



СЕЛЕКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ФОРМ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛУКА

BREEDING CHARACTERISTICS OF PERENNIAL FORMS OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF ALLIUMS

Романов В.С. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.
<https://orcid.org/0000-0002-3287-1914>

Домблидес А.С. – кандидат с.-х. наук, зав. лабораторией
<https://orcid.org/0000-0002-5617-9498>

Кан Л.Ю. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.
<https://orcid.org/0000-0001-7902-503x>

Солдатенко А.В. – доктор с.-х. наук, проф. РАН

Тареева М.М. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.
<https://orcid.org/0000-0001-5817-0860>

Romanov V.S. – PhD, Senior Scientist
<https://orcid.org/0000-0002-3287-1914>

Domblydes A.S. – PhD, Head, by laboratory
<https://orcid.org/0000-0002-5617-9498>

Kan L.Yu. – PhD, Senior Scientist
<https://orcid.org/0000-0001-7902-503x>

Soldatenko A.V. – doctor of Sciences, Professor RAS, Director

Tareeva M.M. – PhD, Senior Scientist
<https://orcid.org/0000-0001-5817-0860>

ФГБНУ «Федеральный научный центр овощеводства» (ФГБНУ ФНЦО)
143072, Россия, Московская обл.,
Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д.14
E-mail: romanov_valera@mail.ru; tareeva-marina@rambler.ru

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center
Selectionnaya str., 14, p. VNISSOK,
Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia
E-mail: romanov_valera@mail.ru; tareeva-marina@rambler.ru

В селекционных программах сельскохозяйственных культур межвидовая гибридизация – важный инструмент для создания генетически обновленного исходного материала при селекции сортов. Дикорастущие близкородственные формы культурных видов содержат гены хозяйственно ценных признаков, которые в результате скрещивания культурных растений с дикорастущими сородичами переносятся в геном культурного растения. Материалом исследования служили многолетние растения межвидовых гибридов лука $BC_2(F_{3-5}(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$, $BC_1(F_{1-5}(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$, $F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{altaicum})$ и их инбредные потомства. В качестве стандарта по биометрии и поражаемости растений пероноспорозом использовали сорт лука репчатого Одинцовец, так как этот сорт участвовал при проведении насыщающих скрещиваний лука, а также многолетние виды *A. fistulosum* L., *A. altaicum* Pall. Полевые опыты проводили согласно общепринятой методике в условиях Московской области на опытно-производственной базе ФГБНУ ФНЦО. На основании результатов исследований выделены формы комбинаций скрещивания видов *A. cepa* \times *A. vavilovii*, *A. cepa* \times *A. fistulosum* и *A. cepa* \times *A. altaicum*, представляющие интерес для селекции по числу листьев, длине листьев, числу стрелок, высоте стрелки, высокой фертильности и относительной высокой устойчивости к ЛМР. Формы комбинаций скрещивания видов *A. cepa* \times *A. vavilovii* характеризовались выровненностью по числу стрелок (5-7 шт), высоте стрелки (96 см) и устойчивости к пероноспорозу (1,0-1,5 балла). Формы комбинаций скрещивания видов *A. cepa* \times *A. fistulosum* выделялись выровненностью по числу стрелок (5 шт), высоте стрелки (85-96 см), устойчивости к пероноспорозу (1,0-1,5 балла) и высокой фертильностью (более 60%). По признаку период «начало вегетации – массовая завязываемость семян» в каждой комбинации скрещивания видов были выделены отдельные формы, которые отличались скороспелостью: $BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$ (86 суток), $BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ (63 суток), $I_1F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{altaicum})$ (61 сутки).

Ключевые слова: межвидовая гибридизация, лук репчатый, лук батун, лук алтайский, лук Вавилова, селекционные признаки.

Для цитирования: Романов В.С., Домблидес А.С., Кан Л.Ю., Солдатенко А.В., Тареева М.М. СЕЛЕКЦИОННЫЕ ОСОБЕННОСТИ МНОГОЛЕТНИХ ФОРМ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛУКА. Овощи России. 2018; (5): 18-24. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-18-24

In breeding programs agriculture, interspecies hybridization is an important tool for creating a genetically updated source material in the breeding of varieties. The material consisted of perennial plants of interspecific hybrids of onions $BC_2(F_{3-5}(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$, $BC_1(F_{1-5}(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$, $F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{altaicum})$ and their inbred offspring. As standard on biometrics and the susceptibility of plants with downy mildew used a variety of onion Odintsovet, as this grade participated in the conduct of the saturating crosses of onion and perennial species *A. fistulosum* L., *A. altaicum* Pall. Field experiments were carried out according to the standard technique in conditions of the Moscow region at the experimental base of FSBSI FSVC. Based on the results of the research highlighted in the form of combinations of the cross *A. cepa* \times *A. vavilovii* and *A. cepa* \times *A. fistulosum* and *A. cepa* \times *A. altaicum* interest to breeding in number of leaves, length of leaves, number of seedstalks, the height of the seedstalks, high fertility and relatively high resistance to *Peronospora destructor*. Forms combination of the cross *A. cepa* \times *A. vavilovii* was characterized by uniformity the number of seedstalks (5-7 PCs), the height of the seedstalks (96 cm) and resistance to downy mildew (1.0-1.5 score). Forms combination of the cross *A. cepa* \times *A. fistulosum* stood uniformity by the number of seedstalks (5 PCs), the height of the seedstalks (85-96 cm), resistance to downy mildew (1.0-1.5 score) and a high fertility rate (over 60%). On the basis of the company "regrowth – mass setting of seeds" in each combination of mating types was allocated a separate form, which was distinguished by precocity: $BC_1(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{vavilovii}))$ (86 days), $BC_2(F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{fistulosum}))$ (63 days), $I_1F_5(A. \text{cepa} \times A. \text{altaicum})$ (61 days).

Keywords: interspecific hybridization, *A. cepa* L., *A. fistulosum* L., *A. vavilovii* M. Pop. et Vved., *A. altaicum* Pall., breeding traits.

For citation: Romanov V.S., Domblydes A.S., Kan L.Yu., Soldatenko A.V., Tareeva M.M. BREEDING CHARACTERISTICS OF PERENNIAL FORMS OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF ALLIUM. Vegetable crops of Russia. 2018;(5):18-24. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-18-24

Введение

Межвидовая гибридизация растений привлекает внимание ученых уже не одно десятилетие. В селекционных программах сельскохозяйственных культур межвидовая гибридизация – важный инструмент для создания генетически обновленного исходного материала при селекции сортов.

Дикорастущие близкородственные формы культурных видов содержат гены хозяйственно ценных признаков, которые в результате скрещивания культурных растений с дикорастущими сородичами переносятся в геном культурного растения.

Лук репчатый (*Allium cepa* L.), лук батун (*A. fistulosum* L.), лук алтайский

(*A. altaicum* Pall.) – одни из самых важных культур для отрасли овощеводства. Возделывание и распространение этих культур зависит от биотических (болезней, вредителей) и абиотических (почва, температура и недостаток влаги) факторов. Генетическая изменчивость в пределах этих видов лука ограничена, поэтому востребова-

но расширение их геномов генами дикорастущих видов.

Лук репчатый – культурный вид, не найденный в дикорастущей флоре. Создание нового исходного материала лука репчатого на основе интрогрессивной селекции продвигается не так быстро из-за длительного 3-х летнего жизненного цикла. Лук батун, лук алтайский – в основном перекрестно-опыляющиеся двулетники. В селекции у этих видов преобладает гибридизация между отдаленными генотипами для увеличения генетической изменчивости с последующим самоопылением, массовым или семейным отбором в пределах расщепляющихся популяций. Лук Вавилова (*A. vavilovii* M. Pop. et Vved.) является самым близким известным сородичем лука репчатого, так как они скрещиваются между собой и морфологически сходны [1, 2].

Анализ скрещиваемости лука репчатого с его близкородственными дикорастущими формами показал, что *A. vavilovii* M. Pop. et Vved. скрещивается с луком репчатым, *A. fistulosum* L. и *A. altaicum* Pall. показывают низкий уровень фертильности из-за серьезных барьеров нескрещиваемости [3, 4].

Популяции дикорастущих видов могут скрещиваться с луком репчатым, но фактическое значение использования генома дикорастущих видов зависит от фертильности потомства и присутствия хозяйственно ценных признаков. В настоящее время основное внимание межвидовой гибридизации лука сосредоточено на устойчивости к болезням и вредителям [5, 6]. Ввиду увеличивающегося спроса на экологически безопасные продукты межвидовая гибридизация лука не теряет своей актуальности.

Материалы и методы

Материалом исследования служили многолетние растения межвидовых

гибридов лука $BC_2(F_{3-5}(A. \text{sepa} \times A. \text{fistulosum}))$, $BC_1(F_{1-5}(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$, $F_5(A. \text{sepa} \times A. \text{altaicum})$ и их инбредные потомства. В качестве стандарта по биометрии и поражаемости растений пероноспорозом использовали сорт лука репчатого Одинцовец, так как этот сорт участвовал при проведении насыщающих скрещиваний лука, а также многолетние виды *A. fistulosum* L., *A. altaicum* Pall.

Полевые опыты проводили согласно «Методике полевого опыта» [7]. Растения лука выращивали по общепринятой для зоны технологии. Биометрическую оценку проводили согласно «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность», «Широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору СЭВ лука репчатого (*Allium sepa* L.)» [8, 9].

При морфологической оценке растений лука наблюдения проводили по числу листьев, длине листа, числу стрелок, высоте стрелки, диаметру стрелки, по продолжительности периода «отрастание – массовая завязываемость семян» и завязываемости семян.

Фитопатологическую оценку вели согласно «Методическим указаниям по селекции луковых культур» [10]. Растения выращивали на инфекционном фоне с благоприятными условиями для развития пероноспороза. Учеты и наблюдения выполняли индивидуально по 15-30 растениям каждой формы межвидового гибрида. Оценка устойчивости заключалась в определении характера поражения и размера пораженной площади листьев и стрелок.

Анализ осуществляли дважды за вегетационный период – в период начала цветения и при созревании семян. Это обусловлено тем, что при первой оценке поражение пероноспо-

розом проявляется слабо, а при второй – уже в сильной степени.

Завязываемость семян – важный селекционный признак. С целью повышения завязываемости семян у многолетних межвидовых гибридов лука проводили насыщающие скрещивания с луком репчатым. Затем самоопыляли полученные беккроссы и оценивали завязываемость семян.

Инбридинг растений лука проводили в защищенном грунте и в полевых условиях [11]. Определяли завязываемость инбредных семян в процентах.

Завязываемость инбредных семян (в %) определяли, как соотношение завязавшихся коробочек к количеству цветков в соцветии.

$$N = \frac{N_k}{N_u} \cdot 100\% \text{ где:}$$

N – завязываемость семян, %;

N_k – число коробочек, шт.;

N_u – число цветков в соцветии, шт.;

100 – коэффициент для пересчета в %.

Исследования и статистическую обработку результатов проводили согласно «Методике полевого опыта» [7] с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты исследований

При оценке многолетних межвидовых гибридов лука по числу листьев выявлено различное проявление выравненности растений в зависимости от поколения инбридинга и комбинации скрещивания видов. Количество листьев у растений в потомствах варьировало в среднем от 5,1 до 7,6 шт., коэффициент вариации изменялся от 9,4 до 49,0% (табл. 1).

Таблица 1. Оценка многолетних форм межвидовых гибридов лука по общему числу листьев, шт. (2016-2017 годы)

Table 1. Evaluation of perennial forms of interspecific hybrids of *Allium* by the total number of leaves, pieces (2016-2017)

Форма, комбинация скрещивания	2016 год		2017 год	
	$X_{cp} \pm Sx_{cp}$	Cv, %	$X_{cp} \pm Sx_{cp}$	Cv, %
$BC_1(F_1(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	6,3±0,2	9,4	5,4±0,7	15,9
$BC_1(F_2(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	5,4±1,3	31,4	5,2±1,1	20,0
$BC_1(F_3(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	7,2±1,1	14,0	5,2±1,2	25,9
$BC_1(F_5(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	7,2±1,1	13,2	5,4±1,1	25,9
$I_1BC_1(F_1(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	5,1±1,6	36,9	6,2±3,1	49,0
$I_1BC_1(F_2(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	5,3±1,2	22,9	7,1±1,1	15,0
$I_1BC_1(F_3(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	5,1±1,2	22,7	5,6±1,2	27,9
$I_1BC_1(F_5(A. \text{sepa} \times A. \text{vavilovii}))$	6,4±1,0	30,8	7,4±2,0	30,7
$BC_2(F_3(A. \text{sepa} \times A. \text{fistulosum}))$	5,3±1,1	30,5	5,5±1,7	36,9
$BC_2(F_5(A. \text{sepa} \times A. \text{fistulosum}))$	5,3±1,6	39,8	7,6±1,3	19,6
$I_1BC_2(F_5(A. \text{sepa} \times A. \text{fistulosum}))$	6,2±1,2	24,4	5,4±1,3	26,7
$I_1BC_2(F_6(A. \text{sepa} \times A. \text{fistulosum}))$	7,1±1,2	19,6	6,2±1,3	21,5
$I_1F_5(A. \text{sepa} \times A. \text{altaicum})$	6,3±0,9	32,7	5,6±1,0	23,0
Одинцовец (<i>A. sepa</i>)	6,2±1,1	38,9	6,4±1,2	33,1
HCP ₀₅		11,9		11,2

Таблица 2. Оценка многолетних форм межвидовых гибридов лука по длине листа, см (2016-2017 годы)
Table 2. Evaluation of perennial forms of interspecific hybrids of *Allium* by length of sheet, cm (2016-2017)

Форма, комбинация скрещивания	2016 год		2017 год	
	$\bar{X}_{\text{ср}} \pm S_{\bar{X}_{\text{ср}}}$	$C_v, \%$	$\bar{X}_{\text{ср}} \pm S_{\bar{X}_{\text{ср}}}$	$C_v, \%$
BC ₁ (F ₁ (A. cepa x A. vavilovii))	29,8±5,8	12,1	26,1±2,5	9,7
BC ₁ (F ₂ (A. cepa x A. vavilovii))	24,5±9,1	48,8	39,3±9,4	24,0
BC ₁ (F ₃ (A. cepa x A. vavilovii))	41,7±6,3	15,4	34,3±10,4	30,9
BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	45,8±6,5	12,8	30,1±8,4	27,5
I ₁ BC ₁ (F ₁ (A. cepa x A. vavilovii))	26,6±9,1	41,2	40,6±15,5	39,0
I ₁ BC ₁ (F ₂ (A. cepa x A. vavilovii))	28,7±6,8	30,6	48,4±2,5	5,0
I ₁ BC ₁ (F ₃ (A. cepa x A. vavilovii))	38,6±9,2	23,1	28,6±8,8	31,9
I ₁ BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	39,5±7,6	28,3	43,7±9,1	21,4
BC ₂ (F ₃ (A. cepa x A. fistulosum))	32,7±8,2	35,4	31,5±12,6	41,2
BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	34,6±8,6	34,9	43,8±5,8	13,7
I ₁ BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	40,4±9,4	24,9	31,4±9,2	30,2
I ₁ BC ₂ (F ₃ (A. cepa x A. fistulosum))	24,5±6,5	13,7	41,5±7,7	18,6
I ₁ F ₅ (A. cepa x A. altaicum)	23,6±9,4	25,8	28,6±8,5	31,0
Одинцовец (A. cepa)	40,1±15,1	33,8	23,8±9,5	41,4
НСП ₀₅		13,5		13,7

Таблица 3. Оценка растений многолетних форм межвидовых гибридов лука по числу стрелок, шт. (2016-2017 годы)
Table 3. Evaluation of plants of perennial forms of interspecific hybrids of *Allium* by the number of seedstalks, pieces (2016-2017)

Форма, комбинация скрещивания	2016 годы		2017 годы	
	$\bar{X}_{\text{ср}} \pm S_{\bar{X}_{\text{ср}}}$	$C_v, \%$	$\bar{X}_{\text{ср}} \pm S_{\bar{X}_{\text{ср}}}$	$C_v, \%$
BC ₁ (F ₁ (A. cepa x A. vavilovii))	2,3±0,3	21,1	5,2±0,8	14,2
BC ₁ (F ₂ (A. cepa x A. vavilovii))	4,2±1,1	26,2	8,6±2,3	12,6
BC ₁ (F ₃ (A. cepa x A. vavilovii))	2,1±0,7	11,5	4,4±1,1	35,1
BC ₁ (F ₅ (A. cepa x A. vavilovii))	2,3±0,1	34,2	5,1±1,2	32,1
BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	3,2±0,6	57,3	7,3±2,5	36,2
BC ₂ (F ₃ (A. cepa x A. fistulosum))	2,1±0,2	43,5	5,1±1,6	33,8
BC ₂ (F ₅ (A. cepa x A. fistulosum))	2,3±0,4	18,3	5,2±1,5	11,6
A. fistulosum (контроль)	4,6±1,3	47,1	8,3±2,3	21,4
I ₁ F ₄ (A. cepa x A. altaicum)	3,1±1,1	51,3	10,1±1,1	30,2
I ₁ F ₅ (A. cepa x A. altaicum)	2,4±0,5	26,7	12,3±1,6	51,3
A. altaicum (контроль)	2,5±0,9	35,2	3,1±0,9	24,1
НСП ₀₅		18,2		15,1

В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* в основном наблюдалось повышение коэффициента вариации, то есть выравненность растений по признаку снижалась. Но при этом изменчивость признака в целом имела среднее значение. Однако у отдельных форм данной комбинации скрещивания видов наблюдалось уменьшение коэффициента вариации с 31,4 до 20,0%, но среднее число листьев осталось прежним (5,2 шт.).

У потомств комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* и *A. cepa* x *A. altaicum* наблюдали незначительное изменение коэффициента вариации при значительной изменчивости признака. Растения характеризовались высоким значением коэффициента вариации и значительной изменчивостью признака. При этом у растений число листьев увеличилось с 5,3 до 7,6 шт.

В контроле (сорт Одинцовец) растения сохранили среднее количество листьев (6,4 шт.) и значительную изменчивость признака ($C_v=33,1-38,9\%$).

Анализ многолетних межвидовых гибридов лука по длине листа показал, что данный признак изменялся от 23,6 до 48,4 см, а коэффициент вариации колебался от 5,0 до 48,8% (табл. 2).

Растения форм *A. cepa* x *A. vavilovii* характеризовались средней и высокой изменчивостью с коэффициентом вариации от 12,1 до 48,8% при средней длине листа от 26,1 до 48,4 см.

У многолетних форм лука комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* и *A. cepa* x *A. altaicum* отмечали варьирование изменчивость признака от средней ($C_v=13,7\%$) до значительной ($C_v=41,4\%$) при средней длине листа 24,5 см до 43,8 см.

Изучение растений многолетних форм межвидовых гибридов лука по числу стрелок показало, что реакция растений в зависимости от формы и комбинации скрещивания видов была различной и изменялась по годам (табл. 3).

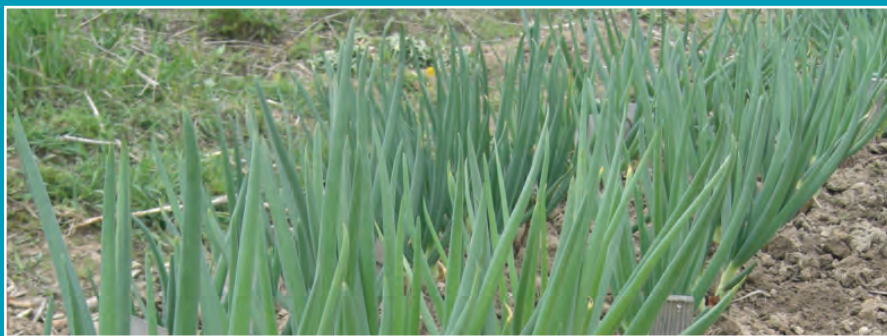
Растения комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* показали увеличение среднего числа стрелок с 2,1 до 8,6 шт. при коэффициенте вариации $C_v=12,6-34,2\%$.

В потомствах форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* наблюдали снижение коэффициента вариации, но при этом изменчивость находилась на значительном и среднем уровне ($C_v=11,6-36,2\%$). Среднее количество стрелок увеличилось с 2,1-2,3 до 5,1-7,3 шт.

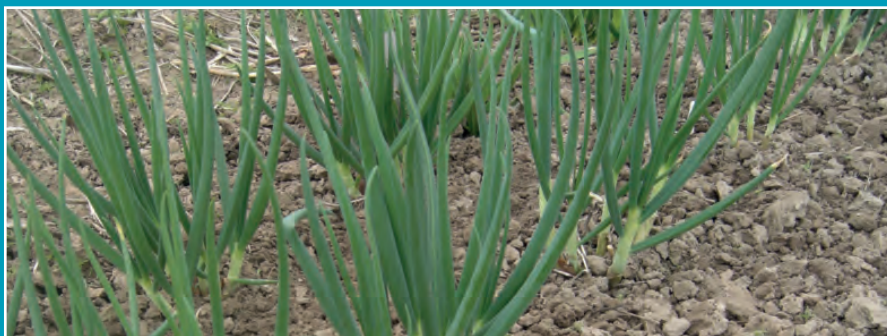
В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. altaicum* у растений отмечали резкое увеличение среднего числа стрелок до 10,1 шт. при снижении коэффициента вариации до 30,2%, что превысило показатели контроля.

Анализ растений многолетних форм межвидовых гибридов лука по высоте стрелки показал, что изменчивость признака сохранилась на незначительном и среднем уровне, с высотой стрелки от 90,0 до 105,4 см (табл. 4).

У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* изменчивость находилась в пределах $C_v=7,0-11,3\%$. Средняя высота стрелки варь-



Форма многолетнего межвидового гибрида лука $BC_1(F_1(A. cepa \times A. vavilovii))$



Форма многолетнего межвидового гибрида лука $BC_1(F_2(A. cepa \times A. vavilovii))$



Форма многолетнего межвидового гибрида лука $BC_2(F_3(A. cepa \times A. fistulosum))$



Форма многолетнего межвидового гибрида лука $BC_2(F_6(A. cepa \times A. fistulosum))$



Форма многолетнего межвидового гибрида лука $I_1F_6(A. cepa \times A. altaicum)$

ировала от 90,4 до 105,6 см, что соответствовало контролю.

В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* растения сохранили незначительную и среднюю изменчивость признака, при этом средняя высота стрелки растений осталась на прежнем уровне (85,1-95,8 см), как в контроле.

Формы комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. altaicum* характеризовались сохранением незначительной изменчивостью признака ($C_v=8,7-9,2\%$) и средней высоты стрелки в пределах 90,0-105,4 см, что соответствовало показателям контроля.

Фитопатологическая оценка семенных растений многолетних форм межвидовых гибридов лука показала, что средний балл поражения пероноспорозом оставался на одном уровне и зависел от комбинации скрещивания видов (табл. 5). Самая низкая поражаемость растений ЛМР наблюдалась у форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii*, а самая высокая – у форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. altaicum*.

Растения форм комбинаций скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* характеризовались высокой устойчивостью к ЛМР (1,0-1,5 балла), при этом изменчивость находилась на значительном уровне ($C_v=22,1-50,1\%$).

В комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* растения показали незначительную и среднюю изменчивость признака на высокоустойчивом уровне. Растения контроля имели сильное поражение ЛМР (3,0 балла).

У растений форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. altaicum* наблюдали сильное поражение пероноспорозом (3,0-4,0 балла) как селекционных форм, так и растений контроля.

Оценка завязываемости семян показала, что гибридная популяция многолетних форм *A. cepa* x *A. vavilovii* характеризовалась высокой степенью стерильности (табл. 6): 20,0-52,6% растений были полностью стерильны, 27,8-47,8% растений завязывали единичные коробочки, 2,6-22,2% - завязывали более 20% плодов.

Завязываемость семян в комбинации *A. cepa* x *A. fistulosum* была преимущественно средней (40-60%) и высокой (61-80% и более). По сочетанию признаков устойчивости и фертильности у комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* выделены 3 образца, у комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. altaicum* – два. Выделенные образцы отличались высокой фертильностью (40-80%).

Растения контроля во всех комбинациях скрещивания видов показали высокие уровни фертильности проанализированных растений.

Продолжительность периода «отрастание – массовая завязываемость семян» изменялась в зависимости от формы и от комбинации скрещивания видов и составила: у форм комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* – 86-109 суток, у форм *A. cepa* x *A. fistulosum* – 63-88 суток, а у форм *A. cepa* x *A. altaicum* – 61-78 суток (табл. 7). При этом у комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. vavilovii* 76,8% растений имели продолжительность данного периода 86 суток, 78,6% – 88 суток и 97,3% – 109 суток соответственно, что улучшило показатели контроля.

Следует отметить, что непродолжительный период «отрастание – массовая завязываемость семян» относительно контроля наблюдался у растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. fistulosum* и составил по 63 и 69 суток соответственно, при частоте проявления данного признака 81,8% и 89,6%.

У растений комбинации скрещивания видов *A. cepa* x *A. altaicum* продолжительность периода «отрастание – массовая завязываемость семян» находилась на уровне контроля. Однако у 27,9% растений в потомстве формы №63 этот признак составил 78 суток.

Заключение

Анализ результатов оценки растений многолетних форм межвидовых гибридов лука комбинаций скрещивания видов *A.*

Таблица 4. Оценка растений многолетних форм межвидовых гибридов лука по высоте стрелки, см (2016-2017 годы)
Table 4. Evaluation of plants of perennial forms of interspecific hybrids of *Allium* by the height of the seedstalks, cm (2016-2017)

Форма, комбинация скрещивания	2016 год		2017 год	
	$X_{cp} \pm Sx_{cp}$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm Sx_{cp}$	$C_v, \%$
BC ₁ (F ₁ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	100,4±8,3	8,3	95,8±7,4	8,7
BC ₁ (F ₂ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	90,3±5,7	6,4	95,7±6,4	7,0
BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	100,8±10,4	10,3	105,6±11,7	11,3
BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	90,4±10,3	11,4	90,4±9,8	10,8
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	90,2±6,1	7,8	90,6±5,5	6,7
BC ₂ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	80,5±9,3	11,6	85,1±4,7	6,3
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	100,4±4,7	6,7	95,8±10,5	11,6
<i>A. fistulosum</i> (контроль)	75,2±12,3	16,4	90,7±10,1	11,1
I ₁ F ₄ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	100,7±5,4	5,4	105,4±9,7	9,2
I ₁ F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	90,6±5,4	6,6	90,0±7,8	8,7
<i>A. altaicum</i> (контроль)	65,6±5,7	8,7	70,4±7,5	10,7
HCP ₀₅		6,1		5,1

Таблица 5. Оценка семенных растений многолетних форм межвидовых гибридов лука по поражению пероноспорозом, балл (2016-2017 годы)
Table 5. Evaluation of seed plants of perennial forms of interspecific hybrids of *Allium* by downy mildew, score (2016-2017)

Форма, комбинация скрещивания	2016 год		2017 год	
	$X_{cp} \pm Sx_{cp}$	$C_v, \%$	$X_{cp} \pm Sx_{cp}$	$C_v, \%$
BC ₁ (F ₁ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	1,0±0,5	49,7	1,5±0,3	21,2
BC ₁ (F ₂ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	1,0±0,5	48,2	1,0±0,5	50,0
BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	1,0±0,5	50,1	1,0±0,5	46,9
BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	1,5±0,2	13,1	1,5±0,3	22,1
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	3,0±0,5	16,8	2,5±0,1	4,8
BC ₂ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	1,0±0,5	47,9	1,0±0,5	53,1
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	1,5±0,2	13,5	1,5±0,3	22,1
<i>A. fistulosum</i> (контроль)	3,0±0,1	3,6	3,0±0,5	17,9
I ₁ F ₄ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	3,5±0,2	6,7	3,5±0,3	8,6
I ₁ F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	3,5±0,5	14,3	4,0±0,2	6,4
<i>A. altaicum</i> (контроль)	3,0±0,5	16,7	4,0±0,2	7,9
HCP ₀₅		23,9		21,9

Таблица 6. Завязываемость семян у семенных растений многолетних форм межвидовых гибридов лука, % (2016 год)
Table 6. Settlement of seeds in seed plants of perennial forms of interspecific hybrids of *Allium*, % (2016)

Форма, комбинация скрещивания	Доля растений с завязываемостью плодов, %				
	0	10-20	21-40	41-60	61-80
BC ₁ (F ₁ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	52,6	44,9	2,6	0	0
BC ₁ (F ₂ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	50,0	27,8	22,2	0	0
BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	47,8	47,8	4,3	0	0
BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	20,0	46,0	20,0	14,0	0
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	0	3,8	15,4	80,8
BC ₂ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	0	0	6,7	16,7	76,7
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	3,8	11,5	26,9	26,9	30,8
<i>A. fistulosum</i> (контроль)	0	0	10,2	42,5	47,3
I ₁ F ₄ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	7,7	15,4	23,1	7,7	46,2
I ₁ F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	3,4	3,4	10,3	44,8	37,9
<i>A. altaicum</i> (контроль)	0	10,3	37,6	43,7	8,4
HCP ₀₅	27,3	23,4	18,0	22,1	38,2

Таблица 7. Частота появления форм у семенных растений многолетних форм межвидовых гибридов лука по признаку «отрастание – массовая завязываемость семян», сутки (2016 год)
Table 7. The frequency of occurrence of forms in seed plants of perennial forms of interspecific hybrids of *Allium* on the basis of “regrowth – mass setting of seeds”, day (2016)

Форма, комбинация скрещивания	Период «отрастание – массовая завязываемость семян»	
	сутки	%
BC ₁ (F ₁ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	88	78,6
BC ₁ (F ₂ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	109	97,3
BC ₁ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	88	78,6
BC ₁ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. vavilovii</i>))	86	76,8
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	63	81,8
BC ₂ (F ₃ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	69	89,6
BC ₂ (F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. fistulosum</i>))	88	14,3
<i>A. fistulosum</i> (контроль)	77	100,0
I ₁ F ₄ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	78	27,9
I ₁ F ₅ (<i>A. cepa</i> x <i>A. altaicum</i>)	61	100,0
<i>A. altaicum</i> (контроль)	61	100,0

sepa x *A. vavilovii*, *A. cepa* x *A. fistulosum* и *A. cepa* x *A. altaicum* по морфологическим и фитопатологическим признакам позволил выделить формы, отличающиеся высокой выровненностью по числу листьев, длине листьев, числу стрелок, высоте стрелки, высокой фертильностью и относительно высокой устойчивостью к ЛМР.

Форма BC₁(F₁(*A. cepa* x *A. vavilovii*)) характеризовалась выровненностью по числу стрелок (5 шт.), высоте стрелки (96 см) и устойчивостью к пероноспорозу (1,0-1,5 балла).

Форма BC₁(F₂(*A. cepa* x *A. vavilovii*)) отличалась выровненностью по числу

стрелок (9 шт.), высоте стрелки (96 см) и устойчивостью к пероноспорозу (1,0 балл).

Форма BC₂(F₃(*A. cepa* x *A. fistulosum*)) выделялась выровненностью по числу стрелок (5 шт.), высоте стрелки (85 см), устойчивостью к пероноспорозу (1,0 балл) и высокой фертильностью (более 60%).

Форма BC₂(F₅(*A. cepa* x *A. fistulosum*)) характеризовалась выровненностью по числу стрелок (5 шт.), высоте стрелки (96 см), устойчивостью к пероноспорозу (1,5 балла) и высокой фертильностью (более 60%).

По признаку период «начало вегетации – массовая завязываемость семян» в каждой комбинации скрещивания видов были выделены отдельные формы, которые отличались скороспелостью: BC₁(F₅(*A. cepa* x *A. vavilovii*)) – 86 суток, BC₂(F₅(*A. cepa* x *A. fistulosum*)) – 63 суток, I₁F₅(*A. cepa* x *A. altaicum*) – 61 сутки.

Авторы выражают благодарность кандидату с.-х. наук Романовой О.В. за помощь в проведении эксперимента и в создании форм межвидовых гибридов лука.

Литература

- Юрьева Н.А., Титова И.В. О межвидовой гибридизации лука // Тр. по селекции овощных культур. – М., 1980. – Вып. 12. – С.98-104.
- Hanelt P. Taxonomy, evolution, and history. In: Rabinowitch H.D., Brewster J.L. (Eds). Onions and allied crops. – 1990. – V.1. – P.1-26.
- Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А. Межвидовая гибридизация лука: Науч. тр. по селекции и семеноводству. – М., 1995. – С.91-101.
- van Raamsdonk L.W.D., Wietsma W.A., de Vries J.N. Crossing experiments in *Allium* L. section *Cepa* // Bot. J. Linnean Soc. – 1992. – V. 109. – P.293-303.
- Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А. Формы луков, как исходный материал для селекции на устойчивость к ложной мучнистой росе // Селекция овощных культур: Сб. научн. тр. – М., 1987. – Вып. 24. – С.23-25.
- Rabinowitch H.D. Breeding alliaceous crops for pest resistance // Acta Hort. – 1997. – V. 433. – P.223-246.
- Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
- Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность лук батун (*Allium fistulosum* L.). – RTG/0161/1, UPOV, 2000. – С. 548-556.
- Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ лука репчатого (*Allium cepa* L.). – СССР, Оломоуц, 1980. – 42 с.
- Методические указания по селекции луковых культур. – М., ВНИИССОК, 1997. – 125 с.
- Ершов И.И., Юрьева Н.А., Воробьева А.А., Кокорева В.И. Методика скрещивания луков (род *Allium* L.). – М., 1982. – 26 с.

References

- Yurieva N.A., Titova I.V. On the interspecific hybridization of *Alliums* // Trudy po selektsii ovoshchnykh kul'tur. – M., 1980. – Vol. 12. – P.98-104.
- Hanelt P. Taxonomy, evolution, and history. In: Rabinowitch H.D., Brewster J.L. (Eds). Onions and allied crops. – 1990. – V.1. – P.1-26.
- Titova I.V., Tymin N.I., Yurieva N.A. Interspecific hybridization of *Alliums*: Nauch. tr. po selektsii i semenovodstvu. – M., 1995. – P.91-101.
- van Raamsdonk L.W.D., Wietsma W.A., de Vries J.N. Crossing experiments in *Allium* L. section *Cepa* // Bot. J. Linnean Soc. – 1992. – V.109. – P.293-303.
- Titova I.V., Tymin N.I., Yurieva N.A. Forms of onions, as a starting material for breeding for resistance to downy mildew, // Selection of vegetable crops: Coll. scientific works. – M., 1987. – Vol. 24. – P.23-25.
- Rabinowitch H.D. Breeding alliaceous crops for pest resistance // Acta Hort. – 1997. – V. 433. – P.223-246.
- Dospekhov B.A. Field experience. – M.: Agropromizdat, 1985. – 351 p.
- Methods of testing for distinguishability, uniformity and stability of onion batun (*Allium fistulosum* L.). – RTG / 0161/1, UPOV, 2000. – P.548-556.
- Wide unified classifier of the CMEA and the international classifier of the CMEA onion bulb (*Allium cepa* L.). – Czechoslovakia, Olomouc, 1980. – 42 p.
- Guidelines for the selection of onion crops. – M., VNISSOK, 1997. – 125 p.
- Ershov I.I., Yurieva N.A., Vorobyova A.A., Kokoreva V.I. The method of crossing the *Alliums* (genus *Allium* L.). – M., 1982. – 26 p.