

СЕМЕННАЯ ПРОДУКТИВНОСТЬ *ALLIUM NUTANS* L. (ALLIACEAE) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ И РЕИНТРОДУКЦИИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

Изучение биологии редких видов растений необходимо для установления причин их редкости, разработке методов эффективной охраны видов. Величина семенной продуктивности, в частности, реализация семенного потенциала, важный показатель жизнеспособности вида в конкретных условиях обитания. В настоящей статье приводятся результаты изучения семенной продуктивности соцветий редкого вида *Allium nutans* в искусственных популяциях *ex situ* на территории Республики Башкортостан. *A. nutans* – южносибирско-североказахстанский вид, включен в Красную книгу РБ (2011). Вид находится в списке приоритетных редких и исчезающих видов степной зоны РБ, нуждающихся в специальных мероприятиях для их охраны. Материал по изучению семенной продуктивности собран на территории Природного ботанического сада «Гуровская гора» в Кушнаренковском районе Республики Башкортостан, где реинтродуцированы и изучаются в условиях близких к природным более 20 видов редких и исчезающих растений, и в питомнике редких и исчезающих растений Южного Урала, расположенного на территории Ботанического сада г. Уфы. В результате исследований было установлено, что вид обладает довольно высокой семенной продуктивностью. Показатели семенной продуктивности имеют высокую изменчивость: количество цветков в соцветии – 32-452 шт., потенциальная семенная продуктивность – 192-2712 шт. семян, реальная семенная продуктивность – 135-492 шт. выполненных семян; коэффициент продуктивности (отношение реальной семенной продуктивности к потенциальной) – 23,8-44,0 %. Эти данные согласуются с ранее полученными данными нами и другими исследователями по семенной продуктивности вида в природе и в культуре. Условия реинтродукции оказались приемлемыми для получения семян вида. В опытах отмечено также увеличение количественных показателей семенной продуктивности вида в зависимости от длительности существования образца.

Ключевые слова: *Allium nutans*, Красная книга, редкий вид, семенная продуктивность, интродукция, реинтродукция, охрана.

Изучение репродуктивной биологии редких видов является необходимым условием в системе разработки эффективных способов их охраны и рационального использования. Один из важнейших этапов изучения репродуктивной биологии – определение семенной продуктивности (СП) растений [10]. Возобновление растений находится в прямой зависимости от семенного размножения – чем выше СП, тем больше вероятность более интенсивного расселения вида и долговечности популяции. Значение СП – это один из важных показателей жизнеспособности вида в конкретных условиях обитания [3]. Кроме того, качественные показатели СП растений представляют собой важнейшие критерии для оценки успешности вида при переносе его в другие эколого-фитоценоотические условия (интродукции, реинтродукции).

Как известно, показатели СП плохо поддаются прогнозированию. На формирование СП, кроме внутренних причин (аномалии развития зародыша, стерильность пыльцы и пр.), влияет множество биотических и абиотических внешних факторов. Как отмечает Р.Е. Левина [10], чем благоприятней условия, тем меньше разница между потенциальной и реальной

СП. Данные о СП вида в новых условиях дают возможность оптимизировать мероприятия по охране вида и прогнозировать успешность реинтродукционных работ.

A. nutans – южносибирско-североказахстанский вид, распространен от верховьев Енисея на востоке и до Южного Урала в Республике Башкортостан (РБ) на западе. На Южном Урале проходит западная граница его ареала. В западной части ареала вид повсюду редок и нуждается в охране, включен в Красную книгу РБ (2011) [6] (2 категория – вид, сокращающийся в численности) и Красную книгу Челябинской обл. (2005) [7] (3 категория – редкий вид). Охраняется в ряде других регионов азиатской части Российской Федерации (Курганская, Тюменская, Томская обл.) [8]. *A. nutans* включен в список приоритетных редких и исчезающих видов степной зоны РБ, нуждающихся в специальных мероприятиях для их охраны (включая интродукцию и реинтродукцию) [14].

A. nutans – луковично-короткорневищный вид, произрастает в степях, луговых степях, в сосновых остепненных борах. Встречается также на каменистых закустаренных склонах, на скалах, в солонцеватых западинах, изредка на

вторичных местообитаниям. Произрастает на черноземах: от неполноразвитых (на скальных уступах и по вершинам холмов) до полноразвитых (на шлейфах и западинах) выщелоченных тяжелосуглинистых, изредка на органогенно-щебнистых почвах, Ксеромезофит. Цветет в июле. Плодоносит в августе – сентябре. Размножается семенами и вегетативно [6].

На Южном Урале, начиная с 1917 г., было обнаружено 14 пунктов произрастания вида (LE, UFA), однако 3 популяции в настоящее время не обнаруживаются, в 4 точках он находится в критическом состоянии. Только 2 популяции охраняются на территориях 2 памятников природы [6], [17].

В РБ проводится всестороннее изучение вида. В 2000 г. *A. nutans* был интродуцирован растениями (с г. Аян в Абзелиловском р-не РБ) в питомник редких и исчезающих растений Южного Урала лаборатории геоботаники и охраны растительности Уфимского Института биологии, расположенного на территории Ботанического сада (БС) (г. Уфа), где изучается биология вида, собирается посевной и посадочный материал для реинтродукционных работ [1], [12], [15], [18]. Авторами данной работы с 2000 г. проводятся исследования экологии и биологии вида в природных популяциях [6].

На территории Природного ботанического сада (ПБС) в окрестностях г. Уфы (РБ, Кушнаренковский р-н, гора Гуровская) с 2009 г. с целью изучения биологии и экологии *A. nutans* в условиях, приближенных к естественным, авторами созданы маточные плантации 3-х образцов вида из разных географических пунктов республики, выращенный материал из которых служит для дальнейшей реинтродукции вида в критические популяции [15], [16]. ПБС расположен на холмообразной возвышенности эрозионного происхождения в левобережной долине р. Белой в Башкирском Предуралье. В растительности представлены различные варианты луговых степей, луга и смешанные широколиственные леса, а также карстовые болота. В 2005 г. на Гуровской горе по согласованию с Минэкологией РБ был заложен ПБС, основным назначением которого является разработка нового в республике направления сохранения генофонда редких растений – реинтродукции. В 2009 г. Гуровская гора получила статус памятника природы. На сегодня в ПБС проходят реинтродукционное изучение более 20 видов [15]–[17]. Боль-

шинство из них, включая и *A. nutans*, здесь в диком виде не встречается.

В данном сообщении рассматривается СПА *A. nutans* при реинтродукции и при интродукции.

Материалы и методы исследования

Материалом для исследования послужили соцветия, собранные в ПБС и БС в 2012–2014 гг. В ПБС соцветия *A. nutans* были собраны для анализа с растений на 5 опытных участках, различающихся рельефом и незначительно фитocenотическим окружением, сроком начала и способом закладки опыта: участок 1 – луговая степь, верхняя часть склона восточной экспозиции (крутизна склона 6–8°), посадка (по 1 побегу в лунку) взрослых генеративных и вегетативных растений (далее живые растения) 23.10.2009 г.; участок 2 – луговая степь, средняя часть склона юго-западной экспозиции (8–10°), посадка живых растений 12.10.2010 г.; участок 3 – закустаренная луговая степь, край водораздельного плато, посев семян 24.05.2005 г.; участок 4 – закустаренная луговая степь выровненный участок водораздела, посев семян 17.05.2006 г.; участок 5 – луговая степь, верхняя часть склона западной экспозиции (4–6°), посадка живых растений 17.05.2006 г. Участок 6 находится на территории БС, растения в питомнике выращиваются на выровненном участке в условиях монокультуры (см. введение). Растения и семена для всех опытов в ПБС (1–5 участки) были получены здесь.

Семенную продуктивность (в расчете на одно соцветие) изучали по общепринятой методике [3, 13]. При этом учитывали следующие показатели: число цветков (шт.), число плодов (шт.), плодообразование (%), потенциальную (ПСП), условно-реальную (УРСП) и реальную (РСП) семенную продуктивность (шт.), коэффициент продуктивности 1 ($K_{пр1}$, %) – рассчитываемый как отношение РСП к ПСП, коэффициент продуктивности 2 ($K_{пр2}$, %) – рассчитываемый как отношение УРСП к ПСП.

Статистический анализ выполнен с помощью программного приложения Excel. Для установления различий в опытах по показателям СП был применен двухфакторный анализ. Сила влияния фактора определялась по способу Н.А. Плохинского [9].

Результаты и их обсуждение

В таблице представлены предельные и средние значения показателей СП на соцветии

Таблица Показатели семенной продуктивности соцветий *Allium nutans* в условиях реинтродукции и интродукции в Республике Башкортостан (2012-2014 гг.)

Участок	Год наблюдения	Число соцветий, шт.	Число цветков, шт.	Число плодов, шт.	Плодობразование, %	ПСП, шт.	УРСП, шт.	РСП, шт.	Кпр1, %	Кпр2, %	
											Пределные значения (min-max)
1	2012	16	37-227	6-153	9,1-90,2	222-1362	-	-	-	-	
	2013	15	67-250	45-217	51,5-98,1	402-1500	11-360	5-263	1,2-47,1	2,7-54,1	
	2014	26	96-448	71-358	62,6-92,9	576-2688	153-826	121-792	10,7-57,3	18,9-57,7	
	2013	15	60-248	35-162	47,5-88,0	360-1488	28-452	16-390	4,4-44,2	7,8-51,2	
	2014	25	102-452	90-430	66,5-98,0	612-2712	214-976	129-938	11,4-52,1	18,8-54,2	
3	2013	18	36-204	15-165	41,7-100,0	216-1224	24-517	21-471	9,4-76,0	11,1-91,5	
	2014	8	58-327	54-320	80,0-97,9	348-1962	98-588	94-570	12,9-53,6	17,9-55,0	
	2013	3	59-127	50-123	87,6-96,9	336-762	143-310	129-296	35,4-38,8	38,1-42,6	
5	2014	15	100-264	86-253	70,0-95,8	600-1584	203-466	203-460	21,3-54,1	21,7-56,1	
	2014	14	67-281	67-238	82,7-100,0	402-1686	206-752	198-687	24,5-61,7	25,5-65,4	
6	2013	30	80-337	41-330	36,9-98,7	480-2022	109-1288	107-1285	13,8-77,2	14,0-47,2	
	2014	31	32-369	9-331	28,1-97,8	192-2214	9-1041	0-990	0,0-47,7	4,7-74,5	
Средние значения (M±m)											
1	2012	16	112,3±13,8	74,4±10,3	66,1±5,0	673,9±82,7	-	-	-	-	
	2013	15	138,3±13,6	115,7±12,9	83,0±3,6	830,0±81,6	194,6±29,1	134,6±21,2	17,0±3,2	23,8±3,6	
	2014	26	227,1±15,9	176,7±13,4	77,7±1,8	1362,7±95,5	453,8±30,8	420,5±32,1	31,5±1,8	34,2±1,6	
	2013	15	154,5±13,2	105,9±9,1	69,7±3,5	927,2±78,9	273,1±33,1	232,1±31,1	24,5±3,1	29,2±3,1	
	2014	25	212,6±14,8	184,9±14,1	86,7±1,4	1275,4±88,5	481,6±41,0	415,8±41,0	32,3±2,1	37,6±1,7	
3	2013	18	104,8±10,8	86,1±9,0	82,2±4,1	629,0±64,6	200,2±29,4	181,5±28,1	29,7±4,6	33,6±5,4	
	2014	8	177,5±31,8	158,5±31,1	88,2±2,2		347,8±60,4	327,6±60,0	31,9±4,4	33,9±4,3	
4	2013	3	93,3±20,6	86,0±21,1	91,3±2,8	560,0±123,5	225,0±48,2	210,3±48,3	37,5±1,1	40,5±1,3	
	2014	15	160,6±12,6	142,5±13,1	87,9±1,8	963,6±75,8	323,2±22,3	310,7±22,4	33,5±2,5	35,0±2,6	
5	2014	14	173,9±16,3	159,3±14,9	91,8±1,2	1043,1±97,8	421,8±46,2	400,2±43,2	39,1±2,5	41,2±2,8	
	2013	30	183,8±11,5	170,9±12,2	92,1±2,5	1102,8±68,9	497,1±52,3	491,9±52,4	43,5±2,8	44,0±2,8	
2014	31	237,2±13,4	199,9±12,3	83,2±2,7	1423,0±80,7	527,7±45,7	410,6±47,3	28,0±2,7	36,7±2,7		

Примечание. Прочерк означает отсутствие данных, т.к. на этом участке значительная часть семян осыпалась до сбора соцветий, проведенного в поздние сроки.

тие, полученные в нашей работе. Как видно из таблицы, вид обладает довольно высокой СП, которая изменяется в широких пределах: плодовитость – 32–452 шт. цветков, ПСП – 192–2712 шт. семян. Плодов образуется 74,4–199,9 шт. (пределы по средним значениям) от 93,3–237,2 шт. цветков, плодообразование в среднем составляет 83,3 % (66,1–92,1 %). Потенциальные возможности образования семян (Кпр1, %) реализуются в среднем на 31,7 % (на 17,0–43,5 % за все годы наблюдения на всех опытных участках). РСП составила 134,6–491,9 шт. семян от 560,0–1423,0 шт. потенциально возможных, Кпр2 – 23,8–44,0 %. Разница между Кпр2 и Кпр1, которая показывает долю шуплых (неразвитых) семян в урожае, составила в среднем 3,7 %.

По литературным данным *A. nutans* также обладает высокими потенциальными и реальными возможностями семенного размножения в природе: в Сибири ПСП составила 891–1065 шт., РСП – 371–615 шт. [19], в РБ ПСП – 120–1656 шт. [11]. Значительный разброс данных по реализации цветков в плоды наблюдается у образцов *A. nutans* разного географического происхождения, изученных Г.А. Волковой [4] в 2002 г в культуре (БС, г. Сыктывкар): плодообразование в пределах 8,9–96,9 % в зависимости от образца. По значениям Кпр1 наши данные вполне согласуются с ранее полученными данными по СП вида в природе – 40 % в РБ [5], 50,8 % в Сибири [19], 46,4 % в Томской обл. [2], в культуре – 41,8 % в РБ (БС, г. Уфа) [18].

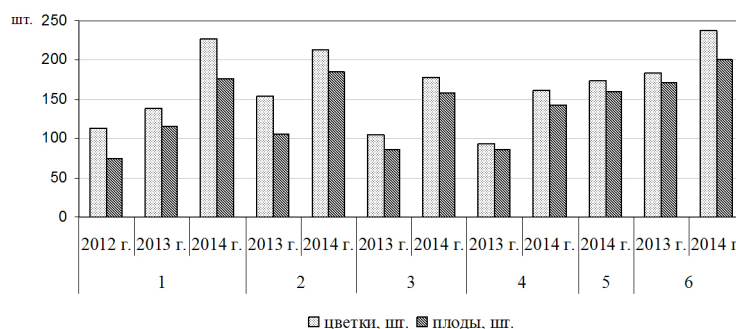
К основным показателям СП был применен двухфакторный дисперсионный анализ, который показал, что для показателей число

цветков, ПСП, число плодов влияние фактора года и фактора участка достоверно (по данным 2013–2014 гг.). Сила влияния фактора года составила 54,4, 56,3 и 56,3 соответственно, сила влияния фактора участка – 43,8, 39,0 и 39,0 соответственно (на 5 % уровне значимости). Влияние фактора года достоверно для значения УРСП (сила влияния 36,9 %).

Влияние фактора года объясняется тем, что на всех участках с 2013 (а точнее с 2012 г., хотя в дисперсионный анализ он не входит) по 2014 гг. наблюдается увеличение числа цветков и плодов (рис. 1). Постепенно происходит переход растений во взрослое генеративное состояние, а так же улучшение жизненного состояния, которые сопровождаются увеличением количества элементов в генеративной сфере, в частности цветков, и как следствие, плодов. Количество цветков и плодов за период с 2012 по 2014 гг. у растений на всех участках обнаруживает высокую степень корреляции 0,95.

Влияние фактора участка можно объяснить разным возрастным состоянием растений на разных участках – молодые генеративные растения на участках 3 и 4, взрослые генеративные на участках 1 и 2; а так же разным жизненным состоянием из-за продолжающегося периода адаптации после пересадки – 5 участок по сравнению, например, со 2. Также отмечаются максимальные количества цветков и плодов у самого раннего образца на 6 участке (2000 г., высаженного растениями), а минимальные у 3 и 4 (2005 и 2006 гг. высеянного семенами) (рис. 1).

Полученные на данном этапе исследований результаты свидетельствуют об относительно небольших отличиях в показателях СП соцветия



По горизонтали: годы наблюдения и номера участков (см. в тексте: материалы и методы исследования); по вертикали: количество цветков и плодов на соцветии (шт.)

Рисунок 1. Количество цветков и плодов соцветий *Allium nutans* в условиях реинтродукции и интродукции в 2012–2014 гг.

тий *A. nutans* в различных условиях произрастания (в природе, при интродукции в БС, при реинтродукции в ПБС).

Репродуктивный потенциал *A. nutans* в ПБС и в условиях культуры соразмерен с таковым в природных популяциях, поэтому обеспе-

чение семенного возобновления искусственных популяций возможно. В работе прослеживается зависимость увеличения количественных показателей СП в зависимости от длительности существования образца.

10.05.2015

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке гранта РФФИ (грант 14-04-97090-р_поволжье_a) и гранта Президиума РАН по Программе фундаментальных исследований «Живая природа: современное состояние и проблемы развития» в 2012–2014 гг. и «Биоразнообразии природных систем» (2015–2017 гг.)

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. Амельченко В.П. Современное состояние ценопопуляций *Allium nutans* L. (Alliaceae) на юге Томской области // Ботан. журн. – 1998. – Т. 83, №2. – С. 89-101.
3. Вайнагий И.В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. – 1974. – Т. 59, № 6. – С. 826-831.
4. Волкова Г.А. Биоморфологические особенности видов рода *Allium* L. при интродукции на Европейский Северо-Восток. – Сыктывкар, 2007. – 200 с.
5. Ильина И.В. Эколого-биологические характеристики и оценка состояния ценопопуляций некоторых видов рода *Allium* L. в степном Зауралье Республики Башкортостан: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. – Пермь, 2007. – 23 с.
6. Красная книга Республики Башкортостан: в 2-х т. Т. 1: Растения и грибы. – Уфа: МедиаПринт, 2011. – 384 с.
7. Красная книга Челябинской области: Животные, растения, грибы. – Екатеринбург: Изд-во Урал. ун-та, 2005. – 450 с.
8. Красный список особо охраняемых редких и находящихся под угрозой исчезновения животных и растений. Ч. 3.1 (Семенные растения). – М., 2004(2005). – 352 с.
9. Лакин Г.Ф. Биометрия. – М.: Высш. шк., 1980. – 293 с.
10. Левина Р.Е. Репродуктивная биология семенных растений (Обзор проблемы). – М.: Наука, 1981. – 96 с.
11. Маслова Н.В. Плодовитость редкого вида *Allium nutans* L. (Alliaceae) в природе // Растительные ресурсы: опыт, проблемы и перспективы. Материалы IV Всерос. науч.-практич. конф. – Бирск: Бирск. фил. Баш. гос. ун-та, 2014. – С. 44-47.
12. Маслова Н.В., Каримова О.А., Абрамова Л.М. Интродукция реликтов Южного Урала // Материалы III междунар. конф. «Растения в муссонном климате». – Владивосток, 2003. – С. 384-387.
13. Методические указания по семеноведению интродуцентов. – М.: Наука, 1980. – 63 с.
14. Мулдашев А.А., Абрамова Л.М., Шигапов З.Х., Мартыненко В.Б., Галеева А.Х., Маслова Н.В. Приоритеты, методы и опыт реинтродукции редких видов растений в степной зоне Республики Башкортостан // Принципы и способы сохранения биоразнообразия. Материалы IV Всерос. науч. конф. с междунар. участием. Йошкар-Ола, 2010. С. 41-44.
15. Мулдашев А.А., Елизарьева О.А., Маслова Н.В., Галеева А.Х. Реинтродукция редкого вида *Allium nutans* L. на территории Ботанического памятника природы «Гуровская гора» в Республике Башкортостан // Вест. Оренбург. гос. ун-та. – 2013, июнь – С. 49-51.
16. Мулдашев А.А., Маслова Н.В., Елизарьева О.А., Галеева А.Х. Реинтродукция редких видов рода *Allium* L. флоры Южного Урала на территории ботанического памятника природы «Гуровская гора» в Республике Башкортостан // Изв. Самар. НЦ РАН. – 2011. – Т. 13, № 5(3). – С. 76-79.
17. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. 2-е изд., перераб. – Уфа: Медиа-Принт, 2010. – 414 с.
18. Тухватаулина Л.А., Маслова Н.В., Абрамова Л.М. Опыт выращивания *Allium nutans* (Alliaceae) в Ботаническом саду-институте Республики Башкортостан // Раст. ресурсы. – 2007. – Т. 43, вып. 2. – С. 30-38.
19. Черемушкина В.А., Днепровский Ю.М., Гранкина В.П., Судобина В.П. Корневищные луки северной Азии: биология, экология, интродукция. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1992. – 157 с.

Сведения об авторах:

Мулдашев Альберт Акрамович, старший научный сотрудник лаборатории геоботаники и охраны растительности Уфимского института биологии РАН, кандидат биологических наук
e-mail: muldashev_ural@mail.ru

Елизарьева Ольга Александровна, научный сотрудник лаборатории геоботаники и охраны растительности Уфимского института биологии РАН, кандидат биологических наук
e-mail: herbariy-ib-ufa@mail.ru

Маслова Наталья Владимировна, старший научный сотрудник лаборатории геоботаники и охраны растительности Уфимского института биологии РАН, кандидат биологических наук, доцент
e-mail: maslovanv-ib-ufa@mail.ru