



# ЛУКОВИЧНЫЕ ФОРМЫ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛУКА, ИХ СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА

## THE BULBOUS FORMS OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF ALLIUM, THEIR CREATION AND EVALUATION

Романов В.С. – кандидат с.-х. наук, с.н.с.  
<https://orcid.org/0000-0002-3287-1914>  
Романова О.В. – кандидат с.-х. наук, м.н.с.  
<https://orcid.org/0000-0002-6513-1541>  
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>  
Romanova O.V. – PhD, junior research assistant  
<https://orcid.org/0000-0002-6513-1541>  
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](mailto:romanov_valera@mail.ru); [tareeva-marina@rambler.ru](mailto: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](mailto:romanov_valera@mail.ru); [tareeva-marina@rambler.ru](mailto:tareeva-marina@rambler.ru)

В работе представлены этапы создания луковичных форм между *A. cepa* L. и *A. Vavilovii* Pop. et Vved. с помощью гибридизации, эмбриокультуры *in vitro*, бекроссирования, инбридинга и кроссбридинга. В качестве объекта исследования рассматривали инбредные потомства  $I_{1-5}$  от  $BC_{1-2}F_5$  комбинации скрещивания *A. cepa* x *A. Vavilovii*. Родительский вид *A. cepa* L. (сорт лука репчатого Одинцовец) являлся стандартом. У растений первого года вегетации изучали признаки: окраска сухих чешуй луковицы, масса луковицы, индекс формы луковицы и число листьев. Проводили фитопатологическую оценку растений лука на устойчивость к ложной мучнистой росе (пероноспорозу). В потомствах межвидовых гибридов растения были выровненными по окраске луковицы (желтая и коричневая). Средняя масса луковицы варьировала от 33,5 до 92,3 г в поколениях  $I_{1-5}$  от  $BC_1$ , а в поколениях  $I_{1-5}$  от  $BC_2$  она изменялась от 22,1 до 93,6 г. Растения луковичных форм имели плоскую луковицу ( $l=0,6-0,7$ ). Только растения у потомств  $I_3$  и  $I_5$  от  $BC_2$  образовали округло-плоские луковицы ( $l=0,8-0,9$ ). Число листьев у луковичных растений в потомствах варьировало в среднем от 5,3 до 7,1 шт. Балл поражения пероноспорозом находился на низком и среднем уровне (0,5-1,0). Были выделены формы из инбредных потомств  $I_{1-5}$  от  $BC_{1-2}$  с плотной луковицей плоской и округло-плоской формы, которые сочетали относительно высокую устойчивость к пероноспорозу с вызревающей луковицей, способной к хранению.

**Ключевые слова:** межвидовая гибридизация, инбридинг, лук репчатый, селекционные признаки, *Allium Vavilovii* Pop. et Vved.

**Для цитирования:** Романов В.С., Романова О.В., Тареева М.М. ЛУКОВИЧНЫЕ ФОРМЫ МЕЖВИДОВЫХ ГИБРИДОВ ЛУКА, ИХ СОЗДАНИЕ И ОЦЕНКА. Овощи России. 2019;(1):42-45. DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-42-45

The paper presents the stages of creating bulbous forms between *A. cepa* L. and *A. Vavilovii* Pop. et Vved. through hybridization, *in vitro* embryo culture, backcrossing, inbreeding and cross-breeding. As object of research were considered inbred progeny  $I_{1-5}$  from  $BC_{1-2}F_5$  combinations of crossing of *A. cepa* x *A. Vavilovii*. The parent species *A. cepa* L. of the onion variety Odintsovet was the standard. In plants of the first year of vegetation studied signs: the color of dry scales of the bulb, the weight of the bulb, the index of the bulb shape and the number of leaves. Phytopathological assessment of onion plants for resistance to downy mildew (peronosporosis) was carried out. In the progeny of interspecies hybrids plants were aligned on the color of the bulb (yellow and brownish). The average weight of the bulb varied from 33.5 to 92.3 g in generations  $I_{1-5}$  from  $BC_1$ , and in generations  $I_{1-5}$  from  $BC_2$  it varied from 22.1 to 93.6 g. plants of bulbous forms had a flat bulb ( $l=0.6-0.7$ ). Only plants from the progeny  $I_3$  and  $I_5$  from  $BC_2$  formed rounded-flat bulbs ( $l=0.8-0.9$ ). The number of leaves in bulbous plants in the progeny varied on average from 5.3 to 7.1 PCs. The score of peronosporosis was low and medium (0.5-1.0). Was selected form of inbred progenies of  $I_{1-5}$  from  $BC_{1-2}$  with a dense bulb is flat and round-flat shape, which combined a relatively high resistance to downy mildew with a mature bulb is capable of storing.

**Keywords:** interspecific hybridization, inbreeding, onion, breeding traits, *A. vavilovii* M. Pop. et Vved.

**For citation:** Romanov V.S., Romanova O.V., Tareeva M.M. THE BULBOUS FORMS OF INTERSPECIFIC HYBRIDS OF ALLIUM, THEIR CREATION AND EVALUATION. Vegetable crops of Russia. 2019;(1):42-45. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2019-1-42-45

### Введение

Лук репчатый (*Allium cepa* L.) возделывается с древних времен, благодаря своим питательным, ароматическим и лекарственным свойствам он является второй по ценности культурой в мире после томата [1]. Процесс окультуривания, связанный с улучшением хозяйственно ценных признаков у лука репчатого, приводит к снижению его генетического разнообразия и уменьшает адапта-

цию культуры к изменяющимся биотическим и абиотическим факторам среды. Для решения этой проблемы у лука репчатого применяется межвидовая гибридизация, где близкородственные дикорастущие виды используются как неисчерпаемые источники генов селекционно ценных признаков при получении исходного материала.

Из популяций межвидовых гибридов лука с высоким генетическим

разнообразием эффективен отбор форм для создания сортов с востребованными селекционно ценными признаками, например, с устойчивостью к пероноспорозу [2]. В процессе переноса интересных генов от дикорастущих сороричей происходит преобладание признаков дикорастущих видов и потеря признаков культурных растений. Поэтому необходимо отбирать рекомбинантные формы с сочетанием свойств

обоих исходных видов.

Сорта лука репчатого в сильной степени поражаются пероноспорозом (*Peronospora destructor* (Casp.) Berk.). Поэтому актуальны исследования по скрещиванию культурного вида *Allium cepa* L. с дикорастущим видом *Allium Vavilovii* Pop. et Vved., растения которого устойчивы к данному заболеванию [3]. После селекционной и фитопатологической оценки полученных форм межвидовых гибридов отбираются оригинальные рекомбинантные формы как исходный материал для селекции.

### Материалы и методы исследований

В селекционно-генетических исследованиях участвовали растения из 20 инбредных потомств  $I_{1-5}$  от  $BC_{1-2}F_5$  луковичных форм межвидовых гибридов лука комбинации скрещивания *A. cepa* × *A. Vavilovii* и родительские виды: *A. cepa* L. (сорта лука репчатого Штутгартер ризен, Одинцовец) и *A. Vavilovii* Pop. et Vved. Сорт лука репчатого Штутгартер ризен непосредственно участвовал в получении гибридов  $F_1$ , а сорт Одинцовец использовали как отцовский компонент при беккроссировании  $BC_1$  и  $BC_2$ . Одновременно сорт Одинцовец являлся стандартом.

Биометрическую оценку проводили согласно «Методике проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность», «Широкому унифицированному классификатору СЭВ и международному классификатору СЭВ лука репчатого (*Allium cepa* L.)» [4, 5]. У растений первого года вегетации изучали такие признаки, как окраска сухих чешуй луковицы, масса луковицы, индекс формы луковицы и число листьев. Измерения проводили у 40-50 растений из каждого потомства  $I_{1-5}$ .

Растения первого года вегетации получали через рассаду в зимней оранжерии теплице и затем выращивали по технологии возделывания культуры лука репчатого для данной почвенно-климатической зоны [6].

Фитопатологическую оценку растений лука на устойчивость к ложной мучнистой росе (пероноспорозу) проводили на инфекционном фоне [7].

Исследования и статистическую обработку результатов выполняли по «Методике полевого опыта» [8] с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

### Результаты исследований

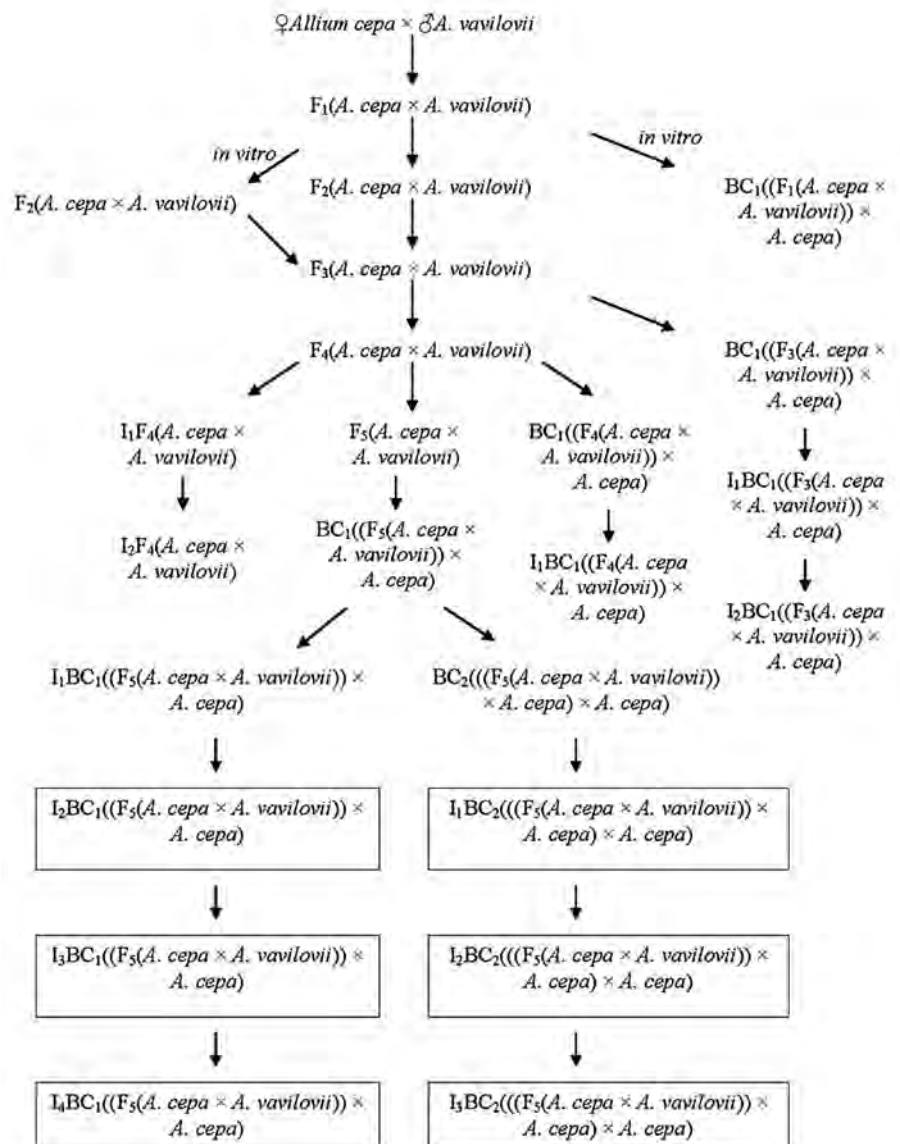
При скрещивании лука репчатый использовали в качестве материнского компонента скрещивания, а *A. Vavilovii* Pop. et Vved. – в качестве опылителя. Установлено, что в этом случае межвидовые скрещивания происходят более успешно, а у форм межвидовых гибридов преобладают признаки лука репчатого [9]. Жизнеспособность пыльцы лука определяли по методике, разрабо-

танной во ВНИИССОК [10]. От скрещиваний лука репчатого с *A. Vavilovii* Pop. et Vved. образовывалось 3-36% гибридных семян в зависимости от растений исходных родителей. Однако у отдельных межвидовых гибридов лука наблюдалось слабое развитие зародыша, отсутствие или слабое развитие эндосперма. Получение семян в этом случае достигалось путём отделения недоразвитых зародышей от растений и выращиванием их на искусственной питательной среде в культуре *in vitro* [11].

Большим препятствием при создании межвидовых гибридов является

стерильность или низкая фертильность гибридных растений  $F_1$  и  $F_2$ . Эта проблема решалась путём полиплоидизации гибридных растений или с помощью беккроссирования, то есть скрещивания гибрида  $F_1$  с одной из родительских форм [12].

Среди растений  $F_2$  комбинации скрещивания видов *A. cepa* × *A. Vavilovii* в отдельных потомствах наряду с типичными многолетними формами встречались вызревающие луковицы, которые различались по массе, форме и окраске. Наряду с жёлто-коричневой окраской луковиц, характерной для исходных форм,



BC – беккросс (насыщающее скрещивание),  
I – инбридинг (самоопыление).

Рис. Схема получения форм межвидовых гибридов лука комбинации скрещивания *Allium cepa* × *A. Vavilovii*.  
Fig. Scheme of the forms of interspecific hybrids of *Allium* combinations of crossing *Allium cepa* × *A. Vavilovii*.

встречались луковицы с розовой, малиновой, фиолетовой окраской наружных чешуй.

В F<sub>3-5</sub> поколениях гибридов *A. сера* x *A. Vavilovii* в потомствах от свободного опыления появлялись растения, продуцирующие в отличие от гибридов F<sub>1-2</sub> значительно большее количество семян. Популяция гибрида F<sub>5</sub> *A. сера* x *A. Vavilovii* менее гетерогенна по этому признаку. С восстановлением фертильности у гибридов F<sub>3-5</sub> *A. сера* x *A. Vavilovii* появилась возможность стабильно получать семена от самоопыления и беккрасса и одновременно вести отбор на устойчивость к пероноспорозу.

С получением фертильных луковичных форм исследования были направлены на изучение их инбредных потомств (рис.).

В результате селекционной оценки у исследуемых растений межвидовых гибридов лука признак «окраска сухих чешуй луковицы» оказался постоянным, как в поколениях I<sub>1-5</sub> от BC<sub>1</sub> и контроле – жёлтая, так и в поколениях I<sub>1-5</sub> от BC<sub>2</sub> – коричневая. Растения в потомствах были выровненными по этому признаку (табл.).

В потомствах межвидовых гибридов обнаруживали луковицы белой и красной окраски, вскрытых за счёт потенциальной изменчивости. Такое

явление описывалось при проведении инбридинга и у лука репчатого [13]. Но, поскольку нашей задачей было получение выровненных форм по окраске луковицы, то потомства с контрастной окраской луковицы анализировались отдельно.

По «массе луковицы» у растений межвидовых гибридов с увеличением поколения инбридинга наблюдалось, в основном, снижение выровненности по этому признаку (табл.). Так, средняя масса луковицы варьировала от 33,5 до 92,3 г в поколениях I<sub>1-5</sub> от BC<sub>1</sub>, тогда как в поколениях I<sub>1-5</sub> от BC<sub>2</sub> она изменялась от 22,1 до 93,6 г. При этом коэффициент вариации коле-

**Таблица. Оценка инбредных потомств луковичных форм межвидовых гибридов лука первого года вегетации по биометрическим показателям и устойчивости к пероноспорозу**  
**Table. Evaluation of inbred progenies of bulbous forms of interspecific hybrids of allium of the first year of vegetation by biometric parameters and resistance to downy mildew**

Комбинация скрещивания	Окраска сухих чешуй луковицы	Масса луковицы		Индекс формы луковицы		Число листьев, шт		Поражение пероноспорозом, балл	
	X <sub>ср</sub> ±S <sub>Xср</sub>	X <sub>ср</sub> ±S <sub>Xср</sub>	C <sub>v</sub> , %	X <sub>ср</sub> ±S <sub>Xср</sub>	C <sub>v</sub> , %	X <sub>ср</sub> ±S <sub>Xср</sub>	C <sub>v</sub> , %	X <sub>ср</sub> ±S <sub>Xср</sub>	C <sub>v</sub> , %
I <sub>1</sub> BC <sub>1</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	жёлтая	39,4±14,6	18,0	0,6±0,1	4,2	5,5±1,7	36,9	1,0±0,1	0
I <sub>2</sub> BC <sub>1</sub> (F <sub>5</sub> (5x <i>A. Vavilovii</i> ))	жёлтая	92,3±17,5	19,0	0,6±0,1	12,0	5,3±1,2	22,9	0,5±0,2	17,0
I <sub>3</sub> BC <sub>1</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	жёлтая	69,4±13,2	33,0	0,6±0,1	10,0	6,2±1,3	21,5	1,0±0,3	19,6
I <sub>4</sub> BC <sub>1</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	жёлтая	33,5±20,1	62,2	0,7±0,1	15,7	7,1±1,2	19,6	1,0±0,3	19,1
I <sub>5</sub> BC <sub>1</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	жёлтая	75,5±13,4	36,3	0,6±0	0	7,1±1,1	15,0	1,0±0,2	0
I <sub>1</sub> BC <sub>2</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	коричневая	49,5±9,6	29,0	0,6±0,1	10,0	6,2±1,2	24,4	1,0±0,1	0
I <sub>2</sub> BC <sub>2</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	коричневая	22,1±9,7	45,7	0,7±0,1	15,7	7,6±1,3	19,6	1,0±0,4	27,9
I <sub>3</sub> BC <sub>2</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	коричневая	93,6±12,4	32,0	0,8±0,1	8,0	5,1±1,2	22,7	1,0±0,4	47,9
I <sub>4</sub> BC <sub>2</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. fistulosum</i> ))	коричневая	64,2±15,3	41,1	0,7±0,1	7,9	6,2±1,2	24,4	1,0±0,4	37,2
I <sub>5</sub> BC <sub>2</sub> (F <sub>5</sub> ( <i>A. сера</i> x <i>A. Vavilovii</i> ))	коричневая	40,3±16,5	40,9	0,8±0	3,0	5,6±1,0	23,0	1,0±0,2	23,8
Одинцовец ( <i>A. сера</i> )	жёлтая	40,7±11,2	58,1	1,0±0,1	11,6	6,4±1,2	33,1	4,0±0,3	10,0



бался в пределах значительной изменчивости. Данная тенденция отмечалась и у растений стандарта. Вероятно, на снижение этих показателей оказывали изменения погодных условий, а также инбредная депрессия [14].

Растения потомств межвидовых гибридов лука по признаку «форма луковицы» имели, в основном, плоскую луковицу ( $I=0,6-0,7$ ) с незначительной и средней изменчивостью. Только у форм  $I_3$  и  $I_5$  от  $BC_2$  сформировались округло-плоские луковицы ( $I=0,8-0,9$ ) со средней и незначительной изменчивостью признака [15]. Растения стандарта в большей массе образовывали луковицу округлой формы. Изменчивость признака была средней.

При оценке инбредных потомств межвидовых гибридов лука по признаку «число листьев» выявили рост среднего количества листьев с увеличением инбредного поколения у растений от  $BC_1$ . Число листьев у растений в потомствах варьировало в среднем от 5,3 до 7,1 шт. У данных потомств коэффициент вариации изменялся от 36,9 до 15,0%, снижаясь при увеличении поколения инбридинга. У растений в инбредных

потомствах от  $BC_2$  подобной закономерности не установлено. В стандарте, независимо от поколения инбридинга, растения сохранили среднее число листьев (6,4 шт) и значительную изменчивость признака ( $C_v=33,1\%$ ).

При фитопатологической оценке инбредных потомств форм межвидовых гибридов лука первого года вегетации установили, что с увеличением поколения инбридинга значительно увеличилась изменчивость растений лука (табл. 1). Балл поражения пероноспорозом находился на низком и среднем уровне, но после проведения самоопыления количество растений относительно устойчивых к болезни выросло. У растений стандарта в потомстве поражение пероноспорозом осталось высоким (4,0 балла) при средней изменчивости признака ( $C_v=20,0\%$ ).

### Заключение

На основе поэтапного использования скрещивания видов *A. cepa* L. и *A. Vavilovii* Pop. et Vved., преодоления стерильности путем эмбриокультуры *in vitro* гибридов  $F_1$ , полиплоидизации, применения беккроссирования и

инбридинга, комплексной селекционной оценки и отбора рекомбинантных форм разработаны методы создания исходного материала для селекции лука репчатого.

В инбредных потомствах  $I_{1-5}$  от  $BC_{1-2}$  установлено, что из форм, признаки которых не подверглись инбредной депрессии, возможно получение линейного исходного материала для селекции на гетерозис лука репчатого. А с формами, у которых отмечалась инбредная депрессия, необходимо проводить кроссбридинг во избежание негативных последствий. Кроме того, что наряду с повышением гомозиготности растений по изучаемым признакам, возникают новые изменённые формы в потомствах как результат потенциальной изменчивости и новых взаимодействий генов. Это также позволяет вести целенаправленный отбор рекомбинантных форм по селекционно-ценным признакам.

Выделенные формы из инбредных потомств  $I_{1-5}$  от  $BC_{1-2}$  с плотной луковицей плоской и округло-плоской формы, по-новому сочетают относительно высокую устойчивость к пероноспорозу с вызревающей луковицей, способной к хранению.

### Литература

1. FAOSTAT 2016, <http://faostat.fao.org>.
2. Титова И.В., Тимин Н.И., Юрьева Н.А. Межвидовая гибридизация лука // Научные труды ВНИИССОК. – М., 1995. – С.91-101.
3. Ершов И.И., Абрахина Ю.В. Межвидовая гибридизация репчатого и многолетних луков // Бюлл. Гл. бот. сада. – 1966. – Вып. 61. – С.16-19.
4. Методика проведения испытаний на отличимость, однородность и стабильность лук репчатый (*Allium cepa* L.) и лук шалот (*Allium ascalonicum* L.). - RTG/46/2, UPOV, 2000. – С. 528-547.
5. Широкий унифицированный классификатор СЭВ и международный классификатор СЭВ лука репчатого (*Allium cepa* L.). – ЧССР, Оломоуц, 1980. – 42 с.
6. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. – М. ВНИИССОК. – 2001. – 500 с.
7. Методические указания по селекции луковых культур. - М., ВНИИССОК, 1997. – 125 с.
8. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. - М.: Агропромиздат, 1985. – 351 с.
9. Кривенко А.А. Межвидовые скрещивания луков // Вест. с.-х. науки. Овощеводство и картофель. – 1941. – Т. 1. - Вып. 3. - С.70-78.
10. Ершов И.И., Юрьева Н.А., Воробьева А.А., Кокорева В.И. Методика скрещивания луков (род *Allium* L.). – М., 1982. – 26 с.
11. Титова И.В. Преодоление постгамной несовместимости в скрещиваниях лука репчатого с дикими видами методом культуры зародышей // Культура клеток растений и биотехнология. – М, 1986. – С.195-199.
12. Марьяхина И.Я., Полумордвинова И.В., Кокорева В.А., Луконина Е.И. Биотехнология получения фертильных форм межвидовых гибридов лука на основе полиплоидизации *in vitro* // Состояние и перспективы развития с.-х. биотехнологии. – М., 1986б. – С.86-91.
13. Логунов А.Н., Тимин Н.И., Логунова В.В. Особенности форм лука репчатого, полученных на основе потенциальной изменчивости сортовых популяций. – Доклады ТСХА: изд-во РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. М., 2010. – Вып.282. – Ч.1. – С.646-648.
14. Чепель Л.М., Шахбазов В.Г. Снижение автостерильности лука действием ПМП // Цитолого-эмбриологические и генетико-биохимические основы опыления и оплодотворения растений: Тезисы докладов. – К., 1982. – С.198-200.
15. Романов В.С., Тимин Н.И. Создание и комплексная оценка луковичных форм межвидовых гибридов лука *A. cepa* x *A. fistulosum*. Овощи России. 2016;(2):19-24. <https://doi.org/10.18619/2072-9146-2016-2-19-24>

### References

1. FAOSTAT 2016, <http://faostat.fao.org>.
2. Titova I.V., Timin N.I., Yurieva N.A. Interspecific hybridization of alliums: Nauch. tr. po selektsii i semenovodstvu. M., 1995. P.91-101.
3. Ershov, I.I., Abraham V. Interspecific hybridization onions and perennial alliums // Bull. GL. bot. garden's. 1966. Vol. 61. P.16-19.
4. Methods of test for distinctness, uniformity and stability of onion (*Allium cepa* L.) and shallot (*Allium ascalonicum* L.). RTG/46/2, UPOV, 2000. P.528-547.
5. The broad unified CMEA classifier and international classifier of COMECON onion (*Allium cepa* L.). Czechoslovakia, Olomouc, 1980. 42 p.
6. Pivovarov V.F., Ershov I.I., Agafonov A.F. Onion cultures. M. VNISSOK. 2001. 500 p.
7. Methodical instructions on selection of onion cultures. M., VNISSOK, 1997. 125 p.
8. The method of field experience. Moscow: Agropromizdat, 1985. 351 p.
9. Krivenko A.A. Interspecific crosses bows // West. agricultural science. Vegetable growing and potatoes. 1941. Vol. 1. Vol. 3. P.70-78.
10. Ershov I.I., Yurieva N.A., Vorobiev A.A., Kokoreva V.I. The technique of crossing of onions (genus *Allium* L.). M., 1982. 26 p.
11. Titova I.V. Postgame overcome incompatibility in crosses of onion with wild species method germ culture // Culture of plant cells and biotechnology. M, 1986. P.195-199.
12. Maryachina I.J., Polumordvinova I.V., Kokoreva, V.A., Lukonina E.I. Biotechnology for the production of fertile forms of interspecific hybrids of onions on the basis of polyploidization *in vitro* // State and prospects of development of agricultural biotechnology. M., 1986b. P.86-91.
13. Logunov A.N., Timin N.I., Logunova V.V. Features of onion forms obtained on the basis of potential variability of varietal populations. Doklady TSKHA: publishing RGAU-ICCA them. K. Timiryazeva, 2010. Vol.282. Part 1. P.646-648.
14. Chepel L.M., Shakhbazov V.G. Reduction of onion autosterility by the action of PMP // Cytological-embryological and genetic-biochemical bases of pollination and fertilization of plants: Abstracts. K., 1982. P.198-200.
15. Romanov V.S., Timin N.I. Development and comprehensive assessment of bulbous forms of interspecific hybrids of onion *Allium cepa* x *A. fistulosum*. Vegetable crops of Russia. 2016;(2):19-24. (In Russ.) <https://doi.org/10.18619/2072-91462016-2-19-24>