

К. Г. Ткаченко

Федеральное государственное  
бюджетное учреждение науки  
Ботанический институт им.  
В. Л. Комарова РАН  
197376, Россия, г. Санкт-  
Петербург, ул. Профессора  
Попова, д. 2,  
e-mail: kigatka@rambler.ru

**Ключевые слова:**

яблоня, *Malus*, *Rosaceae*,  
интродукция растений, плоды,  
семена, качество семян,  
всхожесть, латентный период,  
коллекции, Ботанический сад  
Петра Великого,  
рентгенография

**Поступление:**

07.10.2016

**Принято:**

12.06.2017

**ЛАТЕНТНЫЙ ПЕРИОД НЕКОТОРЫХ ВИДОВ РОДА *MALUS*,  
ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ В БОТАНИЧЕСКИЙ САД ПЕТРА  
ВЕЛИКОГО**

**Актуальность.** Показатели качества (степени развитости, выполненности) репродуктивных диаспор выращиваемых видов растений является показателем успешности их интродукции в новом климатическом регионе. В условиях Ботанического сада Петра Великого (Санкт-Петербург), интродуцировано большое число видов рода *Malus* Mill. (13 видов и несколько форм). Оценку качества формирующихся плодов и семян до сих пор не проводили. **Объект.** Виды рода *Malus* (*Rosaceae*), интродуцированные в Ботанический сад Петра Великого. **Материалы и методы.** Плоды и семена ряда видов яблонь, были собраны от растений, выращиваемых в парке дендрарии Ботанического сада Петра Великого Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН. Проращивание семян проводили в лабораторных условиях; в разное время года, применяя разные методы для повышения всхожести семян. Рентгенографический анализ плодов и семян проводили на передвижной рентгенодиагностической установке, разработанной в Санкт-Петербургском Электротехническом университете («ЛЭТИ»). **Результаты и выводы.** Ежегодно, в условиях Ботанического сада Петра Великого БИН РАН (Санкт-Петербург), у всех выращиваемых в коллекции видов рода *Malus* образуются плоды, но не во всех плодах формируются выполненные, качественные семена. Часть из образовавшихся плодов часто бывают либо бесплодны (не образуют семян вовсе, или в плодах отмечены лишь зачатки семян), либо в них завязывается небольшое число развитых и хорошо сформированных семян. Значительная часть семян в плодах интродуцированных видов не развита (остаются пупльми). Выполненные и полноценные семена ряда видов рода *Malus*, изъятые из плодов, могут прорасти сразу после сбора (в сентябре), но очищенные и содержащиеся некоторое время в сухом виде, быстро входят в состояние покоя в осенне-зимний период (с октября по февраль). Холодная стратификация, даже не продолжительная, стимулирует прорастание семян, как и их предварительная обработка 3% раствором перекиси водорода. Для выведения хранившихся в лабораторных условиях семян, необходимо применять стратификацию и удаление семенной кожуры. У ряда выращиваемых видов *Malus* выполненные семена поражаются насекомыми-вредителями (до 90%). Рентгенографический метод оценки качества плодов и выполненности семян интродуцированных растений позволяет оперативно и не деструктивно осуществлять контроль и выявлять поражённые личинками семена, и для выращивания новых растений использовать лишь качественный отобранный семенной материал.

K. G. Tkachenko

Komarov Botanical Institute  
Russian Academy of Sciences,  
197376, Saint-Petersburg, 2,  
Professor Popov str.,  
e-mail: kigatka@rambler.ru

THE LATENT PERIOD OF SOME OF SPECIES OF THE GENUS  
**MALUS** INTRODUCED IN THE PETER THE GREAT  
BOTANICAL GARDEN

---

**Keywords:**

*Malus, Rosaceae, apple, the plants introduction, fruits, seeds, seed quality, germination, dormancy, the latent period, the plant living collection, Peter the Great Botanical Garden, X-ray analysis.*

**Recieved:**  
07.10.2016

**Accepted:**  
12.06.2017

**Background.** High quality seeds of introduced plants are an indicator of the success of the cultivation of new plants in other climates. In the context of the Botanic Garden of Peter the Great (St. Petersburg), introduced a large number of species of the genus *Malus* Mill. Assessment of the quality of fruits and seeds are formed has not yet been carried out. **Objective.** Some species of the *Malus* (Rosaceae), introduced in the Peter the Great Botanical Garden. **Materials and methods.** The fruits and seeds of some species of apple trees were collected from plants grown in the park-arboretum of the Peter the Great Botanical garden of Komarov Botanical Institute of RAS. Germination of seeds were carried out in laboratory conditions; at different times of the year, using various methods to improve seed germination, purified seeds of the seed coat, applied stratification, using hydrogen peroxide treatment. X-ray analysis of fruits and seeds was carried out on a mobile X-ray unit, designed at the St. Petersburg Electro-Technical University (“LETT”). **Results and conclusions.** Every year, in the condition of the Peter the Great Botanical Garden of BIN RAS (St. Petersburg), have grown species of the genus *Malus* annually produced fruit, but not all fruits are formed made and selected seeds, high-quality seeds, not all seeds are of good quality and the degree of implementation. The fruits are often infertile or (without seed), or a small number of them is fastened seeds. A significant portion of seeds in the fruit is not developed (still puny). Completed and viable seeds of a number of species of the genus *Malus* can germinate immediately after harvest (in September), but purified and contained in a dry form, quickly come to rest in the autumn-winter period (from October till February – March). Cold stratification, even prolonged, stimulates seed germination, as well as pre-treatment of seeds with hydrogen peroxide (3%). For the estimation of stored seeds in the laboratory, you must apply the stratification and the removal of the seed coat. A number of species of apple trees made seed affected by pests (90%). X-ray diffraction method for assessing the quality of the fruit and the implementation of introduced plants seeds allows not destructive to monitor and identify the affected larvae seeds.

## Введение

Наличие образовавшихся плодов и зрелых, выполненных семян в плодах у интродуцированных растений – один из показателей успешности интродукционного испытания новых видов в конкретных климатических условиях. Изучение особенностей латентного периода и оценка качества репродуктивных диаспор необходимо для разработки рекомендаций по внедрению новых перспективных видов для нужд народного хозяйства и городского зеленого строительства. Проведение такой оценки важно для коллекций Ботанических садов, так как они участвуют в международном обмене семян. Всегда желательно *a priori* знать – какого качества семена будут отправлены по заявкам в те или иные Ботанические сады страны и мира, а также контролировать и проверять поступающий к нам в страну по заявкам семенной материал, в наш Ботанический сад.

Практически во всех Ботанических садах есть коллекции видов рода *Malus* Mill. (Rosaceae). История интродукции яблонь в Ботанический сад Петра Великого, отмеченная с конца XVIII века, подробно описана в монографии О. А. Связевой (Svjaseva, 2005). Некоторые предварительные итоги интродукции видов этого рода, за последние 15–20 лет, нашли отражение в ряде наших публикаций (Tkachenko et al., 2015 b, c; Firsov et al., 2015a, b), но вопросы особенностей латентного периода семян не были рассмотрены.

Для проращивания семян видов яблонь рекомендуют использовать торф и/или песок и выдерживать период стратификации при низких положительных температурах (от +2 до +4 °C) в течении от 30 до 120 дней (Nikolaeva et al., 1985; Moore-Gough, Gough, 2009). И при этом отмечается, что свежесобранные семена некоторых видов могут прорасти без предварительной предпосевной подготовки. При оценке всхожести семян от растений, выращиваемых в Ботаническом саду, далеко не всегда получаются положительные результаты, часто семена собственной репродукции не прорастают, а полученные по обмену оказываются невсхожими.

Рентгеноскопический анализ плодов и семян, позволяет не деструктивным методом, оперативно определять качество и вы-

являть как полноценные (полнозерные), так шуплые (пустые) и пораженные вредителями репродуктивные диаспоры. Изучению качества плодов и семян разных видов растений, выращиваемых в коллекциях Ботанического сада Петра Великого, с помощью рентгеноскопического анализа для контроля качества собираемых репродуктивных диаспор, уже посвящено несколько работ (Tkachenko et al., 2015a; Firsov et al., 2015a, b; 2016).

Цель настоящей работы – изучить особенности латентного периода некоторых видов рода *Malus*, интродуцированных в Ботанический сад Петра Великого, дать биоморфологическую характеристику плодов и семян, а также определить качество и оценить всхожесть семян собственной репродукции.

## Материалы и методы исследований

Материалом для исследования служили коллекционные образцы следующих видов рода Яблоня (*Malus*, Rosaceae), выращиваемые на территории парка-дендрария Ботанического сада Петра Великого БИН РАН: *Malus baccata* (L.) Borkh.; *Malus baccata* var. *cerasifera* (Spach) Koidz. (= *Malus* × *cerasifera* Spach); *Malus manshurica* (Maxim.) Kom. ex Skvortsov, *Malus niedzwetzkyana* Dieck ex Koehne; *Malus orientalis* Uglitzk. ex Juz., *Malus praecox* (Pall.) Borkh., *Malus* × *prunifolia* (Willd.) Borkh.; *Malus* × *purpurea* (E. Barbier) Rehder, *Malus sachalinensis* Kom. ex Juz., *Malus sieboldii* (Regel) Rehder.; *Malus sylvestris* (L.) Mill. Современная номенклатура видов рода приведена в соответствии с сайтом Theplantlist – <http://www.theplantlist.org>). Оценку качества семян проводили на плодах и семенах, собранных осенью 2014, 2015 и 2016 гг. с учетом методических рекомендаций (Ishmuratova, Tkachenko, 2009). Сухие семена, хранимые в лабораторных условиях, ставили на проращивание каждый месяц. Для стимуляции прорастания семян использовали 3% раствор перекиси водорода (Evdokimov et al., 2000; Baranova et al., 2014), или удаляли семенную кожуру. Рентгеноскопический анализ плодов и семян проводили согласно разработанным методам применения микрофокусной рентгенографии для семян и плодов (Tkachenko et al., 2015a; Firsov et al., 2016).

## Результаты и их обсуждение

При разборке собранных плодов осенью 2014, 2015 и 2016 гг. было обращено внимание на некоторые особенности наличия семян в плодах. Так, у *M. sieboldii* плоды в кистях по 2, 3, 4. Семена мелкие, и в маленьких плодах они в числе 1 или 2. В плодах среднего и крупного размера семян в среднем по 3, 4, очень редко 5. Часто одно семя недоразвито, щуплое. У *M. sylvestris* и *M. baccata* var. *cerasifera* в плодах пять семенных вместилищ

(плодолистиков). Число семян в них варьирует от трех до восьми. Некоторые плоды вовсе без семян (плодолистики пустые). В одном плодолистике иногда может быть до трех семян, но чаще от одного до двух. На рисунках 1–6 семена выложены в ряд из одного плода, и видно, что в разных плодах формируется разное число семян, разной степени выполненности.

В таблице 1 приведены биометрические показатели размеров (длины и ширины) плодов и семян, а также их масса.

**Таблица 1. Биометрические показатели плодов и семян некоторых видов рода *Malus* урожая 2016 года, выращиваемых в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН**  
**Table 1. Biometric indicators of fruits and seeds of some species of genus *Malus*, harvest in 2016, and cultivated in the Peter the Great Botanic Garden of BIN RAS**

Вид	Размеры плода, мм		Масса плода, г	Размеры семени, мм		Масса 1000 шт. семян, г
	длина	ширина		длина	ширина	
<i>Malus baccata</i>	$8.5 \pm 0.7$ 7.6–9.5	$8.5 \pm 0.6$ 7.8–9.3	$4.0 \pm 0.7$ 3.2–5.1	$4.0 \pm 0.0$ 0.3–0.5	$2.5 \pm 0.0$ 2.0–3.3	$5.2 \pm 0.2$ 4.9–5.6
<i>Malus baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	$16.1 \pm 0.7$ 12.0–19.5	$18.3 \pm 0.3$ 13.7–23.3	$3.4 \pm 0.7$ 1.6–7.3	$4.9 \pm 0.3$ 4.7–5.1	$3.1 \pm 0.3$ 2.8–3.5	$13.9 \pm 0.5$ 12.8–15.4
<i>Malus niedzwetzkyana</i>	$24.5 \pm 0.9$ 21.7–28.1	$24.9 \pm 0.9$ 21.9–28.4	$8.7 \pm 0.5$ 6.0–14.6	$6.8 \pm 0.4$ 6.0–7.3	$3.9 \pm 0.2$ 3.0–4.9	$28.4 \pm 0.3$ 23.8–31.4
<i>Malus</i> × <i>prunifolia</i>	$13.6 \pm 0.6$ 11.5–17.7	$14.9 \pm 0.8$ 13.7–17.9	$2.3 \pm 0.5$ 1.3–3.8	$4.9 \pm 0.2$ 4.7–5.1	$2.9 \pm 0.2$ 2.5–3.1	$9.8 \pm 0.4$ 5.8–13.2
<i>Malus sieboldii</i>	$7.1 \pm 0.5$ 5.6–8.4	$7.9 \pm 0.4$ 5.9–9.4	$3.6 \pm 0.3$ 3.1–3.9	$4.1 \pm 0.4$ 2.7–5.0	$2.2 \pm 0.2$ 1.7–2.7	$3.9 \pm 0.1$ 3.7–4.2
<i>Malus sylvestris</i>	$27.6 \pm 0.3$ 24.0–33.4	$31.1 \pm 0.7$ 28.1–35.8	$14.7 \pm 0.9$ 8.3–18.7	$5.8 \pm 0.5$ 3.8–7.2	$3.6 \pm 0.3$ 2.7–4.0	$29.8 \pm 0.4$ 21.2–33.6

Примечание: в числителе – среднее значение (n = от 15 до 50), в знаменателе – min–max.

Как видно из данных, приведенных в таблице 1 и рисунках 1–6, плоды разных видов яблонь округлые или слегка уплощенные (ширина больше длины). Семена, за исключением *M. baccata* и *M. sieboldii*, относительно крупные, особенно у *M. niedzwetzkyana* и *M. sylvestris*. Наши данные совпадают с таковыми, отмеченными для некоторых видов рода *Malus*, интродуцированных в условия Белгородской области (Ivanova, Sorokopudov, 2014; Ivanova et al., 2014). В указанных работах отмечено, что в разные годы растения формируют плоды и

семена разного размера и массы, варьирует количество и качество семян, выявлены изменения в биохимическом составе плодов и продуктах переработки.

Данные по определению лабораторной всхожести семян ряда видов представлены в таблице 2.

Из приведенных результатов (см. табл. 3) видно, что с приближением календарной весны семена яблонь начинают прорастать, даже без предварительных манипуляций по стимулированию.

Таблица 2. Лабораторная всхожесть семян разных видов рода *Malus* по месяцам года  
Table 2. Laboratory germination of seeds of different species of the genus *Malus* for the months of the year

Вид	Всхожесть, % (число дней хранения семян до проращивания)					
	30 (X)	60 (XI)	90 (XII)	120 (I)	150 (II)	180 (III)
<i>Malus baccata</i>	0	0	0	0	3	9
<i>Malus baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	5	1	1	3	7	15
<i>Malus niedzwetzkyana</i>	0	0	0	0	18	25
<i>Malus</i> × <i>prunifolia</i>	0	0	0	7	21	30
<i>Malus sieboldii</i>	7	2	0	0	9	17
<i>Malus sylvestris</i>	21	5	0	0	11	29

Таблица 3. Лабораторная и грунтовая всхожесть семян разных видов рода *Malus* в зависимости от условий предпосевной обработки  
Table 3. Laboratory and dirt germination of seeds of different species of the genus *Malus* depending on pre-treatment conditions

Вид	Всхожесть, %				
	С семенными покровами	С удаленными семенными покровами	Обработка 3% H <sub>2</sub> O <sub>2</sub>	Стратификация 90 дней	Подзимний грунтовой посев (через 180 дней)
<i>Malus baccata</i>	0	9	15	30	56
<i>Malus baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	6	13	27		49
<i>Malus niedzwetzkyana</i>	0	3	8	8	12
<i>Malus</i> × <i>prunifolia</i>	0	8	12	21	29
<i>Malus sieboldii</i>	10	25	28	38	
<i>Malus sylvestris</i>	12	35	35	38	47

Примечание: X – октябрь, XI – ноябрь, XII – декабрь, I – январь, II – февраль, III – март.

Из данных таблицы 4 видно, что удаление семенной кожуры явно повышает всхожесть семян, как и обработка 3% перекисью водорода. Наибольшую всхожесть отметили у семян, прошедших «естественную» стратификацию при посеве в горшки, которые на зимний период были закопаны в открытом грунте.

Таблица 4. Соотношение (в %) выполненных, щуплых и пораженных личинками семян у некоторых видов рода *Malus*, выращиваемых в Ботаническом саду Петра Великого БИН РАН  
Table 4. The ratio (in %) ripen, shrunken and affected larvae seeds of some species of genus *Malus* cultivated in the Peter the Great Botanic Garden of BIN RAS

Вид	Процент от общего числа семян в образце		
	выполненных (семена V класса)	щуплых (семена I, II классов)	пораженных личинками
<i>M. baccata</i>	10–20	80–90	0
<i>M. baccata</i> var. <i>cerasifera</i>	35–50	50–65	7–10
<i>M. manshurica</i>	10–15	85–90	0
<i>M. orientalis</i>	30–53	10–15	50–60
<i>M. praecox</i>	35–40	35–40	20–30
<i>M. × prunifolia</i>	50–60	5–7	35–40
<i>M. purpurea</i>	7–10	50–60	35–40
<i>M. sachalinensis</i>	7–10	50–60	35–40
<i>M. sieboldii</i>	80–90	10–20	0–5
<i>M. sylvestris</i>	30–40	60–70	10–20

Как видно из представленных данных (см. табл. 4) и на рентгеновских снимках (рис. 1 и 2) – семена разных видов яблонь поражены личинками в разной степени. Меньше всего поражены семена *M. baccata*, *M. manshurica* и *M. sieboldii* (см. рис. 7). Относительно мало

повреждают вредители семена *M. baccata* var. *cerasifera* и *M. sylvestris*. Меньше всего хороших и выполненных семян было отобрано у *M. baccata*, *M. manshurica*, *M. purpurea*, *M. sachalinensis* и *Malus sylvestris*.

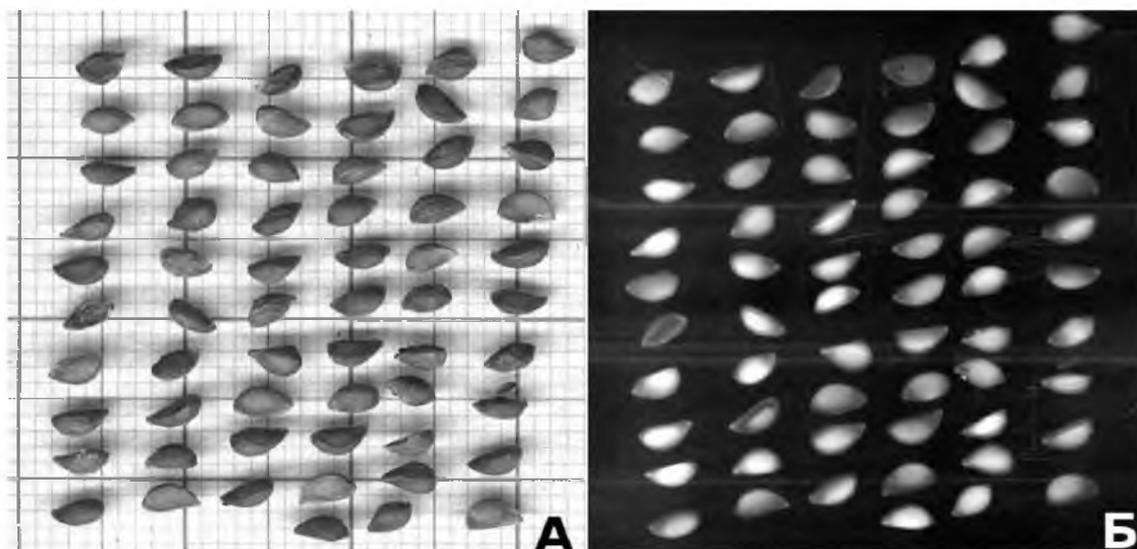


Рис. 1. Семена *Malus sieboldii* (Regel) Rehder. (A) и их рентгенограмма (Б)  
Fig. 1. Seeds of *Malus sieboldii* (Regel) Rehder. (A) and their X-ray picture (Б)

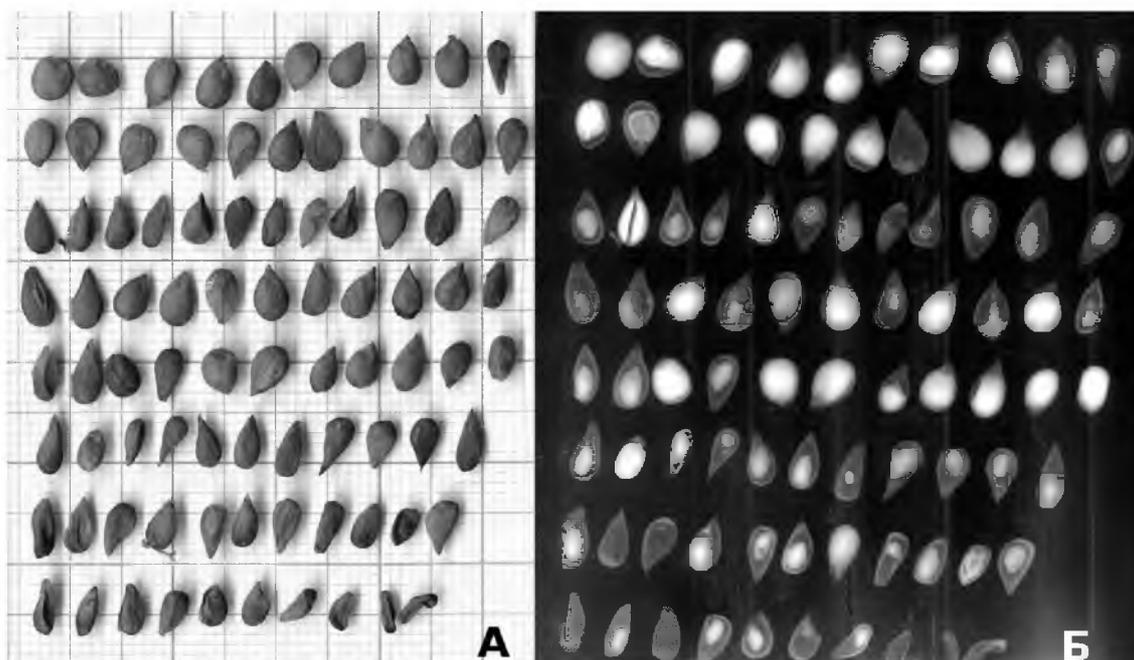


Рис. 2. Семена *Malus sylvestris* (L.) Mill. (A) и их рентгенограмма (Б)  
Fig. 2. Seeds of *Malus sylvestris* (L.) Mill. (A) and its X-ray picture (Б)

### Заключение

Ежегодно в условиях Ботанического сада Петра Великого БИН РАН (Санкт-Петербург), значительное число интродуцирован-

ных видов рода *Malus* ежегодно образуют плоды и полноценные всхожие семена. Часть семян не развита (остаются шуплыми), часто образовавшиеся плоды бесплодны (семена в них не образуются). Большинство выполнен-

ных семян у ряда видов яблонь в значительной степени (до 90%) поражается насекомыми-вредителями (*M. baccata*, *M. tan-shurica*, *M. purpurea*, *M. sachalinensis* и *Malus sylvestris*).

Рентгенографический метод оценки качества и выполненности семян интродуцированных растений позволяет не деструктивно осуществлять контроль качества и выявлять пораженные личинками семена.

Для семенного размножения можно использовать семена собственной репродукции, но только после тщательного отбора наиболее крупных и выполненных из них, не пораженных вредителями. Необходимо проводить профилактические меры по фумигации

репродуктивных диаспор для своевременного уничтожения вредителей.

*Благодарности: выражаю слова благодарности сотруднику Ботанического сада Петра Великого БИН РАН Э. А. Лебедеву за техническую помощь в подготовке материала.*

*Работа выполнена в рамках государственного задания согласно тематическому плану Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН по теме [52.5. Коллекции живых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова РАН (история, современное состояние, перспективы развития и использования)].*

## References/Литература

- Baranova T. V., Kalaev V. N., Voronin A. A. Environmentally friendly growth stimulators for pre-plans seed treatment // Herald Baltic Federal I. Kant University. Series Natural and Medical Sciences, 2014, no. 7, pp. 96–102 [in Russian] (Баранова Т. В., Калаев В. Н., Воронин А. А. Экологически безопасные стимуляторы роста для предпосевной обработки семян // Вестник Балтийского федерального университета им. И. Канта. Серия Естественные и медицинские науки, 2014. № 7. С. 96–102).
- Evdokimov E. V., Rossieva I. A., Pavvin M. A. Treatment of carrot seeds with a solution of hydrogen peroxide. M.: VNIPO, 2000, pp 166–168. [in Russian] (Евдокимов Е. В., Россиева И. А., Паввин М. А. Обработка семян моркови раствором перекиси водорода. М.: ВНИИО, 2000. С. 166–168).
- Ivanova E. V., Sorokopudov V. N. The morphological characteristics of species of the genus *Malus* (L.) Mill. when introduced into the conditions of the Belgorod region // Modern problems of science and education, 2014, vol. 3, pp. 630–638 [in Russian] (Иванова Е. В., Сорокопудов В. Н. Морфологические особенности видов рода *Malus* (L.) Mill. при интродукции в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования, 2014. Вып. 3. С. 630–638).
- Ivanova E. V., Sorokopudov V. N., Sorokopudova O. A. The quality of the fruit of the genus *Malus* Mill. when introduced into the conditions of the Belgorod region // Modern problems of science and education, 2014. Vol. № 4. С. 499–506. [in Russian] (Иванова Е. В., Сорокопудов В. Н., Сорокопудова О. А. Качество плодов видов рода *Malus* Mill. при интродукции в условиях Белгородской области // Современные проблемы науки и образования, 2014. Вып. № 4. С. 499–506).
- Ishmuratova M. M., Tkachenko K. G. Seeds of herbaceous plants: features of the latent period, the use of the introduction and propagation in vitro. Ufa. Gilem, 2009, 116 p. [in Russian] (Ишмуратова М. М., Ткаченко К. Г. Семена травянистых растений: особенности латентного периода, использование в интродукции и размножении in vitro. Уфа. Гилем, 2009. 116 с.).
- Nikolaeva M. G., Razumova M. V., Gladkova V. N. Guide to germination of dormant seeds. Leningrad, Science, 1985. 347 pp. [in Russian] (Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука, 1985. 347 с.).
- Svjaseva O. A. Trees, shrubs and vines Park Botanical Garden Botanical Institute V. L. Komarov (To the history of the introduction of the culture). St. Petersburg: Rostock, 2005, 384 p. [in Russian] (Связева О. А. Деревья, кустарники и лианы парка Ботанического сада Ботанического института им. В. Л. Комарова (К истории введения в культуру). СПб.: Росток, 2005. 384 с.).
- Tkachenko K. G., Kapelyan A. I., Grjaznov A. Y., Staroverov N. E. Quality reproductive diaspores *Rosa rugosa* Thunb., Introduced in the Peter the Great Botanic Garden // Bull. BSI DVO RAN [electronic resource]: Science Journal. / Botanical Garden-Institute of FEB RAS. Vladivostok, 2015a, vol. 13, pp. 41–48. <http://botsad.ru/media/cms/3205/41-48.pdf>. [in

- Russian] (Ткаченко К. Г., Капелян А. И., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е. Качество репродуктивных диаспор *Rosa rugosa* Thunb., интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс]: науч. журн. / Ботан. сад-институт ДВО РАН. Владивосток, 2015а. Вып. 13. С. 41–48. <http://botsad.ru/media/cms/3205/41-48.pdf>).
- Tkachenko K. G., Firsov G. A., Vasilyev N. P., Volchanskaya A. V. Features of formation and quality of the fruit of the genus *Malus* Mill. introduced in the Peter the Great Botanic Garden // Bulletin of Voronezh State University, Series: Chemistry. Biology. Pharmacy, 2015b, no. 1, pp. 104–109 [in Russian] (Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Васильев Н. П., Волчанская А. В. Особенности формирования и качество плодов видов рода *Malus* Mill., интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Вестник ВГУ, Серия: Химия. Биология. Фармация, 2015б. № 1. С. 104–109).
- Tkachenko K. G., Firsov G. A., Grjaznov A. Y., Staroverov N. E. Quality reproductive diaspores species of apple tree (*Malus* Mill.) Introduced in the Peter the Great Botanical Garden // Bulletin of Udmurt University. Biology Series. Earth Sciences 2015с, vol. 25, no. 4, pp. 75–80 [in Russian] (Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А., Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е. Качество репродуктивных диаспор видов рода Яблоня (*Malus* Mill.) интродуцированных в Ботаническом саду Петра Великого // Вестник Удмуртского Университета. Серия Биология. Науки о земле 2015в. Т. 25, вып. 4. С. 75–80).
- Firsov G. A., Vasiliev N. P., Tkachenko K. G. Genus Apple (*Malus* Mill.) in the collection of the Peter the Great Botanical Garden // Hortus Bot. 2015а, vol. 10, pp. 156–173 URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2341>. [DOI: 10.15393/j4.art.2015.2341] [in Russian] (Фирсов Г. А., Васильев Н. П., Ткаченко К. Г. Род Яблоня (*Malus* Mill.) в коллекции Ботанического сада Петра Великого // Hortus bot. 2015 а. Т. 10. С. 156–173. URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=2341>. [DOI: 10.15393/j4.art.2015.2341].
- Firsov G. A., Tkachenko K. G., Vasiliev N. P., Volchanskaya A. V. Some results and prospects of introduction of species of the genus *Malus* Mill. in the Peter the Great Botanic Garden // Bull. BSI DVO RAN [electronic resource]: to teach. Zh. / Nerd. Garden-Institute FEB RAS. Vladivostok 2015b, vol. 13б, pp. 17–33. <http://botsad.ru/media/cms/3205/17-33.pdf> [in Russian] (Фирсов Г. А., Ткаченко К. Г., Васильев Н. П., Волчанская А. В. Некоторые итоги и перспективы интродукции видов рода *Malus* Mill. в Ботаническом саду Петра Великого // Бюлл. БСИ ДВО РАН [Электронный ресурс] науч. журн. / Ботан. сад-институт ДВО РАН. Владивосток, 2015б. Вып. 13. С. 17–33. <http://botsad.ru/media/cms/3205/17-33.pdf>
- Firsov G. A., Volchanskaya A. V., Tkachenko K. G., Staroverov N. E., Grjaznov A. Y. *Cydonia oblonga* Mill. (Rosaceae) at the Peter the great botanikal garden // Bulletin Applied Botany, Genetics and Plant Breeding, vol. 177, iss. 4, pp.28–36 [in Russian] (Фирсов Г. А., Волчанская А. В., Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Айва обыкновенная (*Cydonia oblonga*, Rosaceae) в ботаническом саду Петра Великого // Тр. по прикл. бот., ген. и сел. 1916. Т. 177. Вып. 4. С. 28–36).
- Moore-Gough C., Gough R. E. Growing trees and shrubs from seed // Yard and Garden (Trees and Shrubs). MontGuide. Montana State University. MT199604AG, 2009, Reprinted 9/09. 250-909 SA.