УДК 635.25:631.527.52 DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-25-28

# ГЕТЕРОЗИСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО

# HETEROSIS BREEDING OF ONION

Агафонов А.Ф. – кандидат с.-х. наук, ведущий научный сотрудник Логунова В.В. – кандидат с.-х. наук, старший научный сотрудник

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Федеральный научный центр овощеводства» 143072, Россия, Московская обл., Одинцовский р-н, п. ВНИИССОК, ул. Селекционная, д. 14 Е-mail: vniissok@mail.ru

Одним из основных направлений селекции луковых культур в мире является селекция на гетерозис. Гетерозисные гибриды занимают основное место в товарном производстве лука репчатого в Нидерландах, США, Японии и других странах. В Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в 2018 году, внесено 378 сортов лука репчатого, из них 188 (49,7%) – гибриды  $F_1$ , из которых 140 – иностранной селекции. Общепринятым способом создания гетерозисных гибридов  $F_1$  лука репчатого является использование линий с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС) в качестве одной из родительских форм. В статье представлены результаты многолетних исследований лаборатории селекции луковых культур (ВНИИССОК, ныне ФНЦО) по оценке и выделению линий ЦМС лука репчатого с высокой комбинационной способностью, созданию на их основе гетерозисных гибридов. В 2002-2005 годы проведено изучение . 229 сортообразцов лука репчатого с целью выявления растений с пыльцевой стерильностью и закрепителей стерильности. Выделено 515 растений с ЦМС. В последующие годы (2006-2010) было создано 1588 материнских линий (S msms) и отцов-закрепителей (N msms). Для получения гибридов  $F_1$  с максимальным уровнем гетерозиса проводили оценку комбинационной способности линий и растений-опылителей методом топкросса и диаллельных скрещиваний. Лучшие линии по комплексу хозяйственно полезных признаков с высокой комбинационной способностью включали в различные комбинации скрещиваний с инбредными линиями с целью подбора высокоэффективных гибридных комбинаций и созданию гибридов F<sub>1</sub>. Проведено 547 комбинаций скрещиваний стерильных линий с инбредными отцовскими линиями, на основе которых создано 408 гибридов  $F_1$ . После испытания и оценки их в гибридном и селекционном питомниках выделено 23. По результатам конкурсного испытания выделены образцы, которые под названиями Логран F<sub>1</sub>, Зарница F<sub>1</sub> и Солнышко *F*₁ переданы в Государственное сортоиспытание.

**Ключевые слова:** лук репчатый, стерильность, линия, инбридинг, комбинационная способность, гибрид.

Для цитирования: Агафонов А.Ф., Логунова В.В. ГЕТЕРОЗИСНАЯ СЕЛЕКЦИЯ ЛУКА РЕПЧАТОГО. Овощи России. 2018;(5):25-28. DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-25-28

Agafonov A.F. – candidate of agricultural sciences, leading researcher Logunova V.V. – candidate of agricultural sciences, senior research associate

FSBSI Federal Scientific Vegetable Center Selectionnaya str., 14, p. VNIISSOK, Odintsovo district, Moscow region, 143072, Russia E-mail: vniissok@mail.ru

One of the main directions of onion crops breeding in the world is heterosis breeding. Heterosis hybrids occupy the main place in the commodity production of onions in the Netherlands, USA, Japan and other countries. In State Register for Selection Achievements Admitted for Usage (National List) of the Russian Federation, admitted to use in 2018, made 378 cultivar of onions, including 188 (49.7%) – F<sub>1</sub> hybrids, of which 140 – foreign breeding. A common way to create heterosis hybrids F<sub>1</sub> onions is the use of lines with cytoplasmic male sterility (CMS) as one of the parent forms. The article presents the results of multi-year research of the laboratory of breeding and seed production of onion cultures (VNIISSOK, now FSBSI FSVC) to assess and highlight the lines of CMS onions with high combinational ability, the creation of heterosis hybrids on their basis. In 2002-2005, 229 cultivar of onion were studied to identify plants with pollen sterility and maintainer. 515 plants with CMS were isolated. In the subsequent years (2006-2010) was established 1588 maternal lines (S msms) and the fathers of maintainer (N msms). To obtain F<sub>1</sub> hybrids with the maximum level of heterosis, the combined ability of lines and pollinators was evaluated by topcross and diallel crosses. The best lines for the complex of economically useful features with high combinational ability were included in various combinations of crosses with inbred lines in order to select high-performance hybrid combinations and to create F<sub>1</sub> hybrids. 547 combinations of crosses of sterile lines with inbred paternal lines were carried out, on the basis of which 408 F1 hybrids were created. After testing and evaluation of them in the hybrid and breeding nurseries allocated 23. According to the results of the competitive test samples were identified, which under the names

Keywords: onion, sterility, line, inbreeding, combinational ability, hybrid

of Logran  $F_1$ , Zarnitsa  $F_1$  and Solnyshko  $F_1$  transferred to the

For citation: Agafonov A.F., Logunova V.V. HETEROSIS BREEDING OF ONION. Vegetable crops of Russia. 2018;(5):25-28. (In Russ.) DOI:10.18619/2072-9146-2018-5-25-28

## Введение

Одним из основных направлений селекции луковых культур в мире, наряду с селекцией на скороспелость, устойчивость к наиболее вредоносным заболеваниям, на качество, лежкость и транспортабельность овощной продукции, является селекция на гетерозис. Гетерозис – сложное биологическое явление, использование которого при создании гибридов первого поколения позволяет повысить урожайность на 20-50% по сравнению с исходными сортами. Гетерозисные гибриды занимают основное место в товарном производстве лука репчатого в Нидерландах, США, Японии и других странах.

В Госреестр селекционных достижений РФ, допущенных к использованию в 2018 году, внесено 378 сортов лука репчатого, из них 188 (49,7%) – гибриды первого поколе-

ния, из которых 140 – гибриды иностранной селекции.

state variety test.

Гибриды  $F_1$  лука репчатого не только обладают гетерозисным эффектом по урожайности и скороспелости, но также отличаются дружностью созревания, высокой однородностью по размеру и форме луковицы, повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и болезням.

Проявление гетерозиса и степень изменчивости выражения признака во многом зависит от подбора скрещиваемых форм, сильно различающихся по географическому происхождению, по морфологическим, биологическим, физиологическим и другим признакам и свойствам. Принципы подбора родительских форм при получении гетерозисных гибридов зависят не только от биологических особенностей, но и от способ-

ности самоопыленных линий при скрещивании давать высокий эффект гетерозиса в первом гибридном поколении, называемый комбинационной способностью или гибридной силой. До определенного периода гетерозисные гибриды лука репчатого и их семена получали методом свободного переопыления сортов, специально подобранных для межсортового скрещивания. Однако урожайность таких гибридов была нестабильной, так как гибридность резкоколебалась в зависимости от условий переопыления и обычно находилась в пределах 50-70% (Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф., 2001).

Наиболее эффективным способом получения таких гибридов является использование в качестве материнского компонента форм, обладающих цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС). Первые

# СЕЛЕКЦИЯ И СЕМЕНОВОДСТВО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ



Зарница F<sub>1</sub>



Логран F₁



Солнышко F<sub>1</sub>

стерильные растения лука были найдены селекционером Г. Джонсоном (США) в 1925 году. Использование линий с ЦМС в качестве материнской формы позволило поднять гибридность семян до 95-100% и, тем самым, полнее использовать явление гетерозиса, чтобы создавать гибриды с более высокой урожайностью, одновременным созреванием, выравненностью луковиц по форме и окраске, хорошей лежкостью, с повышенной устойчивостью к болезням, вредителям и условиям окружающей среды.

В 1943 году американские исследователи (Jones, Clarke, 1943) разработали схему селекционного использования растений лука репчатого с мужской стерильностью. Генетические исследования показали, что мужская стерильность у лука репчатого достигается путем взаимодействия наследственно измененной плазмы (S) с двумя рецессивными аллелями гена (msms). Все растения с нормальной плазмой или плазмоном (N) обладают мужской фертильностью независимо от их конституции в ядре. С помощью так называемых «дополнительных растений», у которых проявляется генетическая конституция Nmsms (A2), может быть получено потомство со стерильной пыльцой после скрещивания с растением, обладающим мужской стерильностью Smsms (A<sub>1</sub> – линия). Линия с пыльцевой стерильностью (Smsms) получается и размножается путем высева и одновременного опыления с линией – восстановителем (Nmsms). Для получения гибридного семенного материала линия с пыльцевой стерильностью ( $\dot{A_1}$  – линия) в качестве материнского растения высевается на участках размножения для совместного переопыления с нормальной фертильной линией (В – линия). Собранные со стерильной по пыльце линии (А – линия) семена являются на 100% гибридными.

В дальнейшем с учетом этих генетических предпосылок, методом насыщающих скрещиваний в США и других странах были созданы многочисленные линии лука, обладающие ЦМС, а на их основе созданы и внедрены гетерозисные гибриды.

В нашей стране над получением стерильных форм лука работали селекционеры А.А. Макаров (1957), А.А. Казакова (1963), М.Ф. Хайсин (1998).

Работа по созданию исходного материала для получения гетерозисных межсортовых гибридов в лаборатории луковых культур ВНИИССОК была начата в 50-е годы прошлого века. Одновременно проводили исследования по наследованию признаков в первом гибридном поколении с целью получения однородной продукции у гибридов (Агафонов А.Ф., Ершов И.И., 1995). Были подобраны сорта, представляющие большую ценность для получения высокоурожайных гибридов первого поколения, которые давали гетерозисный эффект, превышая родителей и районированные сорта на 15-45%. В 70-е годы в лаборатории селекции луковых культур ВНИИССОК А.А. Воробьевой и И.И. Ершовым (1974) также были получены формы с ЦМС, стабильно сохраняющие высокую стерильность. Одновременно были разработаны способы устранения депрессии при поддержании стерильных линий. В дальнейшем проводили работу по созданию линий и гетерозисных гибридов на основе ЦМС для однолетнего выращивания лука репчатого из семян с использованием полученных стерильных форм.

Общепринятым способом создания гетерозисных гибридов F<sub>1</sub> лука репчатого является использование линий с цитоплазматической мужской стерильностью (ЦМС) в качестве одной из родительских форм. Частота растений с ЦМС варьирует от 0,1 до 25% популяции в зависимости от сорта.

Для создания ЦМС-линии необходимо отобрать в популяции ЦМС-растения, несущие положительные признаки, и фертильные растения-закрепители, служащие для поддержания ЦМС-линий в качестве отцовской формы. Семьи с ЦМС у 100% растении опыляют пыльцой соответствующего растения-закрепителя. Остальные семьи, показавшие расщепление по ЦМС, выбраковывают. Растения отцов-опылителей (тестеров) опыляют своей пыльцой (инбридинг).

Наиболее часто встречающимися проблемами являются недостаточная завязываемость семян на линии-закрепителе из-за инбредной депрессии и действия геновмодификаторов, уменьшающих эффективность генов ЦМС.

Для получения гибридов  $F_1$  с максимальным уровнем гетерозиса проводится оценка комбинационной способности (ОКС и СКС) линий и растений-опылителей методом топкросса и диаллельного скрещивания.

Очень эффективным является использование биохимических и молекулярных маркеров, что позволяет сократить время на подбор родительских форм и селекцию инбредных родительских линий.

В предыдущие годы нами созданы материнские линии S msms и N msms – отцызакрепители (Ершов, Агафонов, Логунова, 1996, 1998).

## Материалы и методы

В работе по получению гетерозисных гибридов первого поколения в лаборатории селекции и семеноводства луковых культур ВНИИССОК (ныне ФГБНУ ФНЦО) стерильные растения отбирали по внешнему виду среди семенников коллекционных образцов отечественной (Ершов, Воробьева, 1979).

Пыльцу выявленных растений подвергали анализу на жизнеспособность тетразольным методом (Паушева, 1988). К каждому стерильному растению подбирали свой фертильный опылитель. На первом этапе работы фертильные растения, обладавшие способностью закреплять признак ЦМС в потомстве, размножали с помощью инбридинга. Для преодоления депрессии фертильные линии – закрепители стерильности, отобранные в пределах одного сорта и обладающие равной способностью закреплять ЦМС, в дальнейшем переопыляли между собой.

Для определения типа стерильности выделенные стерильные формы тщательно анализировали в лаборатории генетики и цитологии. Для форм с ЦМС было присуще отсутствие существенных изменений в мейозе, пикноз ядер микроспор и задержка дегенерации тапетума (Полумордвинова, Марьяхина, 1985).

Для получения гибридных семян высаживали маточные луковицы стерильных и фертильных линий на одном участке по однострочной схеме (50 см между рядами и 10-15 см между луковицами) в соотношении (3: 1) и (4: 1) в зависимости от количества луковиц.

В начале цветения все стерильные формы проверяли на сохранение признака стерильности. При выявлении растений с фертильной пыльцой их удаляли, линию выбраковывали, для дальнейшей работы оставляли только линии со 100% стерильностью.

Опыление растений перспективных стерильных линий проводили соответствующи-

ми отцами-опылителями. Растения отцовопылителей (тестеров) опыляли своей пыльцой (инбридинг), где цветки опыляли с помощью мух, а также вручную кисточкой из перьев.

Всю дальнейшую работу проводили по схеме создания стерильных линий, все учеты и наблюдения проводили в соответствии с «Методическими указаниями по селекции луковых культур» (1997).

Линии со 100%-ной стерильностью в 4-5 поколении, включали в различные комбинации скрещивания с инбредными линиями для получения гибридов  $F_1$ . Скрещивания для получения семян гибридов  $F_1$  и опреде-

семян выделенных растений выращивали луковицы при посеве семян в грунт и через рассаду. Для этого проводили посев по семьям семян с каждой стрелки стерильного растения, а также посев по семьям с каждой самоопыленной стрелки фертильного растения-отца. После хранения маточные луковицы линий с ЦМС и опылителей высаживали на изоучастке по семьям отдельно для получения семян.

В начале цветения все стерильные формы проверяли на сохранение признака стерильности. При обнаружении растений с фертильной пыльцой семью выбраковывали, оставляя для дальнейшей работы толь-

Таблица 1. Результаты конкурсного сортоиспытания лука репчатого, 2012-2014 годы Table 1. Results of competitive varietal testing of onion, 2012-2014

Образец	Урожайность товарная, т/га	Масса товарной луковицы, г	Поражение пероноспорозом, балл
Логран F <sub>1</sub>	86	190	0,5
Золотничок - St.	45	92	1,0
HCP <sub>05</sub>	9,6		

ления комбинационной способности проводили в пергаментных изоляторах, опыление проводили вручную с помощью перьевых кисточек и мух.

Испытание гибридов в зависимости от наличия семян, все учеты и наблюдения, проводили парным методом в соответствии с «Методическими указаниями по селекции луковых культур» (1997).

В селекционном питомнике 1-го года растения для испытания выращивали в однолетней культуре посевом семян в грунт, с предварительным посевом семян на рассаду в кассеты размером 5х5 см, а также при посадке севка на репку. Посев семян в грунт проводили в 3-ей декаде апреля, посев семян на рассаду проводили в 3-ей декаде марта, а во 2-ой декаде мая рассаду высаживали в грунт по схеме для выращивания лука-репки, размещая 30 растений на 1 м<sup>2</sup>. Посадку севка проводили в 1-ой декаде мая. Учет урожая проводили методом взвешивания. Статистическую обработку проводили по Методике полевого опыта (Доспехов, 1985). Конкурсное сортоиспытание гибридов проводили по Методике Государственного сортоиспытания (1985).

### Результаты исследований

Начиная с 2002 года, во ВНИИССОК осуществляли целенаправленную работу по созданию гибридов  $F_1$  лука репчатого на основе ЦМС с использованием современных методов. Совместные исследования проводили лаборатории селекции и семеноводства луковых культур, генетики и цитологии, биотехнологии, иммунитета и защиты растений.

В 2002-2005 годы проведено изучение 229 сортообразцов лука репчатого с целью выявления на посадках семенников растений с пыльцевой стерильностью и закрепителей стерильности. Проводили их изоляцию и опыление стерильных растений фертильными отцовскими растениями. Для дальнейшей работы было выделено 515 растений с ЦМС.

Затем в селекционном питомнике из

ко семьи со 100%-ной стерильностью.

При наличии форм с мужской стерильностью наша задача состоит в том, чтобы создать гетерозисный гибрид, ценный по ряду хозяйственно полезных признаков устойчивость к болезням и вредителям, выравненность по форме луковицы и созреванию. Выполнение этой задачи находится в прямой зависимости от количества созданных линий: чем разнообразнее линии, тем больше вероятность выявления удачной гетерозисной комбинации по тому или другому признаку, или комплексу признаков (Агафонов А.Ф., Ершов И.И., 1997). Для создания ЦМС-линий в популяции

Для создания ЦМС-линий в популяции отбирали ЦМС-растения, несущие положительные признаки, и фертильные растения-закрепители, служащие для поддержания ЦМС-линий в качестве отцовской формы.

Опыление растений перспективных стерильных семей проводили соответствующими отцами-опылителями, а также проводили самоопыление (инбридинг) растений отцов-опылителей. Сбор семян проводили отдельно с растений стерильных линий и с растений отца-опылителя. В лаборатории биотехнологии проводили микроклональное размножение лучших линий с ЦМС

В 2006-2010 годы было создано 1588 материнских линий (S msms) и отцов-закрепителей (N msms). Для получения гибридов  $F_1$  с максимальным уровнем гетерозиса проводили оценку комбинационной способности линий и растений-опылителей методом топкросса и диаллельных скрещиваний.

В селекционном питомнике проводили оценку стерильных линий и закрепителей стерильности при выращивании лука-репки в однолетней культуре посевом семян в грунт, через рассаду и посадкой севка. По результатам оценки было выбраковано 443 линии. Выделено по комплексу хозяйствено ценных признаков 86 линий с высокой комбинационной способностью.

При наличии форм с мужской стерильностью задача состояла в том, чтобы соз-

Таблица 2. Результаты конкурсного сортоиспытания лука репчатого, 2014-2016 годы Table 2. Results of competitive variety testing of onion, 2014-2016

Образец	Урожайность товарная, т/га	Масса товарной луковицы, г	Поражение пероноспорозом, балл
Зарница F <sub>1</sub>	87	198	0,5
Солнышко F <sub>1</sub>	83	191	0,5
Золотничок - St.	46	90	1,0
HCP <sub>05</sub>	11,7		

дать гетерозисные гибриды, ценные по ряду хозяйственно полезных признаков: повышенная урожайность, скороспелость, устойчивость к болезням и вредителям, выравненность по форме луковицы и созреванию. Выполнение этой задачи находится в прямой зависимости от количества созданных линий, чем разнообразнее линии, тем больше вероятность выявления удачной гетерозисной комбинации по тому или другому признаку, или комплексу признаков.

Поэтому одновременно с работой по созданию стерильных линий, лучшие линии по комплексу хозяйственно полезных признаков с высокой комбинационной способностью включали в различные комбинации скрещиваний с инбредными линиями с целью подбора высокоэффективных гибридных комбинаций и созданию гибридов  $F_1$ .

В результате кропотливой работы проведено 547 комбинаций скрещиваний стерильных линий с инбредными отцовскими линиями, на основе которых создано 408 гибридов F<sub>1</sub>. После испытания и оценки их в гибридном и селекционном питомниках было выделено 23 лучших, которые были

включены в конкурсное сортоиспытание.

По результатам конкурсного испытания лука репчатого в 2012-2014 годах выделился образец № 1484, который под названием Логран F<sub>1</sub> передан в Государственное сортоиспытание (табл. 1).

Логран F<sub>1</sub> образует луковицы массой 155-190 г, округлые, индекс формы 1,0. Число сухих чешуй 2-3, окраска сухих наружных чешуй коричневая глянцевая. Луковица плотная, число зачатков 2-3, среднеспелый – 100-105 суток, урожайность 80-90 т/га. Луковица полуострого вкуса, содержит 14,5% сухого вещества, 10% сахаров, лежкость 270 суток, сохраняемость 90%.

По результатам конкурсного испытания лука репчатого в 2014-2016 годах выделились комбинации скрещиваний  $F_1$  523 x 596 и  $F_1$  414 x 603, которые под названием Зарница  $F_1$  и Солнышко  $F_1$  были переданы в Государственное сортоиспытание (табл. 2).

Зарница F<sub>1</sub> образует луковицы массой 160-198 г, округлые, индекс формы 1,0. Число сухих чешуй 2-3, окраска сухих наружных чешуй желтая с глянцем.

Луковица плотная, число зачатков 2-3, среднеспелый – 105-110 суток, урожайность 85-90 т/га. Луковица полуострого вкуса, содержит 12,2% сухого вещества, 10,9% сахаров, лежкость – 230 суток, сохраняемость – 90%.

Солнышко F<sub>1</sub> образует луковицы массой 150-190 г, ромбической формы, индекс формы 0,9. Число сухих чешуй 2-3, окраска сухих наружных чешуй желтая с глянцем. Луковица плотная, число зачатков 2-3, среднеспелый – 110-115 суток, урожайность 80-85 т/га. Луковица полуострого вкуса, содержит 14% сухого вещества, 10% сахаров, лежкость – 250 суток, сохраняемость – 90%.

#### Заключение

В результате длительной селекционной работы проведены скрещивания стерильных линий, имеющих комплекс хозяйственно полезных признаков, с инбредными отцовскими линиями и созданы гибриды  $F_1$ . После испытания и оценки их в гибридном и селекционном питомниках лучшие гибриды  $F_1$  были включены в конкурсное сортоиспытание.

В конкурсном испытании лука репчатого за 2012-2014 годы прекрасно зарекомендовал себя образец № 1484, который затем под названием Логран F<sub>1</sub> был передан в Государственное сортоиспытание. А на основании конкурсного испытания в 2014-2016 годах выделены комбинации скрещиваний F<sub>1</sub> 523 x 596 и F<sub>1</sub> 414 x 603 названием Зарница F<sub>1</sub> и Солнышко F<sub>1</sub> также были переданы в Государственное сортоиспытание.

Данные гибриды  $F_1$  лука репчатого не только обладают гетерозисным эффектом по урожайности и скороспелости, но также отличаются дружностью созревания, высокой однородностью по размеру и форме луковицы, а также повышенной устойчивостью к неблагоприятным факторам среды и болезням.

#### • Литература

- 1. Агафонов А.Ф., Ершов И.И. Селекция и семеноводство луковых культур. // Науч. труды по селекции и семеноводству (ВНИИССОК). М., 1995. Т.2. С.153-173.
- 2. Агафонов А.Ф., Ершов И.И. Гетерозисная селекция луковых культур. // Гетерозис сельскохозяйственных растений. М., 1997. С.86-89.
- 3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. М. Агропромиздат, 1985. 351 с.
- 4. Ершов И.И., Агафонов А.Ф., Логунова В.В. Гетерозисная селекция лука репчатого. // Картофель и овощи. М., 1996. – №5. – С.25-27.
- 5. Ершов И.И., Агафонов А.Ф., Логунова В.В. Гетерозисная селекция лука репчатого. // Селекция овощных культур (Сб. науч. трудов ВНИИССОК). М., 1998. Вып. 35. С. 197-200
- 6. Ершов И.И., Воробьева А.А. Опыт получения гетерозисных гибридов первого поколения на основе ЦМС у репчатого лука. // Труды по селекции овощных культур. М., 1979, вып. 9. С.27-31.
- 7. Ершов И.И., Воробьева А.А. Проявление гетерозиса у репчатого лука. // Селекция и семеноводство овощных культур. Научные труды ВНИИССОК. М., 1974. Т.1. С.94-99.
- 8. Казакова А.А. Стерильные формы лука и использование их в целях получения гетерозиса. В кн.: Гетерозис и использование его в овощеводстве. Краснодар, 1963. C.413-417.
- 9. Макаров А.А. Цитоплазматическая пыльцевая стерильность репчатого лука. Изв. ТСХА, 1960. Вып. 1. С.209-216.
- 10. Методика Госсортоиспытания сельскохозяйственных культур. М., 1985. 275 с. 11. Методические указания по селекции луковых культур. Под ред. Ершова И.И., Агафонова А.Ф. ВНИИССОК М. 1997. 122 с.
- 12. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М., 1988. 271 с.
- 13. Пивоваров В.Ф., Ершов И.И., Агафонов А.Ф. Луковые культуры. М., 2001. 500 с. 14. Полумордвинова И.В., Марьяхина Я.В. Методические рекомендации по полиплоидизации лука in vivo и in vitro с целью получения исходного материала для селекции и преодоления стерильности межвидовых гибридов. М., 1985. 25 с.
- 15. Хайсин М.Ф. Использование ЦМС для создания линий и синтеза гибридов лука репчатого. // Селекция овощных культур (Сб. науч. трудов ВНИИССОК). М., 1998. Вып. 35. С.204-217.
- 16. Jones H.A., Clarke A.E. Inferetanse of male sterility in the onion and the production of hybrid seed. // Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 1943. V.43. P.189-194.

#### References

- 1. Agafonov A.F., Yershov I.I. Selection and seed farming of onions cultures.//Scientific works on selection and seed farming (VNIISSOK). Pub., 1995. t.2. P.153-173.
- 2. Agafonov A.F., Yershov I.I. Heterosis selection of onions cultures.//Heterosis of agricultural plants. Pub.. 1997. P.86-89.
- 3. Dospekhov B.A. Technique of field experiment. Pub. Agropromizdat, 1985. P.351.
- 4. Yershov I.I., Agafonov A.F., Logunova V.V. Heterosis selection of onion.//Potatoes and vegetables. Pub., 1996, No. 5. P.25-27.
- 5. Yershov I.I., Agafonov A.F., Logunova V.V. Heterosis selection of onion.//Selection of vegetable cultures (Collect. scien. works VNIISSOK). Pub., 1998. issue 35. P.197-200
- 6. Yershov I.I., Vorobyova A.A. Experience of receiving heterosis hybrids of a firstgeneration on the basis of TsMS at onions.//Works on selection of vegetable cultures. Pub., 1979. Issue 9. P.27-31.
- 7. Yershov I.I., Vorobyova A.A. Manifestation of a heterosis at onions.//Selection and seed farming of vegetable cultures. Scientific works of VNIISSOK. Pub., 1974. t.1. P.94-99.
- 8. Kazakova A.A. Sterile forms of an onion and their use for receiving a heterosis. In prince: A heterosis and its use in vegetable growing. Krasnodar, 1963. P.413-417.
- 9. Makarov A.A. Cytoplasmatic pollen sterility of onions. Notif. TSHA, 1960. Issue 1. P.209-216.
- 10. Technique State tests of sorts of agricultural cultures. Pub., 1985. P.275.
- 11. A study guide on selection of onions cultures. On edit. of Yershov I.I., Agafonova A.F. VNIISSOK, Pub., 1997. P.122.
- 12. Pausheva Z.P. Workshop on plant cytology. M., 1988. 271 p.
- 13. Pivovarov V.F., Yershov I.I., Agafonov A.F. Onions cultures. Pub., 2001. P.500.
- 14. Polumordvinova I.V., Maryakhina Ya.V. Guidelines for onion liploidization in vivo and in vitro with the aim of obtaining starting material for selection and overcoming the sterility of interspecific hybrids. M., 1985. 25 p.
- 15. Haixing M.F. Use of TsMS for creation of lines and synthesis of hybrids of onion.//Selection of vegetable cultures (Collect. scien. works VNIISSOK). Pub., 1998. Issue 35. P.204-217.
- 16. Jones H.A., Clarke A.E. Inferetanse of male sterility in the onion and the production of hybrid seed. // Proc. Am. Soc. Hort. Sci., 1943. v.43. P.189-194.