

УДК 631.523: 635.25 (479.24)

ИЗУЧЕНИЕ ЦИТОПЛАЗМАТИЧЕСКОЙ МУЖСКОЙ СТЕРИЛЬНОСТИ РЕПЧАТОГО ЛУКА В УСЛОВИЯХ АЗЕРБАЙДЖАНА**Гасанов С.Р., Гусейнзаде Г.А.***Институт Генетических Ресурсов Национальной Академии Наук Азербайджана,
Баку, e-mail: hasanovsabir92@gmail.com*

Основной целью исследования было изучение цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС) и создание перспективных гибридов с использованием стерильных линий репчатого лука (*Allium cepa* L.) в условиях Азербайджана. К исследованию был привлечен ценный исходный материал из коллекции генофонда Азербайджана. Анализ стерильности у различных сортов лука проводился в течение всего периода цветения. Практически у всех изучаемых сортов лука были обнаружены стерильные формы. Отмечены морфологические различия между стерильными и фертильными формами растений. Результаты исследований выявили степень вариации признака стерильности у сортов лука в зависимости от географических условий выращивания. В результате изучения закрепления ЦМС и создания стерильных линий подобраны пары, дающие наибольший гетерозисный эффект. Получены продуктивные гибриды первого поколения, использование которых приводит к увеличению урожайности репчатого лука в условиях интенсивного орошения.

Ключевые слова: цитоплазматическая мужская стерильность (цмс), гибрид, гетерозис, урожайность, стерильная линия

STUDY OF CYTOPLASMATIC MALE STERILITY OF BULB ONION IN AZERBAIJAN CONDITIONS**Gasanov S.R., Guseynzade G.A.***Institute of Genetic Resources, Azerbaijan National Academy of Sciences, Baku,
e-mail: hasanovsabir92@gmail.com*

The study of cytoplasmic male sterility (CMS) and producing of perspective hybrids using sterile lines of bulb onion (*Allium cepa* L.) in Azerbaijan conditions was the primary objective of the current investigation. A valuable initial material from the gene collection of Azerbaijan was involved in the study. The analysis of sterility in different varieties of bulb onions was carried out throughout the flowering period. Practically, the sterile forms have been found almost in all varieties. Morphological differences between sterile and fertile plant forms were revealed. In sterile forms, umbrellas of onions with sterile pollen were mostly denser and with more flowers than umbrellas of usual normal plants. The results of the studies showed how strongly the sterility trait varies in onions varieties, depending on the geographical conditions of cultivation. As a result of studying the fixation of CMS and the producing of sterile lines, the pairs are selected that give the greatest heterotic effect. The combinational ability of varieties was studied during selection for heterosis, and more effective of them, when used as female plants, were selected. Productive hybrids of the first generation were obtained, which made it possible to increase the yield of bulb onions significantly in the conditions of intensive irrigation.

Keywords: cytoplasmic male sterility (cms), hybrid, heterosis, yield, sterile line

В овощеводстве явление гетерозиса исследуют и изучают во многих странах мира. В настоящее время в овощеводстве все больше внимания уделяется получению гетерозисных гибридных семян с использованием цитоплазматической мужской стерильности (ЦМС), и достигнуты определенные практические результаты [8, 9, 10].

Впервые ЦМС у репчатого лука была обнаружена в США Г.А. Джонсоном. Работы Джонсона и его сотрудников открыли путь для производства гибридных семян лука с помощью использования цитоплазматической мужской стерильности [5].

Некоторые ученые, исследуя гибриды, созданные на стерильной основе, указывали, что лучшие результаты были получены при гибридизации сортов, приспособленных к одинаковому со стерильными растениями экологическим условиям. На проявление

стерильности у репчатого лука сильное влияние оказывают погодные условия года и географическое место выращивания [4]. Известно, что для получения гетерозисных семян необходимо иметь стерильные линии с генетической формулой (N) ms ms, потомство которых состоит только из растений, обладающих ЦМС. Практически их можно получить у любого сорта лука, так как рецессивный ген (ms), вызывающий стерильность, возник много лет назад в процессе эволюции [7].

Для получения гибридных семян в производственных условиях необходима стерильная линия, которая опылялась бы сортами, обеспечивающими гетерозис по тому или иному хозяйственно важному признаку. Ученые считают, что стерильные линии лука надо также создавать для районированных сортов. Одновременно с селекцион-

ной работой по созданию стерильных линий следует проводить подбор пар для наиболее эффективных гетерозисных комбинаций в различных зонах страны [2].

Целью нашего исследования было изучение цитоплазматической мужской стерильности и создание перспективных гибридов с использованием стерильных линий местного сорта репчатого лука в условиях Азербайджана.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились на Апшеронской опытной базе Института Генетических Ресурсов НАНА в условиях интенсивного и регулярного орошения. В исследовании был использован ценный исходный материал из коллекции генофонда Азербайджана. Вся проделанная работа с ЦМС у репчатого лука может быть условно разделена на три основных этапа. На первом этапе из посаженных сортов лука были отобраны стерильные растения, с которых в дальнейшем собирались семена, полученные в результате свободного опыления. При этом учитывали и опыт работы исследователей по созданию стерильных линий, и методы получения гибридов репчатого лука на стерильной основе [1]. На втором этапе (закрепление стерильности) часть стерильных растений, полученных от гибридных семян, опыляли вручную пыльцой фертильных растений материнской формы. Другую часть оставляли для свободного опыления. Во время ежегодных прочисток линий удаляли все растения, которые могли быть заподозрены в наличии у них фертильности. Этот этап может продолжаться в течение нескольких поколений до достижения требуемого качества. Одновременно оценивали комбинационную способность стерильной линии, линии-закрепителя стерильности и сортов-опылителей. Семена, собранные с растения сорта, обладающего высокой комбинационной способностью, служили основой для создания линии-опылителя. На следующем, третьем этапе более тщательно оценивали комбинационную способность стерильной линии и линии-опылителя и отбирали наиболее перспективные образцы. В результате агробиологической оценки выделялись перспективные образцы и на их основе создавались стерильные линии.

Скрещивание проводили на изолированных участках и на одном массиве, без пространственной изоляции. В последнем случае применяли метод изоляции растений гибридной пары под общим каркасным изолятором, покрытым капроновой сеткой или марлей. Полученные семена высевали в гибридный питомник первого поколения. Площадь посевной делянки составляла 2 м². Анализ гибридов F₁ в предварительном испытании проводился по стандартной методике изучения коллекций лука. Во всех случаях растения выращивались с площадью питания 70–10 см. Математическая обработка данных проводилась по методике Б.А. Доспехова [3].

Результаты исследования и их обсуждение

Мужская стерильность у репчатого лука по внешнему проявлению бывает двух типов: 1-й тип – пыльники стерильных растений усыхают нераскрытыми, отличаются

от пыльников фертильных только окраской, имеющей светло-зеленоватый оттенок, и иногда, несмотря на наличие в них небольшого количества пыльцы, последняя не окрашивается ацетокармином, т.е. является нежизнеспособной; 2-й тип – пыльники засыхают еще в нераскрывшихся бутонах или сразу же после их раскрытия. В практической работе в основном приходится иметь дело с более распространенной стерильностью 1-го типа.

Практически у всех изучаемых местных сортов лука нами были обнаружены стерильные формы. Стерильность проверялась в течение всего периода цветения (в начале и во время массового цветения, и в период его окончания). Были отмечены морфологические различия между стерильными и фертильными формами растений. У стерильных растений зонтики лука со стерильной пыльцой в своем большинстве были плотнее и с большим количеством цветков, чем зонтики обычных нормальных растений.

Учет числа стерильных растений в условиях Апшерона по годам (2014–2016 года) показал, что степень проявления стерильности изменялась в зависимости от погодных условий вегетационного периода. 2015 год был более благоприятным для проявления признака ЦМС на Апшероне, так как у всех сортов процент стерильных растений был почти в 2 раза выше.

Исследование проявления признака ЦМС у одного из распространенных в Азербайджане сортов – «Масаллинский Местный» в различных экологических условиях показало, что экологические условия выращивания также оказывают влияние на данный признак. Так, если в условиях Апшерона в 2015 году процент стерильных растений составил 1,9%, то в Масаллинском районе – 6,3%, а в Агдашском районе – 11,7%.

Большинство исследователей отмечает, что источники ЦМС можно обнаружить почти у каждого сорта лука, но сохранить и закрепить признак ЦМС в потомстве оказывается труднее, чем обнаружить его [6].

Для закрепления мужской стерильности необходимо отыскать стерильное растение (*Smsms*) и опылить его пыльцой растения с генотипом *Nmsms*. В этом случае в потомстве должно быть 100% стерильных растений (*Smsms*). Однако общеизвестно, что 100%-й стерильности в работе с линиями добиться довольно трудно, так как в потомстве почти всегда выщепляется некоторое количество фертильных растений. При этом выщепление не более 5% фертильных растений у линий вполне допустимо, линии с более 5% количеством фертильных растений приходится браковать.

В 2003–2015 годах, пользуясь вышеуказанной схемой, в Институте Генетических Ресурсов НАНА было создано 5 линий, обладающих признаком ЦМС, на основе местного сорта репчатого лука. Одновременно с созданием линий с мужской стерильностью подобраны сорта-опылители для получения гетерозисных гибридов. В процессе репродукции стерильных линий непрерывно выщеплялись фертильные растения, проявляющиеся в результате появления пыльников с небольшим количеством фертильной пыльцы, образование которых зависит как от внешних условий, так и от сортовых особенностей. Во время ежегодных прочисток линий обычно удаляются все растения, которые могут быть заподозрены

в проявлении фертильности. Но полностью освободиться от всех «подозрительных» растений оказывается невозможным.

В цитологической лаборатории института была проанализирована пыльца стерильных растений двух линий («Масаллинский Местный S-7» и «Хачмазский Местный S-7»). Выяснено, что часть пыльцы была жизнеспособной и, видимо, могла служить источником «фертильного засорения» стерильных линий. Кроме того, полученные данные выявили наличие связи появления фертильной пыльцы в зависимости от сорта. Например, у сорта «Хачмазский Местный S-7» данный показатель наблюдался в три раза больше, чем у сорта «Масаллинский Местный S-7».

Таблица 1

Характеристика по урожайности наиболее перспективных гибридов F₁, полученных на основе ЦМС

Гибридная комбинация	В среднем за три года			
	Урожайность, %		Товарность, %	Период вегетации, (дней)
	к стандарту	к наиболее урожайному родителю		
«Масаллинский Местный» (стандарт)	100,0	-	88,5	126
«Масаллинский Местный S-7» × «Ордубад-1»	137,3	144,3	96,6	108
«Ордубад-1S-7» × «Ордубад-2»	128,2	121,4	96,2	114
«Хачмазский Местный S-7» × «Говсан»	123,3	122,2	96,5	111
«Масаллинский МестныйS-7» × «Ордубад-2»	125,2	121,3	97,9	112
«Ордубад-2 S-7» × «Нахичеванский Местный»	131,4	131,4	93,6	112
«Хачмазский Местный S7» × «Масаллинский Местный»	134,4	125,5	96,6	113
«Нахичеванский Местный S7» × «Говсан»	105,3	105,3	95,2	123
«Хачмазский Местный S-7» × «Ордубад-2»	132,2	111,0	96,2	114

Таблица 2

Лежкость гибридов лука, полученных на стерильной основе (в среднем за 2013–2015 гг.)

Гибриды и родительские сорта	Хранение луковиц, (дни)	Сохранившиеся луковицы, %
«Масаллинский Местный» (стандарт)	140	51,1
«Масаллинский Местный S-7» × «Ордубад-1»	140	62,8
«Хачмазский Местный S-7» × «Говсан»	100	73,0
«Масаллинский Местный S-7» × «Ордубад-2»	200	70,5
«Нахичеванский Местный S-7» × «Ордубад-1»	150	68,0
«Хачмазский Местный S-7» × «Масаллинский Местный»	112	68,7
«Нахичеванский Местный S-7» × «Масаллинский Местный»	150	61,0
«Хачмазский Местный S-7» × «Ордубад-2»	140	60,0
«Ордубад-1»	100	45,6
«Говсан»	66	45,8
«Ордубад-2»	70	47,0
«Хачмазский Местный»	100	37,0
«Нахичеванский Местный»	80	39,0

По данным предварительного испытания гибридов F_1 было установлено, что в сравнении с родительскими сортами большинство гибридных комбинаций продуктивнее родителей, т.е. обнаружен гетерозисный эффект по урожайности. Продуктивность гибридов сравнивали с данным показателем районированного стандартного сорта «Масаллинский Местный».

При этом у большинства изучавшихся нами гибридов в F_1 наблюдалось доминирование признаков и свойств материнской линии. Гибридные комбинации изучались в течение 2–3 лет. В результате исследования были выделены гибридные формы, значительно превышающие по урожайности, как исходные родительские формы, являющиеся сортами, так и стандартный сорт.

В табл. 1 приводится список наиболее перспективных гибридов F_1 , полученных на стерильной основе. Из данных таблицы видно, что за годы испытания урожай гибридов, в среднем был на 5,3–37,2% выше по сравнению с районированным сортом «Масаллинский Местный». Особенно выделяются в этом отношении гибриды комбинаций: «Ордурад-2 S-7» × «Нахичеванский Местный», «Хачмазский Местный S-7» × «Ордурад-2», «Масаллинский Местный S-7» × «Нахичеванский Местный», «Масаллинский Местный S-7» × «Ордурад-1», и др. Многие гибриды F_1 проявили гетерозис и по признаку скороспелости, среди которых гибриды комбинаций «Масаллинский Местный S-7» × «Ордурад-1», «Хачмазский Местный S-7» × «Говсан», «Масаллинский Местный S-7» × «Ордурад-2», «Нахичеванский Местный S-7» × «Ордурад-1», «Хачмазский Местный S-7» × «Масаллинский Местный» оказались в среднем на 13–22 дней более скороспелыми, чем стандарт. Среди изученных гибридных комбинаций по признаку урожайности выделились гибриды из комбинации «Нахичеванский Местный S-7» × «Говсан». По урожайности они близки к стандартному сорту «Масаллинский Местный» или незначительно его превышают. Учитывая, что сорт «Нахичеванский Местный» один из наиболее урожайных сортов, а материнским родителем был сорт «Говсан» с более низкой урожайностью, то и в этом случае обнаруживается гетерозис. Гибриды, полученные на стерильной основе, были однородны по цвету и выровнены по величине.

Помимо продуктивности, отмеченные гибриды также отличились по признакам лежкости и скороспелости. Изучение лежкости гибридов F_1 показало, что почти

все они отличаются более высокой лежкостью, чем исходные сорта (табл. 2). Особенно повышается лежкость у гибридов, исходные сорта которых не выдерживают длительного хранения. Так, луковицы сортов «Ордурад-1», «Говсан», «Ордурад-2», «Хачмазский Местный», «Нахичеванский Местный» за 180–200 дней хранения сохранились всего на 37,0–47,0%. Гибриды же, полученные с участием этих сортов, к концу периода изучения на лежкость сохранились на 60,0–8,7%, т.е. в 1,5–2,0 раза лучше.

Таким образом, оценка гибридов F_1 созданных на основе линий с ЦМС, показало перспективность работ в этом направлении.

Выводы

Сравнительное изучение гибридов, полученных на основе ЦМС, позволило выделить ряд комбинаций («Масаллинский Местный S-7» × «Ордурад-2» и «Хачмазский Местный S-7» × «Масаллинский Местный»), гибриды которых значительно превышают как исходные, так и стандартные районированные сорта по урожайности, скороспелости и лежкости.

Список литературы

1. Брежнев Д.Д. Методы получения гибридов репчатого лука на стерильной основе / Брежнев Д.Д., Казакова А.А. // Докл. ВАСХНИЛ. – 1964. – № 5. – С. 28–34.
2. Влияние факторов внешней среды на мужскую стерильность репчатого лука (*Allium cepa* L.) / Гасанов С.Р. и др. // Материалы Межд. симпозиума «Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования». – Москва, 2009, Том I. – С. 265–267.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта. – М.: Колос, 1979. – 416 с.
4. Казакова А.А. Стерильные формы лука и их использование для получения гибридных семян // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции ВИР. – 1965, 37 (2): 215–222.
5. Казакова А.А. Проявление гетерозиса у гибридов лука, полученных на стерильной основе. / Казакова А.А., Яковлев Г.В. // Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. – 1973. – № 49 (2). – С. 268–280.
6. Крылова М.И. Наследование цитоплазматической мужской стерильности у репчатого лука // Вестник с.-х. Науки. – 1967. – № 8. – С. 56–62.
7. Орлова К.Б. Мужская цитоплазматическая стерильность и ее использование в получении гибридных гетерозисных семян у репчатого лука // Тр. Волгоградской опытной станции ВИР. – 1969. – № 6. – С. 97–104.
8. Cebeci E. Male Sterility Applications in Allium / Cebeci E. and Hanci. // TABAD. – 2014. 7 (2). – P. 37–40.
9. Inden H. Japanese bunching onion (*Allium fistulosum* L.) / Inden H., Asahira T. // In: Rabinowitch, H.D., Brewster, J.L. (eds). Onion and allied crops. Boca Raton, Florida. – 1990. – № 3. – P. 159–178.
10. Yamashita K. Possibility of developing male sterile line of shallot (*A. cepa* L. *Agregatum* group) with cytoplasm from *A. galanthum* Kar. Et. Kir. / Yamashita, K. and Tashiro, T., // J. Japan. Soc. Hort. Sci. – 1999. – № 68. – P. 256–262.