovii))	16,7	83,3	0
12/15 I ₄ (F ₄ (A.сера x A.vavilovii))	0	100,0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	100,0	0
Одинцовец (A.сера)	0	100,0	0
НСР ₀₅	6,9	6,9	4,7

Таблица 8. Частота появления форм у луковичных семенных растений межвидовых гибридов лука по признаку «семенная продуктивность», % (2016 год)

Table 8. Frequency of occurrence of forms in bulbous seed plants of interspecific onion hybrids on the basis of "seed productivity", % (2016)

№ формы, комбинация скрещивания	Семенная продуктивность, г/растения				
	<0,1	0,2-0,5	0,6-1,0	1,1-2,0	>2,0
61/15 I ₅ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.vavilovii))	7,1	35,8	50,0	7,1	0
63/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.vavilovii))	13,3	26,7	53,3	6,7	0
64/15 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.vavilovii))	16,7	16,7	33,3	33,3	0
11/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сера x A.vavilovii))	33,3	66,7	0	0	0
12/15 I ₄ (F ₄ (A.сера x A.vavilovii))	30,0	50,0	0	20,0	0
6/15 I ₁ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	66,7	33,3	0	0	0
56/15 I ₁ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	0	11,1	22,2	55,6	11,1
80/15 I ₂ BC ₁ (F ₃ (A.сера x A.fistulosum))	0	22,2	22,2	22,2	33,4
65/15 I ₂ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	5,0	5,0	15,0	20,0	55,0
18/00 I ₃ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	40,0	30,0	30,0	0	0
19/15 I ₃ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	60,0	40,0	0	0	0
55/15 I ₄ BC ₁ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	50,0	50,0	0	0	0
60/15 I ₄ BC ₂ (F ₅ (A.сера x A.fistulosum))	22,2	44,4	33,4	0	0
Одинцовец (A.сера)	13,3	33,3	46,7	6,7	0
НСР ₀₅	25,2	19,4	23,0	19,2	19,3

показатели по анализируемому признаку отмечали у форм 64/15 и 12/15, у которых 33,3 и 20,0% растений, имели массу семян от 1,1 до 2,0 г с растения. В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* форма 6/15 характеризовалась очень низкой массой семян – 66,7% растений имели менее 0,1 г с растения. А формы 56/15, 65/15 и 80/15 выделялись относительно высокой семенной продуктивностью по сравнению с остальными формами данной комбинации скрещивания с частотой появления растений с массой семян более 2,0 г – 11,1, 55,0 и 33,4%, соответственно. Растения контроля имели низкие и средние показатели семенной продуктивности – до 2,0 г.

Заключение

Сравнительный анализ растений межвидовых гибридов лука из различных инбредных потомств комбинаций скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* и *A. cepa* x *A. fistulosum* позволил показать частоту проявления растений по селекционным признакам и выявить формы:

- по массе луковицы – 61/15, 80/15 и 55/15, имеющие луковицы более 100 г;
- по окраске сухих покровных чешуй луковицы – 6/15, 11/15, 19/15, 55/15 и 63/15 с контрастной окраской луковицы;
- по индексу формы луковицы – 6/15, 11/15, 12/15, 18/15, 19/15 и 60/15;
- по устойчивости к пероноспорозу растений первого года вегетации – 6/15, 11/15, 56/15 и 61/15 с большой частотой появления высоко- и среднеустойчивых растений;
- по устойчивости к пероноспорозу семенных растений – 6/00, 11/00, 12/00, 18/00, 65/00 и 80/00 с низкой частотой появления высокоустойчивых растений в потомстве;
- по числу стрелок – 19/15, 61/15, 65/15 и 80/15 с самыми высокими значениями частоты появления растений с большим числом стрелок;
- по высоте стрелки – 11/15 с короткой стрелкой;
- по семенной продуктивности – 64/15, 65/15 и 80/15 с достаточно высоким процентом фертильных растений.

Проведенные исследования продемонстрировали увеличение генетического разнообразия у растений лука, полученных с помощью межвидовой гибридизации, насыщающих скрещиваний и инбридинга.

$I_1BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$

$I_2BC_1(F_3(A. cepa \times A. vavilovii))$

$I_3BC_1(F_5(A. cepa \times A. fistulosum))$

$I_3BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$

$I_4BC_1(F_5(A. cepa \times A. vavilovii))$

Литература

1. Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А. Межвидовая гибридизация луков с целью получения форм, устойчивых к ложной мучнистой росе // Докл. ВАСХНИЛ. – М.: Колос, 1983. – № 8. – С. 190.
2. Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А. Межвидовая гибридизация лука: Науч. тр. по селекции и семеноводству. – М., 1995. – С. 91–101.
3. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ лука репчатого (*Allium cepa* L.). – СССР, Оломоуц, 1980. – 44 с.
4. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. – М. ВНИССОК. – 2001. – 500 с.
5. Методические указания по селекции луковых культур. – М., ВНИССОК, 1997. – 125 с.
6. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.

References

1. Titova I.V., Timin N.I., Yuryeva N.A. Interspecific hybridization of onions in order to obtain forms resistant to downy mildew, Dokl. VASHNIL. – Moscow: Kolos, 1983. – No. 8. – P. 190.
2. Titova I.V., Timin N.I., Yuryeva N.A. Interspecific hybridization of onions: Nauch. tr. on selection and seed-growing. – M., 1995. – P. 91–101.
3. The wide unified classification of the CMEA and the international classifier of CMEA onions (*Allium cepa* L.). – Czechoslovakia., Olomouc., 1980. – 44 p.
4. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion crops. – M. VNISSOK. – 2001. – 500 p.
5. Methodological guidelines for the selection of onion crops. – M., VNISSOK, 1997. – 125 p.
6. Dosphehov B.A. Methodology of field experience. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.