

УДК 581.143.6:582.572.2

DOI: 10.17072/1994-9952-2020-4-280-285.

Н. Л. Шибанова, А. С. Попкова

Пермский государственный национальный исследовательский университет, Пермь, Россия

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ НЕКОТОРЫХ СОРТОГРУПП ЛИЛИЙ

Представлены результаты по микроклональному размножению десяти сортов лилий, относящихся к четырем сортогруппам: восточные, трубчатые, азиатские и лонгифлорум-азиатские гибриды (ЛА-гибриды). Установлено, что для стерилизации эксплантов оптимальным является использование следующих стерилизующих агентов: 7%-ный раствор гипохлорита натрия с экспозицией 20 мин. и 70%-ный этиловый спирт с экспозицией 10 сек. Средний процент выхода стерильной культуры для сортогрупп составил от 66 до 87%. Статистически значимых различий между сортами внутри сортогруппы не выявлено. При микроклональном размножении рекомендуется использовать твердую питательную среду Мурасиге и Скуга с добавлением ауксина α -нафтилуксусная кислота в концентрации 1 мг/л – для сортогрупп восточные, трубчатые и азиатские гибриды или цитокинина 6-бензиламинопурина в концентрации 1 мг/л – для ЛА-гибридов. Процент выхода эксплантов с признаками регенерации составил более 82% для трубчатых и ЛА-гибридов и более 71% – для восточных и азиатских гибридов. По коэффициенту размножения статистически значимых различий между сортами не наблюдается, и для всех изученных сортов любой сортогруппы он может варьировать от 2 до 14 шт./эксплант. Приживаемость растений, переведенных из условий *in vitro* в *in vivo*, составила более 60%.

Ключевые слова: микроклональное размножение; *Lilium* L.; сорт; сортогруппа.

N. L. Shibanova, A. S. Popkova

Perm State University, Perm, Russian Federation

MICROPROPAGATION OF SOME SORT GROUPS OF LILIES

The article presents data on micropropagation of ten cultivars of the genus *Lilium* L. belonging to four groups: the Oriental hybrids, the Trumpet hybrids, *Lilium* Asiatic hybrids, the Longiflorum and Asiatic hybrids (LA-hybrids). It is found that for the sterilization of explants better use the 7% sodium hypochlorite solution (20 min) and 70% ethanol (10 sec). The average percentage of sterile culture for the Oriental hybrids was 66.00±7.07, the Trumpet hybrids – 81.00±5.65, *Lilium* Asiatic hybrids – 85.00±4.69, LA-hybrids – 87.00±6.36. There were no statistically significant differences between cultivars within the group ($p=0.33$, $p<0.05$). It is recommended to use a medium Murashige and Skuga with the addition of auxin α -naphthylacetic acid 1 ml/l – for the Oriental, Trumpet, Asiatic hybrids or cytokinin 6-benzylaminopurine 1 ml/l – for LA hybrids. The percentage of explant with signs of regeneration was more than 82% for Trumpet and LA hybrids and more than 71% for Oriental and Asiatic hybrids. The reproduction rate can vary from 2 to 14 pcs/explant. Plant survival was more than 60%.

Key words: micropropagation; *Lilium* L.; variety; variety group.

Введение

Среди цветочных культур лилии занимают одно из ведущих мест в мире. Такие декоративные качества, как чистота окраски, разнообразие форм, аромат цветков неизменно привлекают внимание, а потенциальные генетические возможности делают виды, разновидности и гибриды ценным материалом для селекции [Пугачева, 2005].

За последние 200 лет в мире создано около 10 тыс. сортов лилий. Международный регистр лилий (The International Lily Register and Checklist) включает 9 разделов. Все лилии, в зависимости от

происхождения, классифицированы на 8 основных разделов (сортогрупп), а виды и внутривидовые таксоны выделены в девятый [Отрошко, 2016].

В качестве объектов исследования выбраны сорта из четырех сортогрупп: восточные («Мона Лиза», «Диззи»), трубчатые («Сноу квин», «Пинк Перфекшн»), азиатские («Эмилия», «Волхова», «Розовая дымка», «Дабл Плеже») и лонгифлорум-азиатские («Глоуб», «Самур»).

Достоинством восточных гибридов (The Oriental Hybrids) являются крупные размеры цветков (15–25 см) и цветоносов. Все сорта теплолюбивы, зацветают поздно, во второй половине лета. Это

одни из лучших выгоночных растений, их можно использовать в контейнерной культуре [Баранова, 1990].

Трубчатые гибриды (The Trumpet Hybrids) включают сорта, представленные сильными и рослыми (до 180 см) растениями с ароматными крупными цветками, которые хорошо размножаются семенами. Следствием этого является неоднородное потомство [Киреева, 1984].

Азиатские гибриды (Lilium Asiatic Hybrids) являются наиболее разнообразными по окраске цветков, неприхотливы, отличаются зимостойкостью и интенсивным вегетативным размножением, сравнительной устойчивостью к болезням [Иванов, 2004].

Лонгифлорум-азиатские гибриды (The Longiflorum and Asiatic hybrids) неприхотливы в выращивании, легко размножаются, устойчивы к ботритису [Завадская, 2008].

Большинство культивируемых в настоящее время сортов размножается только вегетативно. Луковички возникают на материнских луковицах или на побеге в небольших количествах [Пинаев, Блинова, Николаенко, 2011]. По данным Р.Г. Бутенко [1999], метод микроклонального размножения позволяет получить из одной чешуи луковицы за 6 месяцев 10^5 новых растений.

Цель работы – оптимизация этапов микроклонального размножения 10 сортов, относящихся к четырем сортогруппам.

Материалы и методы исследований

Исследования были проведены в 2017 – 2019 гг. в лаборатории микроклонального размножения кафедры ботаники и генетики растений Пермского государственного национального исследовательского университета. Эксплантами для введения в культуру изученных сортов лилий стали наружные и внутренние чешуи луковиц размером 0.5–1.5 см². Апикальная часть чешуй удалялась, так как она обладает низкой способностью к регенерации. Всего было высажено 960 эксплантов.

Стерилизацию эксплантов проводили в три этапа: престерилизация – нейтральный детергент 40–60 мин. и проточная вода 10 мин.; стерилизация – 7%-ный раствор гипохлорита натрия («Белизна») 20 мин. и 70%-ный этиловый спирт 10 сек. или 12%-ный раствор перекиси водорода 15 мин.; постстерилизация – три смены стерилизованной дистиллированной воды по 5 мин. в каждой. Стерилизация питательной среды в пробирках проводилась в автоклаве Sanyo MLS-3780 при температуре 120°C под давлением 1 атм. в течение 15 мин. Все этапы микроразмножения проводились в стерильных условиях в ламинар-боксе.

Экспланты высаживались на твердую питательную среду Мурасиге и Скуга (MS) с повышен-

ным содержанием сахарозы (60 г/л). В качестве регуляторов роста использовались ауксины – β-индолилуксусная кислота (ИУК), α-нафтилуксусная кислота (НУК) и цитокинин – 6-бензиламинопурин (6-БАП) в концентрации по 1 мг/л. Также в среду были добавлены такие витамины, как пиридоксин, тиамин и никотиновая кислота в концентрации по 1 мг/л каждый. Всего было использовано 4 варианта среды. Растения выращивались в условиях искусственного освещения в климатической камере «Binder KBF LQC 240» при температуре $+22 \pm 2^\circ\text{C}$ и освещении 14/10. Через 10–14 дней проводилась выбраковка материала, который имел признаки инфицирования. Подсчитывалось число стерильных эксплантов к общему числу объектов, подвергнутых стерилизации. Определялась жизнеспособность материала как процент стерильных эксплантов с признаками регенерации.

Для переноса растений, выращенных на твердой питательной среде MS, в условия закрытого грунта, была использована почва, содержащая дерновую землю, речной песок, торф, комплекс минеральных удобрений, вермикулит, дренаж керамзитовый. Растения выращивались в условиях естественного освещения при температуре 20–24°C. Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием стандартного пакета анализа Microsoft Office Excel. Различия по критериям Фишера и Стьюдента считали статистически значимыми при $p < 0.05$. По Г.Н. Зайцеву [1973] были приняты уровни варьирования признаков: $C_v < 10\%$ – низкий, $C_v = 11–20\%$ – средний, $C_v > 20\%$ – высокий.

Результаты и их обсуждение

Определяющую роль на первом этапе микроклонального размножения играет стерильность культуры. Для сортогруппы азиатские гибриды использовался один режим стерилизации, при котором основными стерилизующими агентами были 7%-ный раствор гипохлорита натрия с экспозицией 20 мин. и 70%-ный этиловый спирт с экспозицией 10 сек. Для остальных исследуемых сортогрупп применялось два режима стерилизации, которые отличались по одному стерилизующему агенту – при втором режиме этиловый спирт был заменен на 12%-ный раствор перекиси водорода с экспозицией 15 мин.

Установлено, что высокий процент выхода стерильной культуры наблюдается только при первом режиме стерилизации. Он составил у сортов: «Самур» – 91 и «Глоуб» – 82 (ЛА-гибриды), «Эмилия» – 90, «Розовая дымка» – 88, «Волхова» – 81, «Дабл Плеже» – 81 (азиатские гибриды), «Сноу квин» – 85 (трубчатый гибрид). По данным работы В.В. Французенка [1997], высоким процентом вы-

хода стерильной культуры можно считать, если результат отклоняется на 10–20% от 100. При втором режиме стерилизации получены низкие показатели по выходу стерильной культуры у всех изученных сортогрупп. Процент варьировал от 32 до 44.

Статистически значимых различий не выявлено между сортами внутри сортогруппы ($p = 0.21$, $p < 0.05$) и между сортогруппами при втором режиме стерилизации ($p = 0.33$, $p < 0.05$). При первом режиме стерилизации статистически значимые различия (p не превышает 0.04, $p < 0.05$) наблюдаются между сортами разных сортогрупп: «Мона Лиза» (восточный гибрид) и «Пинк Перфекшн» (трубчатый гибрид) / «Самур» (ЛА-гибрид); «Диззи» (восточный гибрид) и «Пинк Перфекшн», «Сноу квин» (трубчатые гибриды) / «Глоуб», «Самур» (ЛА-гибриды) / «Дабл Плеже» (азиатский гибрид); «Пинк Перфекшн» (трубчатый гибрид) и «Волхова», «Розовая дымка» (азиатские гибриды); «Сноу квин» (трубчатый гибрид) и «Самур» (ЛА-гибрид) / «Волхова» (азиатский гибрид); «Глоуб» (ЛА-гибрид) и «Волхова» (азиатский гибрид); «Самур» (ЛА-гибрид) и «Розовая дымка» (азиатский гибрид).

В работе М.А. Соколовой и Г.М. Пугачевой [2010] по микроклональному размножению трубчатых гибридов лилий, при использовании для стерилизации раствора гипохлорита натрия выход стерильной культуры составил 73%, что согласуется с нашими данными: средний процент выхода стерильной культуры по всем сортогруппам составил 79.70 ± 4.56 .

Процесс развития эксплантов лилий на твердой питательной среде MS начинается через 3–4 недели после посадки. В это время отмечается появление первых новообразовавшихся луковичек (деток)

на экспланте. Формирование листьев происходит через 5–6 недель после посадки (рис. 1).

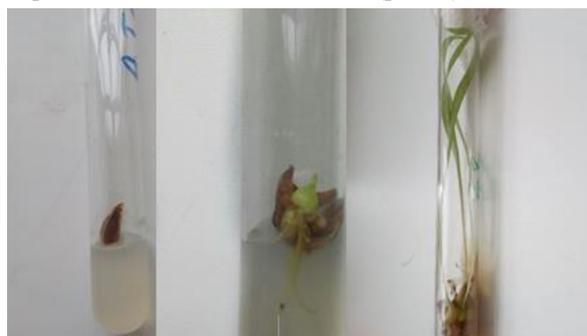


Рис. 1. Формирование луковичек на экспланте сорта «Пинк Перфекшн»:

а – чешуя луковицы на момент посадки, б – через 3 недели после посадки, в – через 5 недель после посадки

Данные по жизнеспособности эксплантов представлены в табл. 1, из данных которой можно сделать заключение, что для сортогрупп восточные, трубчатые и азиатские гибриды высокий процент выхода жизнеспособных эксплантов отмечается на твердой питательной среде MS с добавлением фитогормона НУК (1 мг/л). Для группы восточные гибриды процент выхода жизнеспособных эксплантов составил у сортов «Мона Лиза» – 77.5, «Диззи» – 65.0; для трубчатых гибридов: «Пинк Перфекшн» – 90.0, «Сноу квин» – 85.0; для азиатских гибридов: «Эмилия» – 77.0, «Волхова» – 74.0, «Розовая Дымка» – 78.0, «Дабл Плеже» – 72.5. Для ЛА-гибридов высокий процент выхода жизнеспособных эксплантов отмечается на питательной среде MS с добавлением фитогормона 6-БАП (1 мг/л): «Глоуб» – 85.0, «Самур» – 80.0.

Таблица 1

Выход жизнеспособных эксплантов лилий на твердой питательной среде Мурасиге и Скуга, %

Сортогруппа	Сорт	Варианты среды			
		I	II	III	IV
Восточные гибриды	«Мона Лиза»	45.0	77.5	55.0	32.5
	«Диззи»	30.0	65.0	67.5	40.0
Трубчатые гибриды	«Пинк Перфекшн»	52.5	90.0	47.5	52.5
	«Сноу Квин»	47.5	85.0	42.5	65.0
ЛА-гибриды	«Глоуб»	50.0	72.5	85.0	35.0
	«Самур»	42.5	65.0	80.0	60.0
Азиатские гибриды	«Эмилия»	41.5	77.0	–	64.5
	«Волхова»	49.0	74.0	–	59.0
	«Розовая Дымка»	53.0	78.0	–	61.5
	«Дабл Плеже»	46.0	72.5	–	48.5

Примечание. I – с витаминами и ИУК (1 мг/л), II – с витаминами и НУК (1 мг/л), III – с витаминами и 6-БАП (1 мг/л), IV – без витаминов и фитогормонов; прочерк означает отсутствие данных.

В работе Н.В. Ивановой [1983], для сортогрупп трубчатые и азиатские гибриды на твердой питательной среде MS выявлен наиболее эффективный регулятор роста – НУК в концентрации 1 мг/л, что

соответствует полученным нами результатам.

Различия между сортогруппами по выходу жизнеспособных эксплантов на разных вариантах среды MS представлены в табл. 2. Статистически

значимых различий между сортами в пределах сортогруппы не выявлено ($p = 0.44$, $p < 0.05$).

Таблица 2

Достоверность различий по выходу жизнеспособных эксплантов в зависимости от варианта среды Мурасиге и Скуга

Сортогруппа		Варианты среды			
		I	II	III	IV
Восточные гибриды	Трубчатые гибриды	0.33	0.01*	0.06	0.00*
Восточные гибриды	ЛА-гибриды	0.34	0.07	0.00*	0.12
Восточные гибриды	Азиатские гибриды	0.32	0.11	–	0.21
Трубчатые гибриды	ЛА-гибриды	0.31	0.00*	0.00*	0.15
Трубчатые гибриды	Азиатские гибриды	0.35	0.00*	–	0.08
ЛА-гибриды	Азиатские гибриды	0.30	0.09	–	0.00*

Примечание. I – с витаминами и ИУК (1 мг/л), II – с витаминами и НУК (1 мг/л), III – с витаминами и 6-БАП (1 мг/л), IV – без витаминов и фитогормонов; прочерк означает отсутствие данных; * отмечены значения, достоверные при $p < 0.05$.

Таким образом, для трех сортогрупп наиболее высокий выход жизнеспособных эксплантов наблюдается на питательной среде MS с добавлением витаминов и фитогормона НУК в концентрации 1 мг/л, средний процент выхода эксплантов с признаками регенерации для восточных гибридов составил 71.50 ± 8.83 , для трубчатых гибридов – 87.50 ± 3.53 , для азиатских гибридов – 77.50 ± 0.70 . Для сортогруппы ЛА-гибриды высокий процент

выхода эксплантов с признаками регенерации отмечается на варианте MS с добавлением витаминов и фитогормона 6-БАП (1 мг/л). Он составил в среднем 82.50 ± 3.53 .

При размножении лилий *in vitro* на одной чешуе луковицы можно получить несколько луковичек (деток), что значительно увеличивает коэффициент размножения (табл. 3).

Таблица 3

Коэффициент размножения десяти сортов лилий

Сортогруппа	Сорт	Число деток (шт./эксплант)			
		min	max	M±m	cv, %
Восточные гибриды	«Мона Лиза»	4	13	8.3 ± 3.1	38
	«Диззи»	6	11	8.1 ± 1.8	22
Трубчатые гибриды	«Пинк Перфекшн»	3	12	7.2 ± 2.7	38
	«Сноу Квин»	5	10	7.5 ± 1.8	24
ЛА-гибриды	«Глоуб»	2	9	5.5 ± 2.6	40
	«Самур»	5	14	8.7 ± 3.2	37
Азиатские гибриды	«Эмилия»	5	12	8.4 ± 2.5	30
	«Волхова»	3	7	5.0 ± 1.5	31
	«Розовая дымка»	4	8	5.9 ± 1.5	25
	«Дабл плеже»	2	11	7.1 ± 3.0	43

Из данных, приведенных в табл. 3, видно, что самый высокий коэффициент размножения у сортов «Самур» (ЛА-гибрид) – 14 шт./эксплант, «Мона Лиза» (восточный гибрид) – 13 шт./эксплант, «Пинк перфекшн» (трубчатый гибрид) и «Эмилия» (азиатский гибрид) – 12 шт./эксплант. Коэффициент вариации (cv) находится в пределах от 22 до 43 в зависимости от сорта, что свидетельствует о сильном разбросе признака. Для сортогрупп восточные, трубчатые и азиатские гибриды наиболее высокий коэффициент размножения наблюдается на питательной среде MS с добавлением витаминов и ауксина НУК (1 мг/л), для сортогруппы ЛА-гибриды – на среде MS с добавлением витаминов и цитокинина 6-БАП (1 мг/л).

В.В. Французенок [1997] в своей работе отмечает, что наличие фитогормона НУК в твердой питательной среде MS способствовало формирова-

нию крупных, хорошо сформированных луковичек с корнями и листьями. При этом коэффициент размножения колебался от 3.9 шт./эксплант у сорта «Медуница» до 11.8 у сорта «Эмилия», что согласуется с нашими данными.

Статистически значимых различий между сортами по коэффициенту размножения не наблюдается ($t_{cp} = 1.973$, $n = 191$). Таким образом, для всех изученных сортов любой сортогруппы коэффициент размножения может варьировать от 2 до 14 шт./эксплант.

Растения сортогруппы азиатские гибриды, полученные в культуре *in vitro*, имеющие ширину листа 0.1–0.5 мм в мае 2017 г., и растения из сортогрупп трубчатые, восточные и ЛА-гибриды, имеющие ширину листа 0.3–0.7 мм, в октябре 2018 г., были перенесены в условия закрытого грунта, где выращивались при температуре 20–24°C. Всего

было высажено 131 растение. Через 2 недели после посадки у растений увеличивалась ширина листа до 1–1.3 см и появлялся третий лист. Выход адаптированных растений из сортогруппы азиатские гибриды составил 67.8%. Данные по выходу адаптированных растений из других сортогрупп представлены на рис. 2.

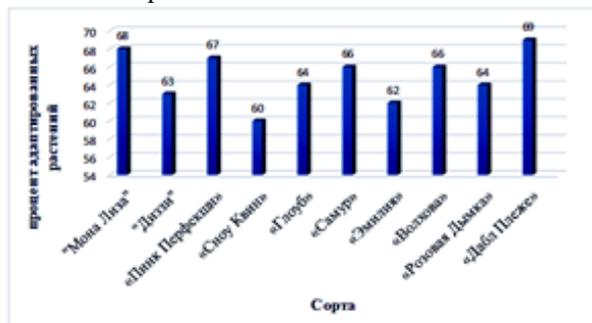


Рис. 2. Процент выхода адаптированных растений исследованных сортов лилий

Из гистограммы видно, что выход адаптированных растений у всех изученных сортов составляет 60% и выше. Самый высокий процент отмечается у сорта «Дабл Плеже» – 69, низкий – у сорта «Сноу Квин» (60). Статистически значимых различий между сортами не наблюдается ($p = 0.26$, $p < 0.05$).

Заключение

Для получения стерильной культуры лилий рекомендуется использовать первый режим стерилизации, при котором основными стерилизующими агентами являются 7%-ный раствор гипохлорита натрия с экспозицией 20 мин. и 70%-ный этиловый спирт с экспозицией 10 сек. Средний процент выхода стерильной культуры для сортогруппы восточные гибриды составил 66.00 ± 7.07 , для трубчатых гибридов – 81.00 ± 5.65 , для ЛА-гибридов – 87.00 ± 6.36 , для азиатских гибридов – 85.00 ± 4.69 .

При микроклональном размножении можно использовать твердую питательную среду Мурасиге и Скуга с добавлением фитогормона НУК в концентрации 1 мг/л – для сортогрупп восточные, трубчатые и азиатские гибриды; с добавлением фитогормона 6-БАП в концентрации 1 мг/л – для ЛА-гибридов. Приживаемость растений, переведенных из условий *in vitro* в *in vivo*, составляет 60% и выше.

Библиографический список

Баранова М.В. Лилии. Л.: Агропромиздат, 1990. 384 с.
 Бутенко Р.Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнологии на их основе. М.: Наука, 1999. 272 с.
 Завадская Л.В. Лилии. М.: Дом МСП, 2008. 64 с.

Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
 Иванов И. Энциклопедия декоративных садовых растений. М.: Наука, 2004. 1000 с.
 Иванова Н.В. Влияние регуляторов роста на размножение лилий // Бюллетень Главного ботанического сада. 1983. Вып. 127. С. 62–64.
 Киреева М.Ф. Лилии. М.: Россельхозиздат, 1984. 206 с.
 Отрошко А.В. Лилии. Кн. 4. Контейнерная культура. М., 2016. С. 114.
 Пинаев Г.П., Блинова М.И., Николаенко Н.С. Клеточная биотехнология: учеб.-метод. пособие. СПб.: Изд-во Политехн. ун-та, 2011. 209 с.
 Пугачева Г.М. Методы создания исходного материала для селекции лилий: дис. ... канд. с.-х. наук. Мичуринск, 2005. 149 с.
 Соколова М.А., Пугачева Г.М. Эффективный способ размножения Трубчатых Гибридов лилий // Цветоводство. 2010. № 6. С. 18–19.
 Французенок В.В. Совершенствование методов микроклонального размножения лилий: автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. Горки, 1997. 22 с.

References

Baranova M.V. *Lilii* [Lilys]. Leningrad, Agropromizdat Publ., 1990. 384 p. (In Russ.).
 Butenko R.G. *Biologija kletok vyssich rastenij in vitro i bioteknologii na ich osnove* [Biology of higher plant cells in vitro and biotechnologies based on them]. Moscow, Nauka Publ., 1999. 272 p. (In Russ.).
 Zavadsckay L.V. *Lilii* [Lilys]. Moscow, Dom MSP Publ., 2008. 64 p. (In Russ.).
 Zajcev G.N. *Metodika biometričeskich rasčetov. Matematičeskaja statistika v ěksperimental'noj botanike* [Method of biometric calculations. Mathematical statistics in experimental botany]. Moscow, Nauka Publ., 1973. 256 p. (In Russ.).
 Ivanov I. *Ėnciklopedija dekorativnych sadovyh rastenij* [Encyclopedia of ornamental garden plants]. Moscow, Nauka Publ., 2004. 1000 p. (In Russ.).
 Ivanova N.V. [Influence of growth regulators on the propagation of lilies]. *Bulleten' glavnogo botaničeskogo sada*. Iss. 127 (1983): pp. 62–64. (In Russ.).
 Kireeva M.F. *Lilii* [Lilys]. Moscow, Rossel'chozizdat Publ., 1984. 206 p. (In Russ.).
 Otroshko A.V. *Lilii. Kniga 4. Kontejnernaja kultura* [Lilys. Book 4. Container culture]. Moscow, 2016. 114 p. (In Russ.).
 Pinaev G.P., Blinova M.I., Nikolaenko N.S. *Kletočnaja bioteknologija* [Cell biotechnology: educational and methodological guide]. St-Peterburg, 2011. 209 p. (In Russ.).

Pugacheva G.M. *Metody sozdanija ischodnogo materiala dlja selekcii lilij: diss. kand. selsk-choz. nauk* [Methods of creating initial material for breeding of lilies. Diss. kand. nauk]. Michurinsk, 2005. 149 p. (In Russ.).

Sokolova M.A., Pugacheva G.M. [An effective way to propagate Tubular Lily Hybrids]. *Cvetovodstvo*. N 6 (2010): pp. 18-19. (In Russ.).

Franchuzenok V.V. *Soveršenstvovanie metodov mikroklonal'nogo razmnoženija lilij. Avtoref. diss. kand. selsk-choz. nauk* [Improving methods of microclonal reproduction of lilies. Abstract Cand. Diss.]. Gorki, 1997. 22 p. (In Russ.).

Поступила в редакцию 07.07.2020

Об авторах

Шибанова Наталья Леонидовна, кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и генетики растений

ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

ORCID: 0000-0002-9404-6821

614990, Пермь, ул. Букирева, 15;

shibanova7@mail.ru; (342) 2396229

Попкова Анна Сергеевна, студент биологического факультета, кафедра ботаники и генетики растений

ФГБОУВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет»

ORCID: 0000-0001-6584-5539

614990, Пермь, ул. Букирева, 15;

annypopkova@icloud.com; (342) 2396229

About the authors

Shibanova Natalya Leonidovna, candidate of biology, associate professor Department of Botany and Plant Genetics

Perm State University.

ORCID: 0000-0002-9404-6821

15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;

shibanova7@mail.ru; (342) 2396229

Popkova Anna Sergeevna, student Faculty of Biology, Department of Botany and Plant Genetics Perm State University.

ORCID: 0000-0001-6584-5539

15, Bukirev str., Perm, Russia, 614990;

annypopkova@icloud.com; (342) 2396229

Информация для цитирования:

Шибанова Н.Л., Попкова А.С. Микроклональное размножение некоторых сортогрупп лилий // Вестник Пермского университета. Сер. Биология. 2020. Вып. 4. С. 280–285. DOI: 10.17072/1994-9952-2020-4-280-285.

Shibanova N.L., Popkova A.S. [Micropropagation of some sort groups of lilies]. *Vestnik Permskogo universiteta. Biologija*. Iss. 4 (2020): pp. 280-285. (In Russ.). DOI: 10.17072/1994-9952-2020-4-280-285.

