ЭКОБИОТЕХ

ISSN 2618-964X

<http://ecobiotex-journal.ru>

ОПЫТ ИЗУЧЕНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКОЙ И КАРИОЛОГИЧЕСКОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ *ALLIUM HYMENORHIZUM* LEDEB. ПРИ ИНТРОДУКЦИИ

Кутуева А.Г.^{1*}, Елизарьева О.А.²,
Калашник Н.А.^{1*}, Маслова Н.В.^{2**}

¹Южно-Уральский ботанический сад-институт Уфимского
федерального исследовательского центра РАН, Уфа

²Уфимский Институт биологии Уфимского федерального
исследовательского центра РАН, Уфа

E-mail: cyto.ufa@mail.ru*, maslovanv-ib-ufa@mail.ru**

В статье представлены результаты изучения морфологической и кариологической изменчивости редкого реликтового вида *Allium hymenorhizum* Ledeb. в зависимости от географического происхождения. Работа выполнена в 2017 г. на примере двух популяций из Южного Урала (Баймакский район, окр. д. Бахтигареево) и Башкирского Предуралья (Благоварский район, окр. с. Новоконстантиновка). Материал собран в интродукционном питомнике.

Между популяциями выявлены достоверные различия по 2 показателям плодов, 4 показателям семян, 3 показателям соцветий и 1 показателю генеративного побега. Изменчивость метрических показателей плодов и семян характеризуется низким и средним значением коэффициента вариации, показателей соцветий – средним и повышенным значением, показателей генеративных растений – от очень низкого до повышенного. Внутрипопуляционная изменчивость по всем показателям больше, чем межпопуляционная. Показатели семени, соцветия (кроме высоты соцветия и числа цветков в соцветии) имеют стабильный характер изменчивости.

Кариологические исследования показали, что число хромосом в соматической ткани исследуемого вида $2n=16$, хромосомы средних размеров, метацентрического и субметацентрического типов, на трех парах встречаются вторичные перетяжки. Изменчивость кариологических показателей характеризуется очень низким, низким и средним значением коэффициента вариации. Значимые различия между популяциями наблюдаются по относительной длине 1 и 8 пар, центромерному индексу 5 пары, по абсолютной длине хромосом различия незначимы.

Ключевые слова: *Allium hymenorhizum*, реликтовый вид, морфология, кариология, популяционная изменчивость, интродукция, Башкирское Предуралье, Южный Урал

EXPERIENCE OF STUDYING OF MORPHOLOGICAL AND KARYOLOGICAL VARIABILITY OF *ALLIUM HYMENORHIZUM* LEDEB. UNDER CULTIVATION

Kutueva A.G.^{1*}, Elizaryeva O.A.²,
Kalashnik N.A.^{1*}, Maslova N.V.^{2**}

¹South-Ural Botanical Garden-Institute of the Ufa Federal
Research Centre of Russian Academy of Sciences, Ufa

²Ufa Institute of Biology of the Ufa Federal Research
Centre of the Russian Academy of Sciences, Ufa

E-mail: cyto.ufa@mail.ru*, maslovanv-ib-ufa@mail.ru**

Results of studying of morphological and karyological variability of a rare relict species of *Allium hymenorhizum* Ledeb. are presented in article depending on geographical origin. Work is performed in 2017 on the example of two populations from the South Ural (Baymasksky district, surrounding of Bakhtigareevo) and Bashkir Cis-Urals (Blagovarsky district, the surrounding village of Novokonstantinovka). Material has been collected in introduction nursery.

Significant differences in 4 metric parameters of seeds, 3 indicators of inflorescences and 1 indicator of generative escape were revealed between the populations. Variability of metric indicators of seeds is characterized by low and average value of coefficient of variation, indicators of inflorescences – the average and increased value, indicators of generative plants – from very low to increased. The intrapopulation variability for all indicators more than interpopulation. Indicators of fruit, seed, inflorescence (except for the height of the inflorescence and the number of flowers in the inflorescence) have a stable variability.

Karyological studies have shown that the number of chromosomes in the somatic tissue of the subjects $2n=16$, chromosomes of medium size, metacentric and submetacentric types, on three pairs there are secondary constrictions. The variability of karyological indicators is characterized by a very low, low and average value of the coefficient of variation. Significant differences between the populations are observed in the relative length of 1 and 8 pairs, the centromeric index of the 5th pair, the absolute length of the chromosomes differences are not significant.

Keywords: *Allium hymenorhizum*, relict species, morphology, karyology, population variability, introduction, Bashkir Cis-Urals, South Urals

Поступила в редакцию: 6.12.2018

ВВЕДЕНИЕ

Представители рода *Allium* L. (Alliaceae) вызывают большой интерес как хозяйственно-ценные растения и исходный материал для селекции пищевых и декоративных луков, приспособленных к определенным почвенно-климатическим условиям [Черемушкина и др., 1992; Растительные ресурсы..., 1994; Волкова, 2007; Тухватуллина, Абрамова, 2012; и др.]. Одним из таких видов является лук плевкорневищный *Allium hymenorhizum* Ledeb. Этот вид относится к группе диких родичей культурных растений [Каталог..., 2005]. Представляет интерес как перспективное декоративное растение [Дмитриева, 1974; Кучеров, Маслова, 2000; и др.] Вид включен в региональный список перспективных декоративных дикорастущих растений Республики Башкортостан (РБ) для озеленения влажных участков [Минина, 2000].

A. hymenorhizum – редкое растение Южного Урала и Предуралья, плейстоценовый реликт азиатского происхождения. Реликтовые популяции вида в РБ весьма малочисленны и уязвимы [Мулдашев и др., 2013], вследствие чего вид включен в Красную книгу РБ [2011] и отнесен к категории 1 (вид, находящийся под угрозой исчезновения).

Основной его ареал располагается на Алтае (Россия, Монголия), он встречается также в горах Казахстана и Средней Азии [Фризен, 1987]. На Южном Урале вид произрастает исключительно на пойменных солончаковатых лугах в верхнем течении р. Таналык (правый приток р. Урал) и через невысокий водораздел в истоках р. Сапсал (левый приток р. Сакмара). На сегодня на этом участке протяженностью около 50 км выявлено 6 пунктов произрастания вида. В 4-х пунктах вид находится на грани вымирания [Красная книга..., 2011; Мулдашев и др., 2013]. Одна популяция этого вида охраняется на территории ботанического памятника природы «Популяция лука плевкорневищного у д. Богачево», две популяции находятся на территории проектируемого природного парка [Мулдашев и др., 2013; Реестр..., 2016]. В 2014 г. выявлен новый пункт произрастания вида в Башкирском Предуралье – Благоварский район, окр. д. Новоконстантиновка [Мулдашев и др., 2016]. Для охраны *A. hymenorhizum* применяются методы интродукции и реинтродукции [Маслова и др., 2003, 2005; Красная книга..., 2011; Мулдашев и др., 2013; Маслова, Елизарьева, 2016].

A. hymenorhizum – многолетнее корневищно-луковичное растение. Луковицы по одной – несколько прикреплены к короткому корневищу, образуя плотную дернину, цилиндрическо-конические, с кожистыми бурыми оболочками, до 2 см толщиной. Стебель почти до половины одет влагалищами листьев. Зонтик обычно шаровидный, многоцветковый, чехол остающийся. Листочки околоцветника розовые, 4-6 мм длиной, столбик выдается из околоцветника. Коробочка равна околоцветнику [Фризен, 1987, 1988].

A. hymenorhizum изучается и сохраняется во многих ботанических садах (БС): ЦСБС (г. Новосибирск) [Черемушкина и др., 1992], БС Коми НЦ РАН (г. Сыктывкар) [Волкова, 2007], БС Самарского госуниверситета (г. Самара) [Мамонтова и др., 2007], Южно-Уральский БС (г. Уфа) [Абрамова и др., 2004; Тухватуллина, Абрамова, 2012], БС МГУ (г. Москва) [Клюйков, Украинская, 2012], Кузбасский БС (г. Кемерово) [Буко, Роднова, 2014] и др. Кариологические исследования *A. hymenorhizum* проводились на территории Памиро-Алая [Вахтина, 1964, 1965; Закирова, Вахтина, 1974], Казахстана [Вахтина, Кудряшова, 1977], Алтайского края [Фризен, 1985, 1988], Таджикистана [Friesen et al., 2006].

Цель работы – изучение морфологической и кариологической изменчивости *A. hymenorhizum* в зависимости от географического происхождения на примере двух популяций с Южного Урала и Башкирского Предуралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Материал для исследования (семена, соцветия и растения в фазу цветения) двух образцов был собран в 2017 г. в интродукционном питомнике редких и исчезающих растений флоры Южного Урала Уфимского Института биологии, находящегося на территории Южно-Уральского ботанического сада-института (г. Уфа). Происхождение образцов: 1) РБ, Баймакский р-н, окр. д. Бахтигареево (Южный Урал), интродуцирован живыми растениями в 2008 г.; 2) РБ, Благоварский р-н, окр. с. Новоконстантиновка (Башкирское Предуралье), интродуцирован живыми растениями в 2014 г. Далее образцы (популяции) для удобства называем по месту их происхождения (Бахтигареево, Новоконстантиновка) (интродукторы к.б.н. Н.В. Маслова, к.б.н. О.А. Елизарьева).

Метрические показатели семян, соцветий, растений определяли на случайных выборках: для плодов $n=150$ шт. (от 50 растений), для семян $n=150$ шт. (от 50 растений), для соцветий $n=45$ шт. (от 45 растений), для генеративных растений $n=15$ шт. Морфометрические показатели семян определяли с помощью микроскопа МБС-9 (окуляр $\times 8$, объектив $\times 2$). Массу 1000 семян определяли по методике С.С. Лишук [1991].

Семена для кариологических исследований были получены путем самоопыления и искусственного перекрестного опыления в каждой популяции. В фазу бутонизации соцветия модельных растений помещали в изоляторы (ткань вуаль) (рис. 1).

Рис. 1. Растения *Allium hymenorhizum* с изолированными соцветиями в интродукционном питомнике (июнь, 2017 г.)

Кариологические исследования проводили на давленных микропрепаратах [Паушева, 1980]. В качестве материала использовали меристематическую ткань кончиков корешков проростков семян. Семена проращивали при комнатной температуре в лабораторных условиях. По достижении корешками длины 10-15 мм в утренние часы их переносили в чашку Петри на фильтровальную бумагу, смоченную 0,2 %-ным раствором колхицина, и выдерживали 4-5 ч при комнатной температуре. Затем корешки промывали

дистиллированной водой в течение 1-2-х минут, избыток влаги удаляли фильтровальной бумагой и фиксировали их в смеси спирт – уксусная кислота (3:1) в течение 24 ч. Окрашивание материала проводили в 1,0 %-ном водном растворе ацетогематоксилина в течение 2-2,5 ч в термостате при температуре 60°C. Давленные микропрепараты исследовали под микроскопом БИМАМ Р-13, с использованием объектива х40, окуляра х7, насадки х2,5. По каждой популяции исследовали 30 метафазных пластинок.

Кариологический анализ проводили по В.Д. Туркову с соавторами [1988]. В результате исследований определяли числа хромосом, морфометрические параметры хромосом, а также морфометрические типы хромосом, согласно классификации В.Г. Грифа и Н.Д. Агаповой [1986]. Для каждой хромосомы определяли следующие параметры: L^a – абсолютную длину хромосомы (сумма длин короткого и длинного плеча), мкм; I^c – центромерный индекс (отношение абсолютной длины короткого плеча хромосомы к абсолютной длине всей хромосомы), %; L^r – относительную длину хромосомы (отношение длины хромосомы к суммарной длине диплоидного набора хромосом), %; sc – локализацию вторичной перетяжки (отношение длины от центромеры до перетяжки к общей длине плеча) и частоту встречаемости вторичных перетяжек, %. Для каждой метафазной пластинки определяли: $2n$ – число хромосом на диплоидный набор; $\sum L^a$ – суммарную длину диплоидного набора хромосом (сумма абсолютных длин всех хромосом диплоидного набора), мкм. По каждой паре хромосом находили средние значения и коэффициенты вариации всех морфометрических параметров.

Расчет основных статистических характеристик выполнен по стандартной методике, сравнение средних значений показателей проведено по критерию Стьюдента [Зайцев, 1973]. Степень варьирования изучаемых признаков определяли по шкале уровней изменчивости С.А. Мамаева [1973]: очень низкий ($CV < 7\%$), низкий ($CV = 8-12\%$), средний ($CV = 13-20\%$), повышенный ($CV = 21-30\%$), высокий ($CV = 31-40\%$), очень высокий ($CV > 40\%$).

Определяли коэффициент вариации (CV , %) по выборке; коэффициент вариации (CV_{cp} , %), вычисленный как среднее значение коэффициентов вариации признака во всех выборках, – показатель, который характеризует уровень внутривнутрипопуляционной изменчивости; коэффициент вариации (CV_{Mcp} , %), вычисленный по среднему значению признака, – показатель, который характеризует уровень межпопуляционной изменчивости.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Плод *A. hymenorhizum* – локулицидная коробочка, как и у других видов рода *Allium* (Артюшенко, Федоров, 1986) (рис. 2).

По нашим данным, плод имеет следующие параметры (мм): для популяции Бахтигареево – высота 3,34-5,20, диаметр 2,5-4,01, индекс плода (отношение высоты к диаметру) 1,03-1,80; для популяции Новокопстантиновка – высота 3,15-4,81, диаметр 2,0-3,98, индекс плода 1,02-1,72. Обнаружены достоверные различия между сравниваемыми популяциями по диаметру плода (этот показатель больше в популяции Новокопстантиновка) и индексу плода (этот показатель больше в популяции Бахтигареево). При оценке изменчивости метрических показателей плода установлено, что степень варьирования всех признаков соответствует следующим уровням изменчивости (табл. 1): по выборке – очень низкий – все показатели плода для популяции Бахтигареево, очень низкий (высота плода) и низкий (диаметр и индекс плода) для популяции Новокопстантиновка; и внутривнутрипопуляционной – очень низкий (высота плода) и низкий (диаметр и индекс плода); межпопуляционной – очень низкий для всех показателей.

По данным З.Н. Филимоновой [1971], семена *A. hymenorhizum* относятся к морфологической группе семян видов рода *Allium*, характеризующихся как семена трехгранные, продолговатые с округлой спинкой (рис. 2).

По нашим данным, семена *A. hymenorhizum* имеют следующие параметры (мм): для популяции Бахтигареево – длина 3,00-4,45, ширина 1,25-2,00, толщина 0,70-1,70, масса 1000 семян 1,40-1,80 г, в 1 г содержится 556-714 шт. семян; для популяции Новокопстантиновка – длина 2,75-4,15, ширина 1,05-2,30, толщина 0,55-1,50, масса 1000 семян 1,10-1,60 г, в 1 г содержится 625-1000 шт. семян (рис. 2). Обнаружены достоверные различия между популяцией по всем метрическим показателям семян (табл. 1). Семена из популяции Бахтигареево крупнее. Ранее нами было установлено, что при интродукции семена из популяции Бахтигареево имеют такие параметры (мм): длина 2,65-3,90 (среднее 3,4), ширина 1,15-2,00 (1,5), толщина 0,50-1,65, (1,3); масса 1000 шт. семян 0,9 г (по наблюдениям в 2012 г.) [Елизарьева, Федорова, 2013]. При оценке изменчивости метрических показателей семени установлено, что степень варьирования всех признаков для обеих популяций соответствует следующим уровням изменчивости (табл. 1): по выборке и внутривнутрипопуляционной – очень низкий – длина, низкий – ширина и отношение длины к ширине, средний – толщина; межпопуляционной – очень низкий для всех показателей. Показатели семени имеют стабильный (одинаковый) характер изменчивости для двух сравниваемых популяций.

Таблица 1. Метрические показатели семени и плода *Allium hymenorhizum*

Показатели	Бахтигареево		Новокопстантиновка		t _{факт}	CV _{ср} , %	CV _{Мср} , %
	M±m	CV, %	M±m	CV, %			
Показатели плода (мм)							
Высота	4,14±0,02	6,84	4,08±0,02	7,39	1,964	7,11	1,14
Диаметр	3,08±0,02	6,78	3,22±0,02	9,22	4,622	8,00	3,08
Высота/Диаметр	1,35±0,01	7,60	1,27±0,01	9,64	5,636	8,62	3,97
Показатели семени (мм)							
Длина	3,69±0,02	7,52	3,40±0,02	7,82	8,994	7,67	5,63
Ширина	1,62±0,01	9,15	1,58±0,01	10,46	2,640	9,81	2,11
Толщина	1,17±0,01	14,14	1,12±0,01	14,71	2,589	14,42	3,05
Длина/Ширина	2,29±0,02	12,38	2,17±0,02	9,88	4,010	11,13	3,69

Морфологическая характеристика семян изучаемых нами популяций согласуется с данными других исследователей, также полученных при интродукции. Так по данным Г.А. Волковой [2007], семена *A. hymenorhizum* размером 3,5х2,0 мм (семена урожая 1999 г. репродукции Ботанического сада Коми НЦ РАН, получены от образца из коллекции БИНа). Масса 1000 семян равна 1,53 г. В 1 г навески насчитывается 649 семян. По данным Л.А. Тухватуллиной и Л.М. Абрамовой [2012], семена *A. hymenorhizum* длиной 3,37-3,64 мм, шириной 1,57-1,62 мм, масса 1000 семян 1,4-1,7 г (семена репродукции Южно-Уральского ботанического сада; происхождение материала: образец поступил в 2000 г. из Хайбуллинского р-на РБ в виде живых растений).

Соцветие *A. hymenorhizum*, как и у других видов рода *Allium*, зонтик [Федоров, Артюшенко, 1979; Фризен, 1988]. Зонтик шаровидный, многоцветковый, густой, [Фризен, 1987, 1988]. По другим данным форма зонтика (соцветие зонтиковидное) шаровидная реже полушаровидная [Введенский, 1935]; овально-шаровидная [Тухватуллина, Абрамова, 2012].

По нашим данным, соцветие *A. hymenorhizum* имеет следующие параметры (см): в популяции Бахтигареево – длина цветоножки 1,00-2,00, высота соцветия 1,10-2,30, диаметр соцветия 1,30-2,70, индекс соцветия (отношение высоты к диаметру) 0,55-1,25, число цветков в соцветии 42-132 шт.; в популяции Новокопстантиновка – соответственно 1,00-2,00, 1,00-

Ранее нами было установлено, что при интродукции в популяции Бахтигареево за 2012-2015 гг. число цветков в соцветии составляет 21-223 шт., средние значения различаются по годам наблюдения: так, число цветков в соцветии в 2012 г. составило в среднем 67,0 [Федорова, Елизарьева, 2013], в 2013 г. – 100,9 [Елизарьева, 2014], в 2014 г. – 43,6 [Елизарьева и др., 2016], в 2015 г. – 67,9. В популяции Новокопстантиновка в 2015 г. предельные значения составили 27-107, среднее – 63,6 [Елизарьева и др., 2016; Маслова, Елизарьева, 2016].

При оценке изменчивости показателей соцветий установлено, что степень варьирования для обеих популяций соответствует следующим уровням изменчивости: по выборке и внутривыборочной – повышенный – длина цветоножки число цветков в соцветии (но высокий по выборке в популяции Новокопстантиновка), средний – диаметр и высота соцветия (но повышенный по выборке в популяции Новокопстантиновка), индекс соцветия; по межвыборочной – очень низкий для трех показателей: длина цветоножки, диаметр и индекс соцветия; средний – высота соцветия, число цветков в соцветии. Показатели соцветия имеют стабильный (одинаковый) характер изменчивости для сравниваемых популяций, кроме высоты соцветия и числа цветков в соцветии (она выше в популяции Новокопстантиновка).

Наши данные по числу цветков в соцветии для изучаемых нами образцов, согласуются с данными других исследователей. Так по данным В.А. Черемушкиной с соавторами [1992], в условиях ЦСБС (г. Новосибирск) у *A. hymenorhizum*: в среднем в соцветии 123 цветка, предельные значения за все годы наблюдения (1980-1988 гг.) 115-192. По наблюдениям Л.А. Тухватуллиной и Л.М. Абрамовой [2012], в соцветии этого вида в среднем 138,5 цветка, предельные значения 109-174, диаметр соцветия 3-4 см.

В 2017 г. генеративные растения *A. hymenorhizum* при интродукции характеризовались следующими показателями (по предельным значениям для двух популяций) (см): высота растения 60-93, длина цветоноса 31-56, длина ложного стебля 19-49, длина листа 12-30, ширина листа 0,2-0,6, толщина цветоноса у соцветия 0,1-0,2, число листьев 3-8 шт. Листья растений популяции Бахтигареево достоверно длиннее в 1,2 раза (табл. 3).

**Таблица 3. Биометрические показатели генеративных растений
*Allium hymenorhizum***

Бахтигареево		Новокопстантиновка		t _{факт}	CV _{ср} , %	CV _{Мср} , %
M±m	CV, %	M±m	CV, %			
Высота растения, см						
80,0±2,1	10,2	77,7±1,5	7,5	0,902	8,8	2,1
Длина цветоноса, см						
42,8±0,8	6,8*	44,7±1,8	15,2	1,010	11,0	3,1
Длина ложного стебля, см						
37,2±1,6	19,8	32,9±1,7	20,4	1,656	20,1	8,6
Число листьев, шт.						
6,2±0,2	13,9	5,5±0,3	20,6	2,004	17,2	8,9
Длина листа, см						
24,2±0,9	14,8	20,4±0,1	18,9	2,775**	16,8	11,9
Ширина листа, см						
0,3±0,02	18,5	0,4±0,02	22,7	1,705	20,6	9,3
Толщина цветоноса у соцветия, см						
0,1±0,008	24,3	0,1±0,006	15,6	1,654	20,0	8,5

Примечание. * - различия коэффициентов вариации достоверны для 5 % уровня значимости (на 0,1 % уровне значимости недостоверны); ** - различия средних достоверны для 5 % уровня значимости.

При оценке изменчивости показателей растений из Бахтигареево установлено, что степень варьирования признаков соответствует следующим уровням изменчивости: очень низкий – длина цветоноса; низкий – высота растения, средний – длина ложного стебля, длина и ширина листа, число листьев, повышенный – толщина цветоноса у соцветия (табл. 3). При оценке изменчивости показателей растений из Новоконстантиновки установлено, что степень варьирования признаков соответствует следующим уровням изменчивости: очень низкий – высота растения; средний – длина цветоноса, ложного стебля и листа, число листьев, толщина цветоноса у соцветия, повышенный – ширина листа. По 4-м признакам коэффициенты вариации имеют разные уровни. Но различия коэффициентов вариации, которые установлены для длины цветоноса и числа листьев, на 5 %-ом уровне значимости достоверны, а на 0,1 %-ом уровне различия недостоверны. Поэтому можно говорить, что характер изменчивости для двух сравниваемых популяций в целом сохраняется. Межпопуляционная изменчивость характеризуется очень низким и низким уровнем, она ниже внутривидовой и по выборкам.

Для *A. hymenorhizum* исследованных популяций установлено соматическое число хромосом $2n=16$. Размеры хромосом в популяции Бахтигареево варьируют в пределах от $6,39\pm 0,12$ до $9,28\pm 0,17$ мкм, в популяции Новоконстантиновка – от $6,05\pm 0,15$ до $9,24\pm 0,21$ мкм. Относительная длина хромосом в популяции Бахтигареево варьирует от $5,18\pm 0,03$ до $7,52\pm 0,04$, в популяции Новоконстантиновка от $5,05\pm 0,05$ до $7,70\pm 0,05$. Центромерный индекс хромосом в популяции Бахтигареево варьирует от $39,73\pm 0,80$ до $46,44\pm 0,32$, в популяции Новоконстантиновка от $40,87\pm 0,67$ до $47,11\pm 0,23$. Средняя суммарная длина диплоидного набора хромосом ($2n$) в популяции Бахтигареево составляет $123,37\pm 3,17$ мкм, в популяции Новоконстантиновка – $119,92\pm 3,91$ мкм. В хромосомных наборах 1-7 пары метацентрического типа ($I^c > 40\%$), а 8 пара субметацентрического типа ($30 < I^c < 40\%$). На хромосомах метафазных пластинок обнаружены вторичные перетяжки. В частности, в популяции Бахтигареево вторичные перетяжки обнаружены на коротких плечах 2 ($sc=63,31$), 3 ($sc=54,50$) и 8 ($sc=43,73$) пары с частотой встречаемости 10,0 %, 3,3 %, 13,3 %, соответственно, а в популяции Новоконстантиновка – на коротком плече 8 пары ($sc=50,00$) с частотой встречаемости 10 %. Микрофотографии метафазных пластинок представлены на рисунке 3, морфометрические показатели хромосом указаны в таблице 4.

Изменчивость кариологических показателей характеризуется очень низким, низким и средним значением коэффициента вариации. В обеих популяциях по абсолютной длине хромосом наблюдается средний коэффициент вариации, по относительной длине хромосом – очень низкий и низкий коэффициент вариации, а по значению центромерного индекса хромосом – очень низкий, низкий и средний коэффициент вариации. По результатам исследования внутривидовая изменчивость по всем морфометрическим параметрам хромосом превышает межпопуляционную (табл. 4, 5). Суммарная длина диплоидного набора хромосом в популяции Бахтигареево варьирует от 88,44 до 164,67 мкм, в популяции Новоконстантиновка – от 84,81 до 163,68 мкм, коэффициент вариации этого показателя в обеих популяциях имеет средний уровень изменчивости и составляет 14,06 % и 17,84 % соответственно.

Таблица 5. Изменчивость морфометрических показателей хромосом *Allium hymenorhizum*

Диапазоны варьирования и средние значения CV, % в сравниваемых популяциях				Внутри- и межпопуляционные средние значения CV, %	
Бахтигареево		Новокопстантиновка		CV _{ср}	CV _{Мср}
CV (min-max)	CV _{ср}	CV (min-max)	CV _{ср}		
Абсолютная длина хромосом (L ^a)					
13,98-14,93	14,32	17,72-18,75	18,25	16,28	2,01
Относительная длина хромосом (L ^r)					
2,50-4,70	3,50	3,11-8,27	4,61	4,05	0,00
Центромерный индекс хромосом (I ^c)					
4,76-15,67	8,40	3,78-12,75	6,49	7,44	1,12

Оценка различия популяций с использованием критерия Стьюдента показала, что значимые различия по относительной длине хромосом наблюдается по 1 и 8 парам, а по центромерному индексу по 5 паре хромосом, по абсолютной длине хромосом различия незначимы (табл. 6).

Таблица 6. Результаты оценки различий исследованных популяций *Allium hymenorhizum* по морфометрическим параметрам хромосом

№ пары хромосом	Критерий Стьюдента t _{факт 1-2}		
	L ^a	L ^r	I ^c
1	0,142	2,927*	1,693
2	0,702	0,853	1,751
3	0,691	1,073	0,139
4	1,244	1,696	1,469
5	1,174	1,251	2,846*
6	1,186	0,955	0,234
7	1,083	0,485	0,471
8	1,823	2,135*	1,091

Примечание. Цифрами отмечены сравниваемые популяции:

1 – Бахтигареево, 2 – Новокопстантиновка; * – различия средних достоверны для 5 % уровня значимости при t_{теор}=2,002.

Полученные нами результаты показали, что число хромосом и структура кариотипа, исследуемых популяций, в целом, совпадают с описанием кариотипа этого вида, произрастающего в других частях ареала. Так, определенное нами число хромосом в исследуемых популяциях (2n=16) соответствует большинству проведенных ранее исследований [Вахтина, 1964, 1965; Закирова, Вахтина, 1974; Фризен, 1985, 1988]. Исключением является популяция Заилийского Алатау, в которой выявлено число хромосом 2n=32 [Вахтина, Кудряшова, 1977].

Длина отдельных хромосом и хромосомных наборов в исследованиях, проведенных другими авторами ранее несколько выше, чем в результатах, полученных нами, что может быть объяснено различиями в предобработке материала, которая могла повлиять на спирализацию хромосом. При сравнении результатов наших исследований с результатами, полученными ранее, наблюдается сходство по морфометрическим типам хромосом 1-7 пар, которые в обоих случаях являются метацентрическими, и различия по 8 паре, которая в

наших исследованиях является субметацентрической, а в проведенных ранее исследованиях – субacroцентрической. Авторы, проведенных ранее исследований [Вахтина, 1965; Фризен, 1988], также описывают наличие у 8 пары большого спутника равного ширине плеча, мы же считаем, что эта пара хромосом имеет вторичную перетяжку с невысокой (10-13,3 %) частотой встречаемости.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Морфологические исследования редкого реликтового вида в условиях интродукции лука плевокорневищного *A. hymenorhizum* на примере двух популяций из Южного Урала (Баймакский район, окр. с. Бахтигареево) и Башкирского Предуралья (Благоварский район, окр. с. Новоконстантиновка) показали различия по 2 метрическим показателям плодов, 4 показателям семян, 3 показателям соцветий и 1 показателю генеративного побега. Изменчивость метрических показателей плодов характеризуется очень низким и средним значением коэффициента вариации, показателей семян – низким и средним значением, показателей соцветий – средним и повышенным, показателей генеративных растений – от очень низкого до повышенного. Внутрипопуляционная изменчивость по всем показателям больше, чем межпопуляционная. Показатели плода, семени, соцветия (кроме высоты соцветия и числа цветков в соцветии) и генеративных растений имеют стабильный характер изменчивости.

Кариологические исследования показали, что число хромосом в соматической ткани исследуемого вида $2n=16$, хромосомы средних размеров (от $6,05\pm 0,15$ до $9,28\pm 0,17$ мкм), метацентрического (1-7 пары) и субметацентрического (8 пара) типов, некоторые из них (2, 3 и 8 пары) имеют вторичные перетяжки с низкой частотой встречаемости (3,3-13,3 %). Изменчивость кариологических показателей характеризуется очень низким, низким и средним значением коэффициента вариации. Внутрипопуляционная изменчивость по всем морфометрическим параметрам хромосом превышает межпопуляционную. Использование критерия Стьюдента показало, что значимые различия между популяциями наблюдаются по относительной длине 1 и 8 пар, а также центромерному индексу 5 пары, по абсолютной длине хромосом различия незначимы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Абрамова Л.М., Маслова Н.В., Каримова О.А. Интродукция редких видов как способ сохранения биоразнообразия (на примере Республики Башкортостан) // Бюл. Гл. ботан. сада. 2004. Вып. 188. С. 110-118.
2. Артющенко З.Т., Федоров Ал.А., Атлас по описательной морфологии высших растений. Плод. Л.: Наука, Ленинград. отд-ние, 1986. 392 с.
3. Буко Т.Е., Роднова Т.В. Результаты первичной интродукции видов рода *Allium* L. (Лук) в Кузбасском ботаническом саду // Вестн. Алтайского гос. аграр. ун-та. 2014. № 7 (117). С. 92-96.
4. Вахтина Л.И. Числа хромосом некоторых видов лука, распространенных на территории СССР // Ботан. журн. 1964. Т. 49, № 6. С. 870-875.
5. Вахтина Л.И. Сравнительно-кариологическое исследование некоторых видов лука секции *Rhiziridium* Don // Ботан. журн. 1965. Т. 50, № 3. С. 387-394.

6. Вахтина Л.И., Кудряшова Г.Л. Цитотаксономические исследования некоторых видов *Allium* в Казахстане // Ботан. журн. 1977. Т.62, № 4. С.539-547.
7. Введенский А.И. Род Лук – *Allium* L. // Флора СССР. Л.: Изд-во АН СССР, 1935. С. 112-282.
8. Волкова Г.А. Биоморфологические особенности видов рода *Allium* L. при интродукции на европейский северо-восток. Сыктывкар, 2007. 200 с.
9. Гриф В.Г., Агапова Н.Д. К методике описания кариотипов растений // Ботан. журн. 1986. Т. 71, № 4. С. 550-553.
10. Дмитриева Т.Г. Декоративные луки Казахстана // Бюл. Гл. ботан. сада. 1974. Вып. 93. С. 31-34.
11. Елизарьева О.А. Семенная продуктивность редкого реликтового вида *Allium hymenorhizum* Ledeb. (сем. Alliaceae) в условиях интродукции // Растительные ресурсы: опыт, проблемы и перспективы. Материалы IV Всерос. науч.-практич. конф. 21-22 марта 2014 г. Бирск: Бирск. фил. Баш. гос. ун-та, 2014. С. 20-24.
12. Елизарьева О.А., Галикеева Г.М., Маслова Н.В. Изучение семенной продуктивности *Allium hymenorhizum* Ledeb. (сем. Alliaceae) в культуре в Республике Башкортостан // Бюл. Ботанического сада Саратовского гос. ун-та. 2016. Т. 14. С. 74-79.
13. Елизарьева О.А., Федорова Е.М. Биометрическая характеристика семян редкого реликтового вида *Allium hymenorhizum* Ledeb. (сем. Alliaceae) // Актуальные вопросы биологии и современные подходы к биологическому образованию. Бирск, 2013. URL: <http://birskdo.ru>
14. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: Наука, 1973. 256 с.
15. Закирова Р.О., Вахтина Л.И. Цитофотометрическое изучение некоторых видов лука секций *Sera Prokh.* и *Rizirideum Don* // Функциональная морфология, генетика и биохимия клетки. Вып. 16. Л., 1974. С. 67-70.
16. Каталог мировой коллекции ВИР. Вып. 766. Дикie родичи культурных растений России / Авт.-сост. Смекалова Т.Н., Чухина И.Г. СПб: ГНЦ РФ ВИР, 2005, 54 с
17. Ключиков Е.В., Украинская У.А. Интродукция некоторых многолетних луков (Alliaceae) в Ботаническом саду МГУ // Интродукция, сохранение и использование биологического разнообразия мировой флоры. Ч. 1. Минск, 2012. С. 139-142.
18. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 1. Растения и грибы / под ред. д-ра биол. наук, проф. Б.М. Миркина. 2-е изд., доп. и перераб. Уфа: МедиаПринт, 2011. 384 с.
19. Кучеров Е.В., Маслова Н.В. *Allium hymenorhizum* Ledeb. в Республике Башкортостан и его изучение при интродукции // Флористические и геоботанические исследования в Европейской России. Саратов, 2000. С. 332-333.
20. Лищук С.С. Методика определения массы семян // Ботан. журн. 1991. Т. 76, № 11. С. 1623-1624.
21. Мамаев С.А. Формы внутривидовой изменчивости древесных растений (на примере семейства Pinaceae на Урале). М.: Наука, 1973. 284 с.
22. Мамонтова Е.Н., Васильева Е.И., Рузаева И.В. Сохранение редких растений в ботаническом саду Самарского государственного университета // Самарская Лука. 2007. Т. 16, № 1-2 (19-20). С. 58-75.
23. Маслова Н.В., Арсланова Л.Р., Крюкова А.В. Вегетативное размножение *Allium hymenorhizum* Ledeb. при интродукции // Современные направления изучения флоры и

- растительности. Материалы регион. науч.-практич. конф., г. Бирск, 1-3 июля 2005 г. Бирск, 2005. С. 22-24.
24. Маслова Н.В., Елизарьева О.А. Интродукция *Allium hymenorhizum* Ledeb. в питомнике редких и исчезающих растений флоры Южного Урала // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Чтения памяти Л.М. Черепнина и материалы Шестой Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 110-летию со дня рождения Л.М. Черепнина и 80-летию Гербария им. Л.М. Черепнина (KRAS). Красноярск, 2016. С. 140-145.
25. Маслова Н.В., Елизарьева О.А. Коллекция луков в интродукционном питомнике редких и исчезающих растений флоры Южного Урала Уфимского Института биологии РАН // Изучение природы Башкортостана и проблемы пчеловодства. Сб. науч. тр. Вып. 5. Уфа, 2016. С. 99-106.
26. Маслова Н.В., Каримова О.А., Абрамова Л.М. Интродукция реликтов Южного Урала // Растения в муссонном климате: Материалы 3-й междунар. конф. «Растения в муссонном климате». Владивосток, 2003. С. 384-387.
27. Минина Н.Н. Декоративные дикорастущие растения флоры Республики Башкортостан (интродукция и перспективы использования в озеленении): Дис. ... канд. биол. наук. Уфа, 2000. 18 с.
28. Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х. О находке реликтовой популяции *Allium hymenorhizum* Ledeb. (Alliaceae) в Республике Башкортостан // Флора и растительность Сибири и Дальнего Востока. Чтения памяти Л.М. Черепнина и материалы Шестой Всерос. конф. с междунар. участием, посвящ. 110-летию со дня рождения Л.М. Черепнина и 80-летию Гербария им. Л.М. Черепнина (KRAS). Красноярск, 2016. С. 145-150.
29. Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х., Елизарьева О.А. Опыт реинтродукции редкого реликтового вида *Allium hymenorhizum* Ledeb. (сем. Alliaceae) на Южном Урале // Современная ботаника в России. Тр. III Съезда РБО и конф. «Научные основы охраны и рационального использования растительного покрова Волжского бассейна». Т. 3. Охрана растительного мира. Ботаническое ресурсосведение. Культурные растения. Ботаническое образование. Тольятти: Кассандра, 2013. С. 149-150.
30. Паушева З.П. Практикум по цитологии растений. М.: Колос, 1980. 304 с.
31. Растительные ресурсы России и сопредельных государств: Цветковые растения, их химический состав, использование; Семейства Butomaceae – Thyphaceae. СПб.: Наука, 1994. 271 с.
32. Реестр особо охраняемых природных территорий республиканского значения. Изд. 3-е, перераб. Уфа: Изд-во «Белая река», 2016. 400 с.
33. Турков В.Д., Гужов Ю.Л., Шелепина Г.А. и др. Хромосомные исследования растений в проблемах селекции, клеточной инженерии и генетическом мониторинге. М.: Изд-во Ун-та дружбы народов, 1988. 64 с.
34. Тухватуллина Л.А., Абрамова Л.М. Интродукция дикорастущих луков в Башкортостане: Биология, размножение, арготехника, использование. Уфа: Гилем, 2012. 268 с.
35. Федоров Ал.А., Артюшенко З.Т. Атлас по описательной морфологии высших растений. Соцветие. Л.: Наука, Ленинград. отд-ние, 1979. 294 с.
36. Федорова Е.М., Елизарьева О.А. Семенная продуктивность редкого реликтового вида *Allium hymenorhizum* Ledeb. (сем. Alliaceae) // Актуальные вопросы биологии и

современные подходы к биологическому образованию. Бирск, 2013.
URL: <http://birskdo.ru>

37. Филимонова З.Н. Морфология семян среднеазиатских видов рода *Allium* L. // Интродукция и акклиматизация растений. Ташкент: Фан, 1971. Вып. 8. С. 111-115.
38. Фризен Н.В. Числа хромосом представителей семейства Alliaceae из Сибири // Ботан. журн. 1985. Т. 70, № 7. С. 1001-1002.
39. Фризен Н.В. Род *Allium* L. // Флора Сибири. Araceae – Orchidaceae. Новосибирск: Наука, СО, 1987. С. 55-96.
40. Фризен Н.В. Луковые Сибири. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1988. 185 с.
41. Черемушкина В.А., Днепровский Ю.М., Гранкина В.П., Судобина В.П. Корневищные луки Северной Азии: биология, экология, интродукция. Новосибирск, ВО «Наука», Сибирская издательская фирма, 1992. 159 с.
42. Friesen N., Fritsch R.M., Blattner F.R. Phylogeny and new intrageneric classification of *Allium* (Alliaceae) based on nuclear ribosomal DNA ITS sequences // Aliso. 2006. Vol. 22. P. 372-395.