

ИНТРОДУКЦИЯ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

РЕПРОДУКТИВНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ДАЛЬНЕВОСТОЧНЫХ ВИДОВ РОДА *IRIS* (IRIDACEAE) В УСЛОВИЯХ *EX SITU*

© 2022 г. Л. Н. Миронова¹, В. А. Калинкина¹ *

¹Ботанический сад-институт ДВО РАН, г. Владивосток, Россия

*e-mail: conf-lf@yandex.ru

Поступила в редакцию 07.04.2022 г.

После доработки 21.04.2022 г.

Принята к публикации 07.06.2022 г.

В статье приводятся результаты изучения семян дальневосточных представителей рода *Iris* L. в условиях *ex situ* (Ботанический сад-институт ДВО РАН). Анализ размерно-весовых параметров семян в условиях *ex situ* показал их незначительное отличие от параметров в условиях *in situ*, что свидетельствует о достаточной степени адаптации видов в условиях интродукции. Установлено, что все изученные виды характеризуются регулярным плодоношением, а уровень семенной продуктивности зависит от вида. Самыми высокими показателями изменчивости семенной продуктивности характеризуются *Iris dichotoma* (Pall.) L.W. Lenz, *I. domestica* Goldblatt & Mabb., *I. ventricosa* Pall., *I. vorobievii* N.S. Pavlova, включенные в Красные книги как государственного, так и регионального уровня с высоким статусом редкости.

Ключевые слова: *Iris*, редкие виды, семенная продуктивность, размеры и масса семян

DOI: 10.31857/S0033994622030086

Проблема выращивания в условиях культуры растений, которым угрожает исчезновение в природных местообитаниях, заслуживает особо пристального внимания. Одним из путей их сохранения является культивирование в ботанических садах, где создаются наиболее подходящие условия для сохранения редких и исчезающих видов. В данном случае выращивание в культуре рассматривается как дополнение к наиболее надежному способу сохранения видов в их природных местообитаниях, т.к. создается резервный фонд для реинтродукции растений в природные экосистемы.

Исследование систем размножения растений является основополагающим направлением при выборе способа сохранения в культуре. Основной показатель жизнеспособности, адаптации и степени соответствия конкретных экологических условий биологическим требованиям вида – его способность к образованию семян. Среди прочих показателей репродуктивного успеха семенная продуктивность является одним из важнейших показателей адаптации растений к условиям обитания. Ряд важных вопросов, касающихся гибридизации, интродукции, рационального использования представителей флоры связан именно с семенным возобновлением [1–3, и др.].

Работы по изучению семенной продуктивности видов ириса в условиях *ex situ* проводились во многих ботанических учреждениях России [4–

17]. Дальневосточные представители рода ирис (*Iris* L.) отличаются не только высокой декоративностью, но и лекарственными свойствами, так как содержат ряд биологически активных веществ [18–21] и могут быть использованы как источники для получения медицинских препаратов, обладающих антивирусными, противовоспалительными, антимуtagenными и противораковыми свойствами [22–27].

Семена цветковых растений являются основными элементами системы адаптивных или репродуктивных стратегий. Среди параметров семян, тесно связанных с репродуктивной стратегией, важными являются их размеры и вес. Количественные характеристики семян представляют интерес и при разработке семеноведения интродуцентов [1].

Цель наших исследований – изучить морфометрические характеристики и семенную продуктивность дальневосточных представителей рода *Iris* в условиях Ботанического сада-института ДВО РАН (БСИ ДВО РАН).

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Согласно перечню видов, взятых под охрану на юге российского Дальнего Востока, наряду с эндемиками, реликтами и видами, находящимися на границе ареала, для исследования нами были взяты декоративные виды с широким ареалом,

Таблица 1. Дальневосточные ирисы в Красных книгах разного ранга
Table 1. Far Eastern irises in the Red Data Books of various ranks

Вид Species	Красная книга (регион, год издания) Red Data Book (region, the year of publication)						
	РФ, 2008 RF, 2008	ПК, 2008 PK, 2008	ХК, 2010, 2019 КК, 2010, 2019	АО, 2020 AR, 2020	СО, 2019 SR, 2019	С, 2017 S, 2017	ИО, 2010 IR, 2010
<i>I. dichotoma</i> Pall.	–	–	–	+	–	–	–
<i>I. domestica</i> Goldblatt & Mabb.	+	+	–	–	–	–	–
<i>I. ensata</i> Thunb.	+	+	+	+	+	+	–
<i>I. laevigata</i> Fisch. et Mey.	–	+	+	+	+	+	+
<i>I. mandshurica</i> Maxim.	+	+	–	–	–	–	–
<i>I. oxypetala</i> Bunge	–	+	–	–	–	–	–
<i>I. sanguinea</i> Hornem.	–	–	–	–	+	+	+
<i>I. setosa</i> Pall. ex Link.	–	–	–	–	–	–	+
<i>I. uniflora</i> Pall. ex Link.	–	–	–	–	–	–	–
<i>I. ventricosa</i> Pall.	+	+	–	–	–	–	–
<i>I. vorobievii</i> N.S. Pavlova	+	+	–	–	–	–	–

Примечание. РФ – Российская Федерация; ПК – Приморский край; ХК – Хабаровский край; АО – Амурская область; СО – Сахалинская область; С – республика Саха (Якутия); ИО – Иркутская область.

Note. RF – Russian Federation; PK – Primorye Territory; XK – Khabarovsk Territory; AR – Amur Region; SR – Sakhalin Region; S – Republic of Sakha (Yakutia); IR – Irkutsk Region.

но сокращающие его вследствие возросшего антропогенного влияния [26], при этом ряд видов включены в Красные книги разного ранга [27–33] (табл. 1).

Изучены семена 11 дальневосточных видов рода *Iris* L.: *I. dichotoma*, *I. domestica*, *I. ensata*, *I. laevigata*, *I. mandshurica*, *I. oxypetala*, *I. sanguinea*, *I. setosa*, *I. uniflora*, *I. ventricosa*, *I. vorobievii*. Для каждого таксона ежегодно проводили измерение длины и ширины 25 шт. семян в четырехкратной повторности [34]. Массу семян определяли по методике С.С. Лишук [35]. В работе использовали оборудование ЦКП “Микротехническая лаборатория Ботанического сада-института ДВО РАН”: микроскоп Stemi 2000-C с увеличением $\times 0.65$, лабораторные весы Kern 44 21N.

Семенную продуктивность изучали по общепринятой методике [1]. Определяли потенциальную (ПСП) и реальную (РСП) семенную продуктивность. Процент семенификации (ПС) рассчитывали по формуле:

$$ПС = (РСП/ПСП) \times 100\%.$$

Исследование проводилось в БСИ ДВО РАН с 2008 по 2017 гг. с использованием Уникальной научной установки “Коллекция живых растений открытого грунта Ботанического сада-института ДВО РАН” (реестровый номер регистрации на сайте <http://скр-рф.ru> – 347286). За столь длительный период исследований наблюдался весь

спектр погодных условий, как по увлажненности вегетационного периода, так и по температурному режиму.

По агроклиматическому районированию территория БСИ ДВО РАН входит во вторую термическую зону, в которой сумма температур выше $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ равна $2200\text{--}2400\text{ }^{\circ}\text{C}$ [36]. Территория отличается высокой влагообеспеченностью: годовое количество осадков составляет около 1200 мм. Пик их выпадения приходится на конец вегетационного периода. Неравномерный характер выпадения осадков негативно влияет на развитие растений. Их отсутствие в начале вегетационного периода вызывает засуху, а проходящие тайфуны наряду с сильными ливнями во второй половине лета приводят к чрезмерному переувлажнению почвы.

Основным лимитирующим фактором, отрицательно влияющим на перезимовку растений, можно назвать малоснежную зиму с интенсивной инсоляцией, глубоким промерзанием почвы, морозным выжиманием корневых систем. В зимний период имеет место редкое сочетание довольно низких ночных температур, высоких суточных амплитуд температуры, бесснежья и интенсивного солнечного сияния при наличии сильных северных и северо-западных ветров. Исходя из всего вышеизложенного, климатические условия зимнего и весеннего периодов района исследова-

Таблица 2. Размерно-весовые параметры семян исследованных видов рода *Iris* L.
Table 2. Seed size and weight parameters of the studied of the species in the genus *Iris* L.

Вид Species	Форма семени ¹ Seed shape ¹	Размеры Sizes				Масса 100 шт, г 100-seed weight, g
		длина, мм length, mm <i>M ± m</i>	CV, %	ширина, мм width, mm <i>M ± m</i>	CV, %	
<i>I. dichotoma</i>	Э/Е	5.1 ± 0.2	9.2	2.3 ± 0.1	11.2	0.6 ± 0.1
<i>I. domestica</i>	Ш/Sp	5.1 ± 0.1	9.7	5.0 ± 0.2	12.7	3.1 ± 0.1
<i>I. ensata</i>	ПП/Se	7.5 ± 0.1	8.4	6.8 ± 0.2	17.2	1.3 ± 0.1
<i>I. laevigata</i>	ПП/Se	6.4 ± 0.1	8.4	5.1 ± 0.1	14.1	2.5 ± 0.1
<i>I. mandshurica</i>	ЭА/ЕА	4.0 ± 0.2	9.7	2.3 ± 0.2	12.4	1.1 ± 0.2
<i>I. oxypetala</i>	ОТ/RT	3.7 ± 0.1	12.2	3.2 ± 0.1	14.6	1.8 ± 0.1
<i>I. sanguinea</i>	ПП/Se	6.0 ± 0.1	7.4	5.1 ± 0.2	17.4	1.3 ± 0.2
<i>I. setosa</i>	НК/IW	5.7 ± 0.1	11.5	3.3 ± 0.1	7.4	1.2 ± 0.1
<i>I. uniflora</i>	ЭА/ЕА	3.1 ± 0.1	17.3	2.7 ± 0.2	18.2	1.3 ± 0.2
<i>I. ventricosa</i>	НШ/IS	3.1 ± 0.2	6.8	2.3 ± 0.2	16.6	1.6 ± 0.2
<i>I. vorobievii</i>	ЭА/ЕА	4.7 ± 0.2	8.7	2.3 ± 0.2	12.3	1.1 ± 0.1

Примечание. ¹ ПП – полукруглые, плоскосжатые; Ш – шаровидные; НШ – неправильно-шаровидные; ОТ – округло-треугольные; НК – неправильно-клиновидные; Э – эллиптические или ромбовидные с небольшим вогнутым крылом у одного из концов; ЭА – эллиптические или ромбовидные, снабженные ариллусом. *M* – среднее значение, *m* – ошибка среднего значения; CV, % – коэффициент вариации.

Note. ¹ Se – semicircular, flat compressed; Sp – spherical; IS – irregular spherical; TR – triangular-rounded; IW – irregularly wedge-shaped; E – elliptical or diamond-shaped with a small concave wing at one end; EA – elliptical or rhomboid, with arillus. *M* – mean, *m* – error of the mean; CV, % – coefficient of variation.

ния неблагоприятны для большинства интродуцированных культур [36].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Анализ морфометрических особенностей семян изучаемой группы видов показал их значительные различия по форме (рис. 1) и размерам (табл. 2). Средняя длина семян лежит в пределах от 3.1 до 7.5 мм. Коэффициент вариации у большинства видов имеет низкие значения (6.8–11.5%), у *I. oxypetala* и *I. uniflora* – средние (12.2 и 17.3%). Ширина семени составляет от 2.3 до 6.8 мм и является более вариабельной, чем длина: низкий уровень изменчивости отмечен лишь у *I. setosa* и *I. dichotoma* (CV = 7.4 и 11.2%), у остальных видов он находится в пределах средних значений (CV = 12.3–18.2%).

Показатели массы семян значительно различаются в зависимости от вида. Наименьшую массу 100 семян имеет *I. dichotoma* (0.6 г), большинство видов имеет среднюю массу семян (1.1–1.8 г), наиболее высокой массой отличаются *I. laevigata* и *I. domestica* (2.5 и 3.1 г). Линейные параметры семян и их масса в условиях культуры незначительно отличаются от таковых из природных популяций [37], что является свидетельством достаточной степени адаптации видов в условиях интродукции.

Изучаемые виды в условиях *ex situ* характеризуются регулярным плодоношением, но разным уровнем семенной продуктивности (табл. 3). Более высокой потенциальной семенной продуктивностью (105–154 семян) отличаются *I. oxypetala*, *I. ensata*, *I. laevigata*, *I. sanguinea*, *I. setosa*, наиболее низкая продуктивность (21–38 семян) выявлена у *I. domestica*, *I. mandshurica* и *I. uniflora*. У большинства видов (*I. ensata*, *I. laevigata*, *I. mandshurica*, *I. sanguinea*, *I. setosa*, *I. uniflora*) ПСП имела средний уровень изменчивости (CV = 14.2–20.6%); у *I. domestica*, *I. oxypetala*, *I. ventricosa*, *I. vorobievii*, *I. dichotoma* – высокий (CV = 21.2–26.6%).

Величина РСП у разных видов составляла от 9 до 85 семян (табл. 3). Наиболее высокими значениями РСП (64–85 семян) отличались *I. ensata*, *I. laevigata*, *I. setosa* и *I. oxypetala*, наиболее низкими (9–14 семян) – *I. domestica*, *I. uniflora*, *I. ventricosa*. Изменчивость (CV) РСП у большинства видов – высокая (21.0–36.0%), средние ее величины (17.5%) отмечены у *I. ensata*. Очень высоким уровнем изменчивости (40.9–48.5%) отличались: *I. dichotoma*, *I. domestica*, *I. ventricosa*, *I. vorobievii*.

Процент семинификации изменялся в пределах от 27.1 до 68.8% (табл. 3). Примерно у половины видов он составил от 54 до 68.8%, у остальных находился в пределах от 27.1 до 44.7%. Большинство видов характеризуется высоким уровнем из-



Рис. 1. Семена видов рода *Iris*: *a* – *I. ensata*, *b* – *I. laevigata*, *c* – *I. sanguinea*, *d* – *I. domestica*, *e* – *I. ventricosa*, *f* – *I. oxypetala*, *g* – *I. setosa*, *h* – *I. dichotoma*, *i* – *I. mandshurica*, *j* – *I. uniflora*, *k* – *I. vorobievii*.

Fig. 1. Seeds of the species in the genus *Iris*: *a* – *I. ensata*, *b* – *I. laevigata*, *c* – *I. sanguinea*, *d* – *I. domestica*, *e* – *I. ventricosa*, *f* – *I. oxypetala*, *g* – *I. setosa*, *h* – *I. dichotoma*, *i* – *I. mandshurica*, *j* – *I. uniflora*, *k* – *I. vorobievii*.

менчивости ПС ($CV = 22.7–35.7\%$). Средний уровень изменчивости ПС (17.7%) отмечен лишь у *I. ensata*. Самые высокие показатели ($40.6–42.7\%$) выявлены у *I. dichotoma*, *I. domestica*, *I. vorobievii*, *I. ventricosa*.

Сопоставление данных о морфометрических параметрах семян и семенной продуктивности

разных видов не позволило выявить какую-либо строгую зависимость. Однако наблюдается определенная связь экологических особенностей вида и его семенной продуктивности. Известно, что размеры и масса семян тесно связаны с репродуктивной стратегией вида, которая, в свою очередь, влияет на его численность в пределах ареала.

Таблица 3. Семенная продуктивность видов рода *Iris*
Table 3. Seed productivity of of the species in the genus *Iris*

Вид Species	Экологическая группа Ecological group	ПСП ¹ , число семян PSP ¹ , number of seeds		РСП ² , число семян RSP ² , number of seeds		ПС ³ , % PS ³ , %	
		$\frac{M \pm m}{\text{lim}}$	CV, %	$\frac{M \pm m}{\text{lim}}$	CV, %	$\frac{M \pm m}{\text{lim}}$	CV, %
<i>I. dichotoma</i>	ксерофит/ xerophyte	$\frac{65.3 \pm 3.1}{49-86}$	26.6	$\frac{36.4 \pm 4.7}{15-70}$	44.9	$\frac{54.4 \pm 5.2}{21-81}$	41.8
<i>I. domestica</i>	ксеромезофит/ xeromesophyte	$\frac{20.8 \pm 1.2}{11-41}$	21.9	$\frac{9.3 \pm 0.8}{2-20}$	48.5	$\frac{44.7 \pm 3.0}{12-69}$	47.1
<i>I. ensata</i>	мезофит/ mesophytes	$\frac{154.3 \pm 2.4}{133-163}$	14.2	$\frac{84.6 \pm 5.6}{64-106}$	17.5	$\frac{54.8 \pm 3.7}{41-67}$	17.7
<i>I. laevigata</i>	гигрофит/ hygrophyte	$\frac{141.5 \pm 4.2}{92-199}$	16.3	$\frac{77.5 \pm 3.9}{24-115}$	27.6	$\frac{54.7 \pm 2.4}{23-85}$	23.9
<i>I. mandshurica</i>	ксерофит/ xerophyte	$\frac{37.7 \pm 2.8}{27-59}$	20.6	$\frac{25.2 \pm 1.9}{13-44}$	34.8	$\frac{68.8 \pm 3.4}{36-90}$	22.7
<i>I. oxypetala</i>	ксерофит/ xerophyte	$\frac{104.6 \pm 5.9}{73-146}$	21.2	$\frac{64.3 \pm 6.2}{24-114}$	36.0	$\frac{61.7 \pm 4.3}{23-87}$	25.8
<i>I. sanguinea</i>	мезофит / mesophyte	$\frac{140.2 \pm 4.9}{116-178}$	14.7	$\frac{41.7 \pm 3.2}{24-86}$	32.8	$\frac{29.7 \pm 2.5}{19-64}$	35.7
<i>I. setosa</i>	мезогигрофит/ mesohygrophyte	$\frac{123.8 \pm 3.8}{84-162}$	16.8	$\frac{70.2 \pm 2.7}{32-101}$	21.0	$\frac{57.8 \pm 2.3}{24-79}$	21.8
<i>I. uniflora</i>	ксеромезофит/ xeromesophyte	$\frac{32.5 \pm 4.5}{41-67}$	20.0	$\frac{14.5 \pm 3.1}{10-34}$	32.3	$\frac{44.7 \pm 3.1}{16-71}$	34.2
<i>I. ventricosa</i>	ксерофит/ xerophyte	$\frac{52.2 \pm 2.8}{31-84}$	26.3	$\frac{12.8 \pm 4.2}{14-46}$	41.3	$\frac{27.1 \pm 2.6}{8-39}$	40.6
<i>I. vorobievii</i>	ксерофит/ xerophyte	$\frac{61.3 \pm 3.5}{36-86}$	25.5	$\frac{21.5 \pm 1.9}{12-45}$	40.9	$\frac{36.6 \pm 3.5}{18-73}$	42.7

Примечание. ¹ПСП – потенциальная семенная продуктивность; ²РСП – реальная семенная продуктивность; ³ПС – процент семенификации. *M* – среднее значение; *m* – ошибка среднего значения; *lim* – минимальное и максимальное значение, CV, % – коэффициент вариации.

Note. ¹PSP – the potential seed productivity; ²RSP – real seed productivity; ³PC – productivity coefficient. *M* – mean value; *m* – error of the mean; *lim* – the minimum and maximum value, CV, % – coefficient of variation.

Сравнительный анализ данных, касающихся репродуктивной деятельности и экологической приуроченности видов может помочь выявить косвенные причины снижения их семя- и плодобразования.

Виды ирисов с широким ареалом, приспособившиеся к обитанию в условиях более или менее стабильного среднего уровня увлажнения (мезофиты), а также те, которые предпочитают более влажные местообитания (гигрофиты) (табл. 3) имеют наиболее крупные размеры. В условиях интродукции они характеризуются высокими и слабо варьирующими показателями ПСП, что свидетельствует о довольно высокой степени адаптации

к экологическим условиям и стабильности вида в целом. РСП у этих видов в среднем в два раза ниже ПСП, вариабельность последнего показателя заметно выше. Процент семенификации, как один из надежных показателей “благополучия” семенного размножения вида, в среднем примерно в 3 раза ниже ПСП, однако в целом для этих видов он находится в пределах средних величин, что подтверждает стабильность семенного размножения. Несколько ниже все анализируемые показатели репродукции у ксерофита *I. oxypetala*.

Показатели семенной продуктивности ксерофита *I. mandshurica* и ксеромезофита *I. uniflora* в 2–3 раза ниже, чем у *I. oxypetala*, что свидетель-

ствуется об их нестабильности в условиях Ботанического сада, и, вероятно, связано с неблагоприятными условиями среды (высокая влажность и температура) в период закладки репродуктивных органов и плодообразования.

У дальневосточных представителей рода *Iris* – ксерофитов (*I. dichotoma*, *I. ventricosa* и *I. vorobievii*), имеющих ограниченный ареал распространения на территории Российской Федерации и предпочитающих сухие остепененные участки, а также ксеромезофита *I. domestica*, отмечены самые низкие показатели семенной продуктивности. Основная причина этого – низкий уровень адаптации видов к условиям муссонного климата, реже – естественные вредители.

I. dichotoma в природе произрастает по сухим, обычно южным, хорошо прогреваемым солнечным склонам, по щебнистым осыпям, известковым откосам, на заброшенных пашнях, среди разнотравья остепененных лугов в Забайкалье и Приамурье. По нашим наблюдениям, в условиях муссонного климата Южного Приморья этот вид страдает от избытка влаги в вегетационный период, а в зимний период – от морозного выжимания корневой системы, характерного для бесснежных зим.

У *I. domestica* корневая система расположена близко к поверхности почвы, в зимний период растения страдают не только от морозов, но и от выпревания, и мерзлотного выжимания. Поэтому в годы с неблагоприятными зимними условиями *I. dichotoma* и *I. domestica* выходят из зимы ослабленными, что сказывается на их дальнейшем развитии и плодоношении. Наши данные сопоставимы с данными для *I. dichotoma* и *I. domestica*, которые были получены на коллекционных участках в Амурском филиале БСИ ДВО РАН [26].

Согласно нашим наблюдениям и литературным сведениям [30], *I. vorobievii* является малолетником. Его цветение приходится на конец мая–начало июня. В это время в регионе отмечается дождливая и туманная погода, что препятствует нормальному опылению и приводит к низкой семенной продуктивности.

Семенная репродуктивность *I. ventricosa* как *ex situ*, так и *in situ*, крайне низкая, что связано с

естественными вредителями – насекомыми-долгоносиками из рода Однокоготки (*Mononychus vitatus* Fald.), сем. Curculionidae [38], поедающими семязачатки *I. ventricosa*.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, проведенный анализ линейных и весовых параметров семян 11 видов рода *Iris* в условиях Ботанического сада-института ДВО РАН, показал, что размеры и масса семян большинства видов в условиях *ex situ* в незначительной степени отличаются от таковых в условиях *in situ*, что свидетельствует о достаточно высокой степени адаптации видов в культуре. Все изученные виды характеризуются в условиях *ex situ* регулярным плодоношением, но различаются величиной и уровнем изменчивости показателей семенной продуктивности. Значения последнего варьируют в основном от средних до высоких.

В условиях культуры наблюдается определенная связь экологической формы вида и его семенной продуктивности. Снижение всех показателей репродуктивной деятельности у изученных видов рода *Iris* прослеживается от мезофитов к ксерофитам, от видов с широким ареалом к редким, занесенным в Красные книги различного ранга. Основные вероятные причины этого явления – неблагоприятные условия внешней среды в период вегетации и зимовки, недостаточное количество опылителей, повреждение завязавшихся семян насекомыми.

В целях сохранения изученных видов в природе в дальнейшем необходима разработка комплекса мер, направленных на минимизацию причин, приводящих к снижению семенной продуктивности и разработку протоколов сохранения видов *in vitro*.

БЛАГОДАРНОСТИ

Работа выполнена в рамках темы “Введение в культуру, изучение и сохранение генетических ресурсов хозяйственно ценных растений Восточной Азии” (интернет номер ЕГИСУ НИОКТР: 1021060207393-6).

Выражаем благодарность студентке ДВФУ Е.А. Крашенининой за помощь в работе по определению массы семян ирисов и их морфометрических показателей, П. Петровой – за дизайн рисунка.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вайнагий И.В. 1974. О методике изучения семенной продуктивности растений. – Бот. журн. 59(6): 826–833. http://arch.botjournal.ru/?t=articles&id=3906&rid=pdf_0003897
2. Маслова Н.В., Елизарьева О.А., Асадуллина С.Ф. 2008. Семенная продуктивность *Oxytropis gmelinii* Fisch. ex Boriss. (Fabaceae) в популяции на территории памятника природы “Гора Маяк-тау”. – В сб.: Труды Южно-Уральского государственного природного заповедника. Вып.1. Природный комплекс Южно-Уральского государственного природного заповедника и сопредельных территорий. Уфа. С. 278–287.
3. Шибанова Н.Л., Долгих Я.В. 2010. Морфометрическая характеристика семян и реальная семенная продуктивность редких видов орхидных Предуралья. – Вестник Пермского Университета. Серия Биология. 2: 4–6. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17024557>

4. Доронькин В.М., Лагманова Т.Г. 1987. Семенная продуктивность некоторых сибирских видов *Iris* L. — Растит. ресурсы. 23(4): 561–566.
5. Холина А.Б., Болтенков Е.В., Илюшко М.В., Воронков А.А. 1997. Внутривидовая изменчивость плодов и семян трех видов *Iris* L. на Дальнем Востоке России. — Растит. ресурсы. 33(1): 56–68.
6. Чугаева В.Н. 2006. Особенности репродуктивной биологии представителей рода *Iris* L. — Вестник Тверского государственного университета. Серия “Биология и экология”. 2: 138–143.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15219683>
7. Миронова Л.Н. Японские ирисы. 2008. Эколого-биологические особенности интродукции *Iris ensata* Thunb. и его сортов на юге Приморского края. Владивосток. 110 с.
8. Шайбаков А.Ф., Миронова Л.Н. 2008. Опыт интродукции редких видов ириса флоры Башкортостана. — Бюллетень Ботанического сада Саратовского государственного университета. 7: 175–181.
https://bbs.sgu.ru/system/files_force/2017/03/175-182.pdf
9. Абрамова Л.М., Крюкова А.В. 2013. Семенная продуктивность редкого вида *Iris pumila* L. в природе и в условиях культуры. — Вестник Оренбургского государственного университета. 10(159): 156–159.
http://vestnik.osu.ru/2013_10/41.pdf
10. Иванова Н.С., Заровняева А.Н. 2011. Биологические особенности некоторых декоративных однодольных видов в условиях интродукции центральной Якутии. — Научные ведомости Белгородского государственного университета. Серия: Естественные науки. 14-1(98): 265–268.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21305211>
11. Карташева Л.М. 2011. Онтогенез редких и малоизученных видов семейства Iridaceae Juss. при интродукции в Центральном Черноземье. — Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология. 1: 167–170.
<http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/geograph/2011/01/2011-01-42.pdf>
12. Кайгородова Е.Н., Дорогина О.В., Елисафенко Т.В. 2012. Особенности морфологии семян некоторых видов рода *Iris* (Iridaceae) юга Западной Сибири. — Растительный мир Азиатской России. 1(9): 44–49.
https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=183757&ARTICLE_ID=183806
13. Набиева А.Ю., Елисафенко Т.В. 2012. Особенности размножения редких сибирских видов рода *Iris* L. — *I. glaucescens* Bunge и *I. bloudowii* Ledeb. в условиях культуры. — Turczaninowia. 15(1): 88–84.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17880360>
14. Павлова П.А., Данилова Н.С. 2013. Интродукция касатика щетинистого (*Iris setosa* Pall. ex Link) в Центральной Якутии. — Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 7: 94–99.
<http://www.kgau.ru/vestnik/content/2013/7.13.pdf>
15. Вьяль Ю.А., Мазей Н.Г., Можяева Г.Ф., Булатова В.Р. 2014. Особенности онтоморфогенеза *Belamcanda chinensis* (L.) DC. (Iridaceae) в условиях интродукции в Пензенской области. — Бюллетень Брянского отделения РБО. 2(4): 3–8. https://bulletin-rbs.ucoz.ru/_id/0/8_Bullein_BD_RBS_.pdf
16. Павлова М.А. 2016. Опыт интродукции *Iris graminea* L. в Донецком ботаническом саду. — Hortus Botanicus. 11: 163–173.
<https://doi.org/10.15393/j4.art.2016.3203>
17. Минжал М.Ш., Болдырев В.А. 2016. Морфометрические признаки семян некоторых видов рода *Iris* L. в Саратовской области. — Известия Саратовского университета. Серия Химия. Биология. Экология. 16(4): 404–410.
https://ichbe.sgu.ru/system/files_force/text-pdf/2022/04/4-2016_himiya.42-48.pdf
18. Huang L., Ma W., Liu Y., Peng Y., Xiao P. 2014. Two new isoflavones from *I. dichotoma*. — Chem. Nat. Compd. 50(3): 430–432.
<https://doi.org/10.1007/s10600-014-0978-9>
19. Kaššák P. 2012. Total flavonoids and phenolics content of the chosen genus *Iris* species. — Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun. 60(8): 119–126.
<https://doi.org/10.11118/actaun201260080119>
20. Qin M.J., Ji W.L., Wang Z.T., Ye W.C. 2005. A new isoflavonoid from *Belamcanda chinensis* (L.) DC. — J. Integr. Plant Biol. 47(11): 1404–1408.
<https://doi.org/10.1111/J.1744-7909.2005.00142.X>
21. Тихомирова Л.И., Базарнова Л.Г., Микушина И.В., Долганова З.В. 2015. Фармаколого-биологическое обоснование практического использования некоторых представителей рода *Iris* L. (Обзор). — Химия раст. сырья. 3: 25–34.
<https://doi.org/10.14258/jcprgm.201503837>
22. Шретер А.И. 1992. Целебные растения Дальнего Востока. Владивосток. 160 с.
23. Jung S.H., Lee Y.S., Lee S., Lim S.S., Kim Y.S., Shin K.H. 2002. Isoflavonoids from the rhizomes of *Belamcanda chinensis* and their effects on aldose reductase and sorbitol accumulation in streptozotocin induced diabetic tissues. — Arch. Pharm. Res. 25(3): 306–312.
<https://doi.org/10.1007/BF02976631>

24. Wei Y., Shu P., Qin M. 2012. Qualitative and quantitative evaluation of phenolic compounds in *Iris dichotoma* Pall. — *Phytochem. Anal.* 23(3): 197–207. <https://doi.org/10.1002/pca.1343>
25. Wozniak D., Janda B., Kapusta I., Oleszek J., Matkowski A. 2010. Antimutagenic and anti-oxidant activities of isoflavonoids from *Belamcanda chinensis* (L.) DC. — *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* 696(2): 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2010.01.004>
26. Ступникова Т.В. 2018. Биологические особенности семян редких и исчезающих видов растений юга Дальнего Востока России. — *Растительные ресурсы.* 54(1): 5–25. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32328488>
27. Красная книга Амурской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. 2020. Благовещенск. 502 с. <https://redbook28.ru>
28. Красная книга Иркутской области. 210. Иркутск. 480 с. <http://oort.aari.ru/ref/286>
29. Красная книга Приморского края: Растения. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. 2008. Владивосток. 688 с. <http://redbookpk.ru/>
30. Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). 2008. М. 855 с.
31. Красная книга Республики Саха (Якутия). Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений и грибов. Том 1. 2017. Москва. 420 с. <https://cloud.mail.ru/public/2UF5/51CtbrxWR>
32. Красная книга Хабаровского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений, грибов и животных. 2010. Хабаровск. 632 с. <http://oort.aari.ru/ref/98>
33. Красная книга Хабаровского края. Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды растений, грибов и животных. 2019. Воронеж. 604 с.
34. Методические указания по семеноведению интродуцентов. 1980. — Отв. ред. акад. Н.В. Цицин. М. 64 с.
35. Лищук С.С. 1991. Методика определения массы семян. — *Бот. журн.* 76(11): 1623–1624. http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=19911111&rid=pdf_0005139
36. Туркена В.Г. 1991. Биологические аспекты микроклимата муссонной зоны Дальнего Востока. Владивосток. 203 с.
37. Алексеева Н.Б., Болтенков Е.В., Миронова Л.Н. 2011. Некоторые особенности морфологии семян дальневосточных видов рода *Iris* (Iridaceae). — *Бот. журн.* 96(7): 851–857. http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20110707&rid=pdf_0004669
38. Дудкин Р.В., Миронова Л.Н. 2008. Новое местонахождение *Iris ventricosa* (Iridaceae) в Приморском крае. — *Бот. журн.* 93(5): 797–799. http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20080505&rid=pdf_0004907

Reproductive Features of the *ex situ* *Iris* (Iridaceae) Species from the Russian Far East

L. N. Mironova^a, V. A. Kalinkina^a, *

^a Botanical Garden-Institute FEB RAS, Vladivostok, Russia

*e-mail: conf-1f@yandex.ru

Abstract—The article presents the results of studying seeds of the Far Eastern *Iris* L. species under *ex situ* conditions. Analysis of size and weight parameters of the *ex situ* seeds showed their insignificant difference from the *in situ* ones, which indicates a sufficient degree of the species adaptation under introduction. All the studied species are characterized by regular fruiting and their seed productivity levels depend on the species. The highest rates of variability in seed productivity are found in *Iris dichotoma* (Pall.) L.W. Lenz, *I. domestica* Goldblatt & Mabb., *I. ventricosa* Pall., *I. vorobievii* N.S. Pavlova — the species listed in national and regional Red Data Books under endangered categories.

Keywords: *Iris*, rare species, sizes, weight of seeds, seed productivity

ACKNOWLEDGMENTS

The work was carried out within the framework of the research assignment “Introduction to the culture, study and conservation of genetic resources of economically valuable plants of East Asia” (EGISU NIOKTR Internet number: 1021060207393-6).

We express our gratitude to E.A. Krasheninina, student of FEFU, for her assistance in determining iris seed mass and their morphometric parameters, and to P. Petrova — for designing the drawing.

REFERENCES

1. *Vaynagiy I.V.* 1974. On the method of studying seed productivity of plants. – *Botanicheskiy zhurnal*. 59(6): 826–833. http://arch.botjournal.ru/?t=articles&id=3906&rid=pdf_0003897 (In Russian)
2. *Maslova N.V., Elizariyeva O.A., Asadullina S.F.* 2008. [Seed productivity of *Oxytropis gmelinii* Fisch. ex Boriss. (Fabaceae) in a population at the ‘Mayak-tau Mountain’ natural monumet]. – In: [Proceedings of the South Urals State Nature Reserve. 1. Natural complex of the South Urals State Nature Reserve and adjacent territories]. Ufa. P. 278–287. (In Russian)
3. *Shibanova N.L., Dolgych Ya.V.* 2010. [The morfometric characteristics of seeds and real seed production of rare Orchidaceae species from Cis-Urals]. – *Bulletin of the Perm University. Biology*. 2: 4–6. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17024557> (In Russian)
4. *Doronkin V.M., Lagmanova T.G.* 1987. [Seed productivity of some Siberian *Iris* L. species] – *Rastitelnye Resursy*. 23(4): 561–566. (In Russian)
5. *Holina A.B., Boltenkov E.V., Ilushko M.V., Voronkov A.A.* 1997. [Intraspecific variability of fruits and seeds of three species of *Iris* L. in the Russian Far East]. – *Rastitelnye Resursy*. 33(1): 56–68. (In Russian)
6. *Chugaeva V.N.* 2006. [Peculiarities of the reproductive biology of some representatives of the genus *Iris* L.] – *Bulletin of Tver State University. Series: Biology and Ecology*. 2: 138–143. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=15219683> (In Russian)
7. *Mironova L.N.* 2008. [Japanese irises. Ecological and biological characteristics of cultivation of the *Iris ensata* Thunb. and its varieties in the south of Primorskii Territory]. Vladivostok. 110 p. (In Russian)
8. *Shaybakov A.F., Mironova L.N.* 2008. [Experience in the introduction of rare *Iris* species from the flora of Bashkortostan]. – *Bulletin of Botanic Garden of Saratov State University*. 7: 175–181. https://bbs.sgu.ru/system/files_force/2017/03/175-182.pdf (In Russian)
9. *Abramova L.M., Kryukova A.V.* 2013. [Rare *Iris pumila* L. species seed productivity in nature and in introduction]. – *Vestnik of the Orenburg State University*. 10(159): 156–159. http://vestnik.osu.ru/2013_10/41.pdf (In Russian)
10. *Ivanova N.S., Zarovnyaeva A.N.* 2011. [Biological features of some decorative monocotyledones species under introduction in central Yakutia] – *Nauchny vestnik of the Belgorod State University. Estestvennye nauki*. 14–1(98): 265–268. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21305211> (In Russian)
11. *Kartashova L.M.* 2011. [Ontogenesis of rare and understudies species of *Iridaceae* Juss. family under introduction in the Central Black Earth area] – *Proceedings of Voronezh State University. Series: Geography. Geoecology*. 1: 167–170. <http://www.vestnik.vsu.ru/pdf/geograph/2011/01/2011-01-42.pdf> (In Russian)
12. *Kaygorodova E.N., Dorogina O.V., Elisafenko T.V.* 2012. [Morphology features of seeds in some species *Iris* (*Iridaceae*) in the south of Western Siberia] – *Flora and vegetation of Asian Russia*. 1(9): 44–49. https://www.sibran.ru/journals/issue.php?ID=183757&ARTICLE_ID=183806 (In Russian)
13. *Nabieva A. Yu., Elisafenko T.V.* 2012. Peculiarities of reproduction of rare Siberian species of the genus *Iris* L. – *I. glaucescens* Bunge and *I. bloudowii* Ledeb. in culture. – *Turczaninowia*. 15(1): 80–84. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=17880360> (In Russian)
14. *Pavlova P.A., Danilova V.S.* 2013. Introduction of the iris (*Iris setosa* Pall. ex Link) in the Central Yakutia. – *The Bulletin of KrasGAU*. 7: 94–99. <http://www.kgau.ru/vestnik/content/2013/7.13.pdf> (In Russian)
15. *Vyal Y.A., Mazei N.G., Mojaeva G.F., Bulatova V.R.* 2014. [Features of ontomorphogenesis of *Belamcanda chinensis* (L.) DC. (*Iridaceae*) in the conditions of introduction in the Penza region. – *Bulletin of Bryansk Department of RBS*. 2(4): 3–8. https://bulletin-rbs.ucoz.ru/_ld/0/8_Bullein_BD_RBS_.pdf (In Russian)
16. *Pavlova M.A.* 2016. [*Iris graminea* L. introduction at the Donetsk Botanical Garden]. – *Hortus Botanicus*. 11: 163–173. (In Russian) <https://doi.org/10.15393/j4.art.2016.3203>
17. *Minzhal M. Sh., Boldyrev V.A.* 2016. Morphological characteristics of seeds of some *Iris* L. in Saratov region. – *Izvestiya of Saratov University. Chemistry. Biology. Ecology*. – 16(4): 404–410. (In Russian) https://ichbe.sgu.ru/system/files_force/text-pdf/2022/04/4-2016_himiya.42-48.pdf
18. *Huang L., Ma W., Liu Y., Peng Y., Xiao P.* 2014. Two new isoflavones from *Iris dichotoma*. – *Chem. Nat. Compd*. 50(3): 430–432. <https://doi.org/10.1007/s10600-014-0978-9>
19. *Kaššák P.* 2012. Total flavonoids and phenolics content of the chosen genus *Iris* species. – *Acta Univ. Agric. Silv. Mendelianae Brun.* 60(8): 119–126. <https://doi.org/10.11118/actaun201260080119>
20. *Qin M.J., Ji W.L., Wang Z.T., Ye W.C.* 2005. A new isoflavonoid from *Belamcanda chinensis* (L.) DC. – *J. Integr. Plant Biol.* 47(11): 1404–1408. <https://doi.org/10.1111/J.1744-7909.2005.00142.X>
21. *Tikhomirova L.I., Bazarnova L.G., Mikushina I.V., Dolganova Z.V.* 2015 [Pharmaco-biochemical study of practical use of some members of the genus *Iris* L. (Overview)] – *Khimija Rastitel'nogo Syr'ya*. 3: 25–34. (In Russian) <https://doi.org/10.14258/jcpr.201503837>
22. *Shreter A.I.* 1992. [Medicinal plants of the Far East]. Vladivostok. 160. (In Russian)
23. *Jung S.H., Lee Y.S., Lee S., Lim S.S., Kim Y.S., Shin K.H.* 2002. Isoflavonoids from the rhizomes of *Belamcanda chinensis* and their effects on aldose reductase and sorbitol accumulation in streptozotocin induced diabetic tissues. – *Arch. Pharm. Res.* 25(3): 306–312. <https://doi.org/10.1007/BF02976631>

24. Wei Y., Shu P., Qin M. 2012. Qualitative and quantitative evaluation of phenolic compounds in *Iris dichotoma* Pall. – *Phytochem. Anal.* 23(3): 197–207.
<https://doi.org/10.1002/pca.1343>
25. Wozniak D., Janda B., Kapusta I., Oleszek J., Matkowski A. 2010. Antimutagenic and anti-oxidant activities of isoflavonoids from *Belamcanda chinensis* (L.) DC. – *Mutat. Res. Genet. Toxicol. Environ. Mutagen.* 696(2): 148–153.
<https://doi.org/10.1016/j.mrgentox.2010.01.004>
26. Stupnikova T.V. 2018. Biological characteristics of the seeds of rare and endangered plant species of the southern Russian Far East. – *Rastitelnye Resursy.* 54(1): 5–25.
<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=32328488> (In Russian)
27. [Red Data Book of the Amur Region: Rare and endangered species of animals, plants and fungi]. 2020. Blagoveshchensk. 446 p. <https://redbook28.ru> (In Russian)
28. [Red Data Book of the Irkutsk region]. 2010. Irkutsk. 480 p. <http://oopt.aari.ru/ref/286> (In Russian)
29. [Red Data Book of Primorye Territory: Rare and endangered species of plants and fungi]. 2008. Vladivostok. 688 p. <http://redbookpk.ru/> (In Russian)
30. [Red Data Book of the Russian Federation (plants and fungi)]. 2008. Moscow. 855 p. <http://oopt.aari.ru/ref/38> (In Russian)
31. [Red Data Book of the Republic of Sakha (Yakutia). V. 1. Rare and endangered species of plants and fungi]. 2017. Moscow. 412 p. <https://cloud.mail.ru/public/2UF5/51CtbrxWR> (In Russian)
32. Red Book of the Khabarovsk Krai. Rare and endangered plant and animal species. 2008. Khabarovsk. 632 p. <http://oopt.aari.ru/ref/98> (In Russian)
33. [Red Data Book of the Khabarovsk Krai. Rare and endangered species of plants, fungi and animals]. 2019. Voronezh. 604 p. (In Russian)
34. [Metodical instructions on a study of seeds of introduced species]. Moskva. 1980. 64 p. (In Russian)
35. Lishchuk S.S. 1991. Method of seed mass determination. – *Botanicheskii zhurnal.* 76(11): 1623–1624.
http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=19911111&rid=pdf_0005139 (In Russian)
36. Turkenya V.G. 1991. [Biological aspects of the microclimate of the Far East monsoon zone]. Vladivostok: FEB Academy of Sciences of the USSR. 203 p. (in Russian)
37. Alekseeva N.B., Boltenev E.V., Mironova L.N. 2011. Some peculiarities of seed morphology of the *Iris* (Iridaceae) species from the Russian Far East. – *Botanicheskii zhurnal.* 96(7): 851–857.
http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20110707&rid=pdf_0004669 (In Russian)
38. Doudkin R.V., Mironova L.N. 2008. [A new locality of *Iris ventricosa* (Iridaceae) in Primorie Territory]. – *Botanicheskii zhurnal.* 93(5): 797–799.
http://arch.botjournal.ru/?t=issues&id=20080505&rid=pdf_0004907 (In Russian)