

УДК 631.53:630*232.318:582.736

КАЧЕСТВО СЕМЯН *Maackia amurensis* Rupr. (Leguminosae) И УСЛОВИЯ ПРЕДПОСЕВНОЙ ПОДГОТОВКИ

К. Г. Ткаченко¹, Н. А. Тимченко², О. Н. Щербакова², В. Ф. Бобенко²,
Н. Е. Староверов³, А. Ю. Грязнов³, Е. Д. Холопова³

¹ Ботанический институт им. В. Л. Комарова РАН
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 2

² Дальневосточный государственный аграрный университет
675006, Благовещенск, ул. Ленина, 180

³ Санкт-Петербургский государственный электротехнический университет им. В. И. Ульянова
197376, Санкт-Петербург, ул. Профессора Попова, 5

E-mail: ktkachenko@binran.ru, timchenko-nat@mail.ru, olesya-2512@mail.ru, victor_bobenko@mail.ru,
nik0205st@mail.ru, ay-gryaznov@yandex.ru, wkhlopova@gmail.com

Поступила в редакцию 26.03.2019 г.

Маакия амурская (или акация амурская) *Maackia amurensis* Rupr. (Leguminosae) – ценное реликтовое и редкое растение флоры Дальнего Востока России, которое в настоящее время приобрело значение как перспективное лекарственное, на основе сырья которого разрабатывают высокоэффективные препараты, нередко его используют и в городском озеленении. Растение относится к теневыносливым породам, малотребовательно к плодородию почв, но из-за поверхностной корневой системы его одиночно стоящие деревья не выдерживают ветровых нагрузок. В связи с возрастающими запросами на природные запасы этого вида при заготовке растительного сырья встает проблема создания (закладки) его плантаций и выращивания (культивирования) в питомниках или специализированных хозяйствах. Маакия амурская в местах естественного произрастания размножается преимущественно семенами, хотя образует и корневую поросль. Однако в природе она не всегда образует семена, что затрудняет ее размножение. Оценка качества семян и способов их проращивания актуальна для разработки методов размножения и закладки плантаций. Современные методы микрофокусной рентгенографии репродуктивных диаспор позволяют оперативно определять качество посевного материала. Семена мааки сохраняют всхожесть продолжительное время (до 3–5 лет). Для закладки питомников семена следует собирать в местах естественного произрастания растения, предварительно отбирая наиболее крупные, хорошо выполненные, удаляя из собранных партий мелкие и дефектные. С увеличением срока хранения семян для их проращивания следует применять разные методы: ошпаривание кипятком, обработку концентрированной кислотой или замачивание в 3%-м растворе перекиси водорода. Для производственных целей лучше всего проводить подзимний посев.

Ключевые слова: маакия амурская, качество и хранение семян, проращивание, стимуляторы, рентгенография, Дальний Восток России.

DOI: 10.15372/SJFS20200105

ВВЕДЕНИЕ

Маакия амурская (акация амурская, акат, акатник, чернотуб) *Maackia amurensis* Rupr. (синоним *Cladrastis amurensis* (Rupr. & Maxim.) Benth.; семейство бобовые Fabaceae или Leguminosae) – теневыносливый гигромезофит, дерево до 25 м высотой, диаметр ствола до 40 см. Спо-

радически произрастает в южной части Амурской области, Хабаровском и Приморском краях (рис. 1).

В Амурской области доходит до р. Зея и юго-восточных районов, где проходит западная граница ареала, встречается редко (рис. 2). На северной границе ареала диаметр ствола мааки амурской уменьшается (до 10 см) или рас-

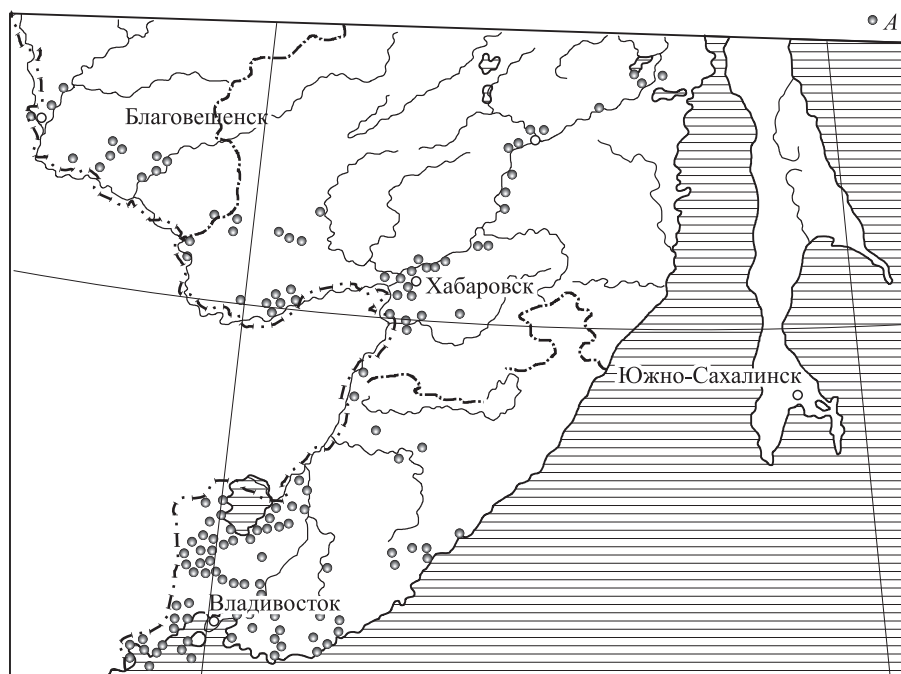


Рис. 1. Распространение мааки амурской на территории российского Дальнего Востока (Сосудистые растения..., 1989).

тение принимает вид кустарника. За пределами российского Дальнего Востока, южнее государственной границы Российской Федерации, растет в Северном и Северо-Восточном Китае, на п-ове Корея и в Японии (Недолужко, 1995; Петропавловский и др., 2011a, б; Petropavlovskii et al., 2011).

Цветет в июле-августе. Цветение начинается в конце июня, массовое цветение продолжается в течение двух недель, цветки обоеполые, белые или слегка кремовые, собраны в густые кисти



Рис. 2. Распространение мааки амурской на территории Амурской области (Красная книга..., 2009).

до 12–20 см, опыляются насекомыми. Плоды созревают в конце сентября, в неблагоприятную осень не успевают вызревать, особенно на севере ареала, и зачастую остаются на ветках до следующей весны. Плоды – бобы, плоские, ланцетные, темно-бурые, до 4–8 см длиной и 1.0–1.5 см шириной. Семена продолговатые, с коротким крючкообразным основанием 6–8 мм длиной и 3–4 мм шириной, зеленовато-коричневые. Плодоносит обильно, но не регулярно. Масса 1000 шт. семян от 55 до 75 г (Справочник..., 1978; Сосудистые растения..., 1989; Красная книга..., 2009; Полешук и др., 2009; Коропачинский, Встовская, 2012).

Маакию амурскую активно изучают на Дальнем Востоке России как источник биологически активных соединений для получения лекарственных препаратов (Kulesh, Denisenko, 2003; Федореев и др., 2004, 2018; Molchanova et al., 2006; Кушнерова и др., 2014; Кулеш и др., 2016), в том числе для лечения вирусного гепатита (Путилова и др., 2011a, б). Исследования химического состава этого вида и биологической активности выделенных соединений проводят и в ряде сопредельных с Россией странах (Wang et al., 2000; Xiong et al., 2009; Honma et al., 2017; Kim, Han, 2018).

В условия культуры маакия амурская впервые введена в Санкт-Петербурге К. И. Максимовичем в 1858 г. (Связева, 2005). В условиях Мо-

сквы этот вид плодоносит, образует около 50 % семян хорошего качества. При этом выполненные семена имели всхожесть 78 % (Смирнова, 1978). Отмечено, что в разные годы у растений, выращиваемых в Главном ботаническом саду РАН, формировались семена разного качества, с разной степенью развитости эндосперма.

Для обеспечения производства новых препаратов необходимо создавать плантации этого редкого вида. Маакия амурская дает обильную пневую поросль (Тимченко и др., 2017, 2018), но размножается преимущественно семенами, которые сохраняют всхожесть до 5 лет, следовательно, необходимо отработать методы повышения всхожести и энергии прорастания семян (Полещук, 2001, 2002, 2008; Полещук В. А., Полещук Т. Н., 2001; Полещук и др., 2009).

Известно, что многие виды семейства Fabaceae характеризуются твердосемянностью, физическим или комбинированным покоем (Попцов, 1976; Дудик, 1979; Николаева и др., 1985). Известно, что для прорастания семян рекомендуется обрабатывать их крутым кипятком, оставляя на сутки до остывания (Заборовский, 1962; Кречетова и др., 1972). Показано, что важным фактором для их прорастания является и температура воздуха (Кречетова и др., 1972; Справочник..., 1978; Pai, Graves, 1995; Kim, Han, 2018).

Маакия амурская относится к теневыносливым породам, малотребовательна к плодородию почв, однако предпочитает плодородные наносные, достаточно влажные; из-за поверхностной корневой системы одиночно стоящие деревья не выдерживают ветровых нагрузок. Зимостойка: отмечена в приусадебных участках Тынды – самого северного города Амурской области. Используется в озеленении в групповых и одиночных посадках (Полещук, 1999; Тимченко и др., 2017, 2018).

Численность вида в местах естественного произрастания сокращается из-за изменения и нарушения мест обитания. Вид внесен в сводку редких и исчезающих растений Амурской области (Недолужко, 1995; Красная книга..., 2009). Следовательно, для получения сырья для лекарственных препаратов необходимо разрабатывать приемы размножения и культивирования этого вида, в том числе и в регионах природного произрастания.

Цель работы – оценить качество и всхожесть семян маакии амурской. Выявить наиболее эффективные способы предпосевной обработки для повышения их всхожести.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Для работы семена маакии амурской собраны в 2015, 2016 и 2017 гг. в окрестностях г. Благовещенска (Амурская обл.) и Горнотаежной станции им. В. Л. Комарова (ГТС) (Филиал Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Уссурийский район, Приморский край) (рис. 3).

Для проращивания семена размещали в стеклянных чашках Петри на фильтровальной бумаге в трехкратной повторности. Для нарушения семенных покровов применяли кратковременное (5–7 мин) ошпаривание водой и обработку концентрированной серной кислотой (в однократной повторности) в течение 5, 15, 20, 30 мин (Фирсова, 1955). Из каждой партии семян отбирали средний образец (Фирсова, 1955, 1959), часть семян разобрали по размерам и массе на две фракции – крупные и мелкие (Ишмуратова, Ткаченко, 2009). Семена на сутки замачивали в 3%-м растворе перекиси водорода с целью дезинфекции и стимуляции прорастания (Кунавин, 1993; Franklin et al., 2010; Barba-Espín et al., 2011, 2012; Баранова и др., 2014; Хлебцова, Арзуманян, 2015; Wojtyła et al., 2016; Демочко и др., 2017). Во избежание развития плесневых грибов семена увлажняли раствором нистатина (500 тыс. ед. на 1 л воды) (Коваль, Шаманин, 1999). Для учета полевой всхожести часть семян в октябре посеяли в пластиковые горшки с земляной смесью, которые затем прикопали до весны в грядках. Обработка данных проведена с помощью программы Excel 2010 for Windows.

Рентгенографический анализ проводили с использованием передвижной рентгеноскопической диагностической установки (ПРДУ-02), предназначенной для оперативного контроля качества зерна, семян зерновых и овощных



Рис. 3. Партия семян маакии амурской, собранных в окрестностях пос. Горнотаежное Приморского края.

культур. Размер фокусного пятна рентгеновской трубки (менее 40 мкм) позволяет получать для различных объектов резкие и контрастные изображения с увеличением до 20 раз. В качестве приемника использовали CR систему DIGORA PCT. Время от включения рентгеновского аппарата до получения изображения на экране ЭВМ составляет около 3 мин (Грязнов и др., 2015; Староверов и др., 2015; Ткаченко и др., 2015, 2018; Староверов, 2016).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Масса 1000 шт. семян маакии, собранных в разные годы и в разных местах, колебалась в широких пределах: от 27.4 (мелкие) до 70.9 г (крупные) (рис. 4).

Семена, собранные на ГТС в 2015 г., имели массу 58.9 г (42.4÷67.4 г), а собранные там же в 2016 г. – 39.7 г (27.4÷46.4 г) мелкие и 61.1 г (52.2÷67.3 г) крупные. Масса 1000 шт. семян среднего образца составила 61.8 г (44.2÷69.1 г). Полученные нами данные о массе 1000 шт. семян соответствуют опубликованным (Справочник..., 1978).

Как видно из рис. 4, средние образцы семян маакии из Благовещенска и ГТС по массе 1000 шт. семян не различаются. Среднее значение находится в пределах 60 г. Разобранные же по фракциям на мелкие и крупные достоверно различаются, причем как собранные в Благо-

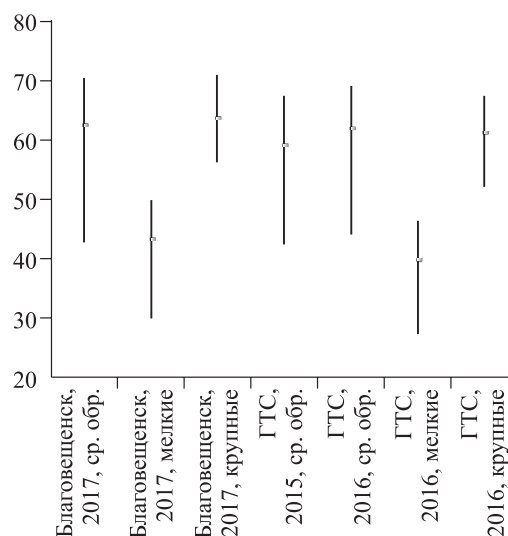


Рис. 4. Масса 1000 шт. семян маакии амурской (грамм, по оси ординат), собранных в разные годы в разных местах.

щенске, так и на ГТС, и близки по своим значениям (см. таблицу).

Необработанные семена прорастают в лабораторных условиях продолжительное время – на протяжении 90÷120 дней. Энергия прорастания низкая и составляла на 10-й день опыта от 1÷2 до 3÷4 %.

В процессе проращивания семена не загнивали и не покрывались плесневыми грибами. Всхожесть в зависимости от образца и размеров семян колебалась от 2 до 18 %.

Лабораторная всхожесть семян маакии амурской (%) в зависимости от предпосевной обработки

Происхождение семян и год сбора	Необработанные	Обработанные кипятком	Обработанные концентрированной серной кислотой ****, мин			
			5'	15'	20'	30'
Благовещенск, 2017 *	9.0 ± 3.3 (2÷18)	34.0 ± 4.3 (28÷40)	38	34	27	16
Благовещенск, 2017 **	13.1 ± 2.1 (10÷15)	23.5 ± 4.5 (16÷31)	36	34	31	23
Благовещенск, 2017 ***	21.5 ± 2.4 (19÷24)	43.5 ± 4.2 (38÷49)	44	34	34	31
ГТС, 2015 *	4.0 ± 0.9 (3÷5)	12.0 ± 2.7 (9÷15)	14	14	12	12
ГТС, 2016 *	8.5 ± 1.1 (6÷11)	16.5 ± 3.2 (12÷21)	27	25	18	19
ГТС, 2016 **	9.0 ± 1.6 (7÷11)	20.0 ± 2.8 (16÷24)	34	29	23	14
ГТС, 2016 ***	18.5 ± 2.4 (16÷21)	39.0 ± 4.1 (33÷45)	43	45	40	38

Примечание. Указано среднее арифметическое, в скобках даны минимальные и максимальные полученные значения. В числителе – среднее значение, в знаменателе значения min–max. * – средний образец (без деления на фракции по размерам); ** – мелкие семена; *** – крупные семена; **** – в опытах с обработкой кислотой была всего одна повторность.

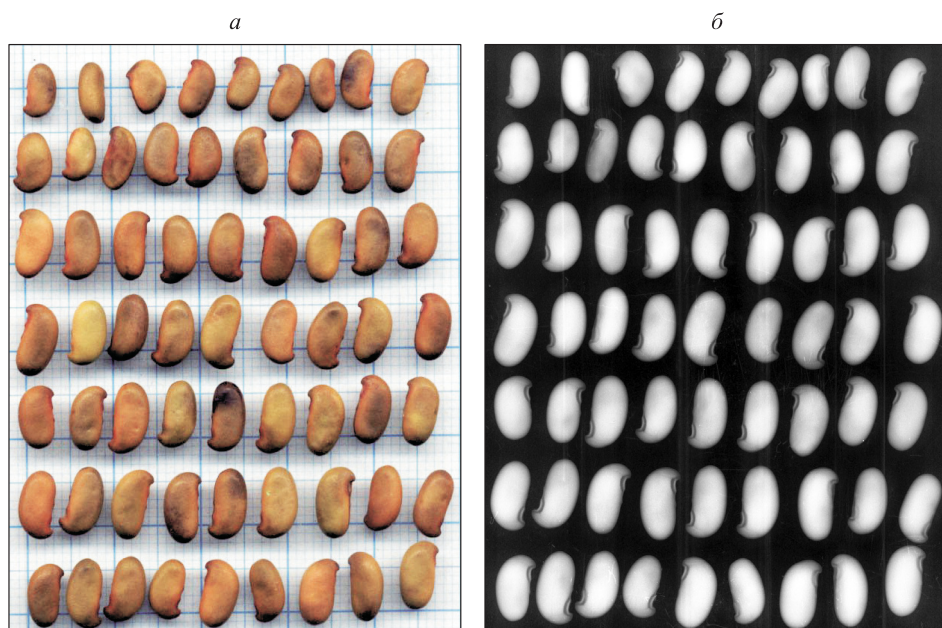


Рис. 5. Сканированные семена маакии амурской (а), собранные в окрестностях г. Благовещенска (Амурская обл.), и их рентгеновский снимок (б).

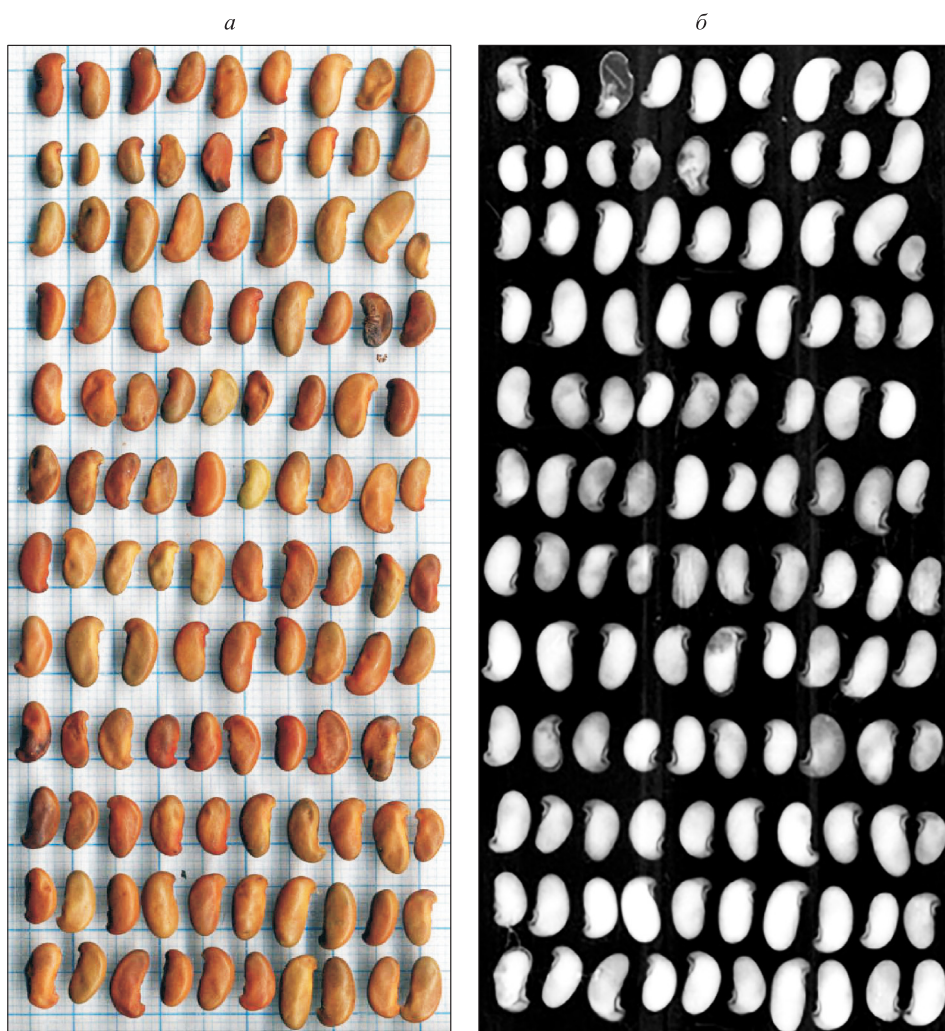


Рис. 6. Сканированные семена маакии амурской (а), собранные в окрестностях пос. Горнотаежное (Приморский край), и их рентгеновский снимок (б).

Ошпаренные и обработанные концентрированной серной кислотой семена на 7-й день имели энергию прорастания на уровне $7 \div 9$ %, а их лабораторная всхожесть достигала 45 %. При этом непроросшие семена в опытах с кислотой в течение 10–15 дней в чашках Петри покрылись плесневыми грибами. Максимальная всхожесть отмечена у крупных обработанных кислотой и ошпаренных семян – до 45 % (у необработанных максимум составил 23 %). Отмечено, что, чем дольше время воздействия концентрированной серной кислоты на семена, тем ниже их лабораторная всхожесть. Обработка прорастающих семян раствором нистатина не оказывала никакого действия. Замачивание семян в 3%-м растворе перекиси водорода также никак не сказалось на повышении всхожести семян, не отмечено и дезинфицирующего эффекта.

Весенний учет (в 2018 г.) проросших в горшках крупных семян маакии показал во всех вариантах всхожесть на уровне 40 % и мелких – до $20 \div 25$ %. Проросшие семена удалили из горшков, которые остались прикопанными для учета 2019 г. Учет всхожести, проведенный в 2019 г., показал, что в горшках с крупными семенами новых всходов было $20 \div 23$ %, а с мелкими всходов было больше – $25 \div 28$ %. Это подтверждает роль мелких семян для поддержания вида в популяции (Ткаченко, 2003, 2006).

Для оценки качества семян маакии средние образцы семян из Амурской области (2017 г.) и ГТС (2016 г.) подвергли рентгеноскопическому анализу (рис. 5, 6).

Из представленных рисунков видно, что семена из Благовещенска соответствуют подклассу «а», а в партии семян, собранных в районе ГТС, до 50 % семян подкласса «б» (Смирнова, 1978).

ВЫВОДЫ

Семена маакии амурской вне зависимости от места ее произрастания (окрестности г. Благовещенска Амурской обл. и Горнотаяжской станции Уссурийского р-на Приморского края) могут быть использованы для посевов и закладки питомников. Масса 1000 шт. семян колеблется от 50 до 70 г (крупные) и от 27 до 50 г (мелкие).

Всхожесть необработанных семян через 3–4 года хранения не превышает 25–30 %. Для повышения всхожести семена следует подвергать термической обработке (ошпаривать на 5 мин кипятком). Лабораторная всхожесть семян после обработки повышается в 2 раза.

Для выращивания посадочного материала маакии амурской следует использовать осенний посев отобранными крупными семенами.

Авторы выражают благодарность д-ру биол. наук Т. А. Москалюк за присланные семена маакии амурской, собранные на Горнотаяжской станции в Уссурийском районе Приморского края.

Работа выполнена в рамках госзадания по плановой теме «Коллекции живых растений Ботанического института им. В. Л. Комарова (история, современное состояние, перспективы использования)» № АААА-А18-118032890141-4.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ (REFERENCES)

- Баранова Т. В., Калаев В. Н., Воронин А. А. Экологически безопасные стимуляторы роста для предпосевной обработки семян // Вестн. Балт. фед. ун-та им. И. Канта. 2014. Вып. 7. С. 96–102 [Baranova T. V., Kalaev V. N., Voronin A. A. Ekologicheski bezopasnye stimulyatory rosta dlya predposevnoy obrabotki semyan (Environmentally friendly growth stimulators for presowing seed treatment) // Vestn. Balt. fed. un-ta im. I. Kanta (Bull. I. Kant Baltic Fed. Univ.). 2014. Iss. 7. P. 96–102 (in Russian with English abstract)].
- Грязнов А. Ю., Староверов Н. Е., Жамова К. К., Холопова Е. Д., Ткаченко К. Г. Исследование качества репродуктивных диаспор видов рода яблоня (*Malus* Mill.) с помощью микрофокусной рентгенографии // Тр. Кубан. гос. агр. ун-та. 2015. № 55. С. 49–53 [Gryaznov A. Yu., Staroverov N. E., Zhamova K. K., Kholopova E. D., Tkachenko K. G. Issledovanie kachestva reproduktivnykh diaspor vidov roda yablonya (*Malus* Mill.) s pomoshchyu mikrofokusnoy rentgenografii (Investigation of the quality of reproductive diaspores of species of the genus apple (*Malus* Mill.) using microfocus radiography) // Tr. Kuban. gos. agr. un-ta (Proc. Kuban st. agr. univ.). 2015. N. 55. P. 49–53 (in Russian with English abstract)].
- Демочко Ю. А., Шилова И. В., Иванова Е. В., Костецкий О. В. Особенности прорастания семян буквицы лекарственной в лабораторных условиях // Бюл. Бот. сада Саратов. гос. ун-та. 2017. Т. 15. Вып. 1. С. 34–43 [Demochko Yu. A., Shilova I. V., Ivanova E. V., Kostetskiy O. V. Osobennosti prorstaniya semyan bukvitsy lekarstvennoy v laboratornykh usloviyakh (Specifics of germination of wood betony seeds in laboratory conditions) // Byul. Bot. sada Sarat. gos. un-ta (Bull. Saratov st. univ.). 2017. V. 15. Iss. 1. P. 34–43 (in Russian)].
- Дудик Н. М. Морфология плодов бобовцветных в связи с эволюцией. Киев: Наук. думка, 1979. 212 с. [Dudik N. M. Morfologiya plodov bobotsvetnykh v svyazi s evolyutsiey (Morphology of legume-flower fruits in connection with evolution). Kiev: Naukova dumka, 1979. 212 p. (in Russian)].
- Заборовский Е. П. Плоды и семена древесных и кустарниковых пород. М.: Гослесбумиздат, 1962. 303 с.

- [Zaborovskiy E. P. Plody i semena drevesnyh i kustarnikovykh porod (Fruits and seeds of woody and shrubby species). Moscow: Goslesbumizdat, 1962. 303 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. [Ishmuratova M. M., Tkachenko K. G. Semena travyanistykh rasteniy: osobennosti latentnogo perioda, ispol'zovanie v introduktsii i razmnozhenii *in vitro* (Seeds of herbaceous plants: specifics of latent period, the use in introduction and propagation *in vitro*). Ufa: Gilem, 2009. 116 p. (in Russian)].
- Коваль С. Ф., Шаманин В. П. Растение в опыте. Омск: Ин-т цитол. и генет. СО РАН; Омск. гос. агр. ун-т, 1999. 204 с. [Koval's F., Shamanin V. P. Rastenie v opyte (Plant in an experiment). Omsk: Inst. cytol. genet., Rus. Acad. Sci., Sib. Br.; Omsk st. agr. univ., 1999. 204 p. (in Russian)].
- Коропачинский И. Ю., Встовская Т. Н. Древесные растения Азиатской России. Новосибирск: Акад. изд-во «Гео», 2012. 707 с. [Koropachinskiy I. Yu., Vstovskaya T. N. Drevesnye rasteniya Aziatskoy Rossii (Woody plants of the Asian part of Russia). Novosibirsk: Acad. publ. «Geo», 2012. 707 p. (in Russian with English abstract)].
- Красная книга Амурской области: редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов. Благовещенск: БГПУ, 2009. 446 с. [Krasnaya kniga Amurskoy oblasti: Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoventiya vidy zhiivotnykh, rasteniy i gribov (The Red Book of Amur Oblast: rare and endangered species of animals, plants, and mushrooms). Blagoveshchensk: Blagoveshchensk st. ped. univ., 2009. 446 p. (in Russian)].
- Кречетова Н. В., Емлевская А. Г., Сенчукова Г. В., Штейникова В. И. Семена и плоды деревьев и кустарников Дальнего Востока. М.: Лесн. пром-сть, 1972. 80 с. [Krechetova N. V., Emlevskaya A. G., Senchukova G. V., Shteynikova V. I. Semena i plody derev'ev i kustarnikov Dal'nego Vostoka (Seeds and fruits of trees and shrubs of Far East). Moscow: Lesn. prom-st' (For. Industry.), 1972. 80 p. (in Russian)].
- Кулеш Н. И., Федореев С. А., Веселова М. В., Кушнерова Н. Ф., Фоменко С. Е., Спрыгин В. Г., Момот Т. В. Влияние изофлавоноидов из корней *Maackia amurensis* на метаболические реакции печени при экспериментальном токсическом гепатите // Хим.-фарм. журн. 2016. Т. 50. № 7. С. 21–27 [Kulesh N. I., Fedoreev S. A., Veselova M. V., Kushnerova N. F., Fomenko S. E., Sprygina V. G., Momot T. V. Vliyanie izoflavonoidov iz kornej *Maackia amurensis* na metabolicheskie reakcii pecheni pri eksperimental'nom toksicheskom gepatite (Influence of isoflavonoids from *Maackia amurensis* roots on metabolic reactions of liver in experimental toxic hepatitis) // Him.-farm. zhurn. (Chem.-Pharm. J.). 2016. V. 50. N. 7. P. 21–27 (in Russian with English abstract)].
- Кунавин Г. А. Обработка семян томата раствором перекиси водорода // Проблемы науки и производства в условиях аграрной реформы. Тез. докл. Новосибирск, 1993. С. 15–17 [Kunavin G. A. Obrabotka semyan tomata rastvorom perekisi vodoroda (Treatment of tomato seeds with a solution of hydrogen peroxide) // Problemy nauki i proizvodstva v usloviyakh agrarnoy reformy. Tez. dokl. (Problems of science and industry in the conditions of agrarian reform. Proc. abstr.). Novosibirsk, 1993. P. 15–17 (in Russian)].
- Кушнерова Н. Ф., Федореев С. А., Фоменко С. Е., Спрыгин В. Г., Кулеш Н. И., Мищенко Н. П., Веселова М. В., Момот Т. В. Гепатопротекторные свойства изофлавоноидов из корней *Maackia amurensis* при экспериментальном поражении печени четыреххлористым углеродом // Эксп. и клин. фармакол. 2014. № 2. С. 26–30 [Kushnerova N. F., Fedoreev S. A., Fomenko S. E., Sprygina V. G., Kulesh N. I., Mishchenko N. P., Veselova M. V., Momot T. V. Gepatoprotekturnye svoystva izoflavonoidov iz korney *Maackia amurensis* pri eksperimental'nom porazhenii pecheni chetyrekhkhlorigim uglerodom (Hepatoprotective properties of isoflavonoids from roots of *Maackia amurensis* on experimental carbon tetrachloride-induced hepatic damage) // Eksp. i klin. farmakol. (Exp. Clin. Pharm.) 2014. N. 2. P. 26–30 (in Russian with English abstract)].
- Недолужко В. А. Конспект дендрофлоры российского Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1995. 208 с. [Nedoluzhko V. A. Konspekt dendroflory rossiyskogo Dal'nego Vostoka (Abstract of dendroflora of the Russian Far East). Vladivostok: Dal'nauka, 1995. 208 p. (in Russian)].
- Николаева М. Г., Разумова М. В., Гладкова В. Н. Справочник по проращиванию покоящихся семян. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1985. 348 с. [Nikolaeva M. G., Razumova M. V., Gladkova V. N. Spravochnik po prorashchivaniyu pokoyashchikhsya semyan (Guide for germination of dormant seeds). Leningrad: Nauka. Leningr. Br., 1985. 348 p. (in Russian)].
- Петропавловский Б. С., Урусов В. М., Брижатая А. А. Распределение жизненных форм дендрофлоры Дальнего Востока России в связи с теплообеспеченностью и влиянием океана // Экология. 2011а. № 2. С. 97–101 [Petropavlovskiy B. S., Urusov V. M., Brizhataya A. A. Raspredelenie zhiznennykh form dendroflory Dal'nego Vostoka Rossii v svyazi s teploobespechennost'yu i vliyaniem okeana (Distribution of life forms in the dendroflora of the Russian Far East in connection with heat supply and influence of the ocean) // Ekologiya (Rus. J. Ecol.). 2011a. N. 2. P. 97–101 (in Russian with English abstract)].
- Петропавловский Б. С., Брижатая А. А., Урусов В. М. Морфология и жизненные формы растений Дальнего Востока России в разных экологических условиях // Ботанические сады в современном мире: теоретические и прикладные исследования: мат-лы Всерос. науч. конф. с междунар. участ., посвящ. 80-летию со дня рожд. акад. Л. Н. Андреева, 5–7 июля 2011 г., Москва. М.: Тов-во науч. изд. КМК, 2011б. С. 525–528 [Petropavlovskiy B. S., Brizhataya A. A., Urusov V. M. Morfologiya i zhiznennyye formy rasteniy Dal'nego Vostoka Rossii v raznykh ekologicheskikh usloviyakh (Morphology and life forms of plants of the Russian Far East in different ecological conditions) // Botanicheskie sady v sovremennom mire: teoreticheskie i prikladnye issledovaniya: mat-ly Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchast., posvyashch. 80-letiyu so dnya rozhd. akad. L. N. Andreeva (Bot. Gardens in contemporary world:

- theoretical and applied studies. Proc. All-Rus. sci. conf. with Int. participation, dedicated to 80 years of birthday academician L. N. Andreev), 5–7 July, 2011, Moskva. Moscow: Tov-vo nauch. izd. KMK (Partnership sci. publ. KMK), 2011b. P. 525–528 (in Russian with English abstract)].
- Полещук В. А. Отношение маакии амурской к эдафическим и климатическим факторам среды // Биол. иссл. на Горнотажной станции: сб. науч. тр. Вып. 6. Владивосток: ДВО РАН, 1999. С. 123–131 [Poleshchuk V. A. Otnoshenie maakii amurskoy k edaficheskim i klimaticheskim faktoram sredy (Relation of Amur maackia to edaphic and climatic environmental factors) // Biol. issl. na Gornotazhnoy stantsii: sb. nauch. tr. Vyp. 6 (Biol. stud. at Gornotazhnaya res. st.: coll. sci. works. Iss. 6). Vladivostok: Far Eastern Br., Rus. Acad. Sci., 1999. P. 123–131 (in Russian)].
- Полещук В. А. Биоэкологические и лесоводственные свойства маакии амурской // Лесные биологически активные ресурсы: мат-лы Междунар. семинара. Хабаровск, 2001. С. 80–82 [Poleshchuk V. A. Bioekologicheskie i lesovodstvennyye svoystva maakii amurskoy (Bioecological and silvicultural properties of Amur maackia) // Lesnye biologicheski aktivnye resursy: mat-ly Mezhdunar. seminar. (Forest biologically active resources: Proc. int. workshop). Khabarovsk, 2001. P. 80–82 (in Russian with English abstract)].
- Полещук В. А. Участие маакии амурской в сложении фитоценозов Приморского края // Биологические исследования на Горнотажной станции: сб. науч. тр. Вып. 8. Владивосток: ДВО РАН, 2002. С. 238–266. [Poleshchuk V. A. Uchastie maakii amurskoy v slozhenii fitotsenozov Primorskogo kraia (Participation of Amur maackia in the composition of phytocenoses of Primorsky Krai) // Biologicheskie issledovaniya na Gornotazhnoy stantsii: sb. nauch. tr. Vyp. 8 (Biol. stud. at Gornotazhnaya res. st.: coll. sci. works. Iss. 8). Vladivostok: Far Eastern Br., Rus. Acad. Sci., 2002. P. 238–266 (in Russian)].
- Полещук В. А. Влияние макроудобрений и режимов увлажнения почвы на рост сеянцев маакии амурской // Лесоведение. 2008. № 1. С. 70–74 [Poleshchuk V. A. Vliyanie makroudobreniy i rezhimov uvlazhneniya pochvy na rost seyantsev maakii amurskoy (The influence of macro fertilizers and soil moisture regimes on the growth of seedlings of Amur maackia) // Lesovedenie (Rus. J. For. Sci.). 2008. N. 1. P. 70–74 (in Russian with English abstract)].
- Полещук В. А., Полещук Т. Н. Особенности выращивания маакии амурской (*Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.) в питомнике и лесных культурах // Биол. иссл. на Горнотажной станции: сб. науч. тр. Вып. 7. Владивосток: ДВО РАН, 2001. С. 63–70 [Poleshchuk V. A., Poleshchuk T. N. Osobennosti vyrashchivaniya maakii amurskoy (*Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.) v pitomnike i lesnykh kul'turakh (Specifics of growing Amur maackia (*Maackia amurensis* Rupr. et Maxim.) in nursery and forest crops) // Biol. issl. na Gornotazhnoy stantsii: sb. nauch. tr. Vyp. 7 (Biol. stud. at Gornotazhnaya res. st.: coll. sci. works. Iss. 7). Vladivostok: Far Eastern Br., Rus. Acad. Sci., 2001. P. 63–70 (in Russian)].
- Полещук В. А., Полещук Т. Н., Моисеенко Л. И. Распространение и биоэкологические особенности *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. на Дальнем Востоке // Вестн. КРАСГАУ. 2009. № 5. С. 55–61 [Poleshchuk V. A., Poleshchuk T. N., Moiseenko L. I. Rasprostranenie i bioekologicheskie osobennosti *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. na Dal'nem Vostoke (Distribution and bioecological features of *Maackia amurensis* Rupr. et Maxim. in the Far East) // Vestn. KrasGAU (Bull. Krasnoyarsk st. agr. univ.). 2009. N. 5. P. 55–61 (in Russian with English abstract)].
- Попцов А. В. Биология твердосемянности. М.: Наука, 1976. 157 с. [Poptsov A. V. Biologiya tverdosemyannosti (Biology of hard-seeded). Moscow: Nauka, 1976. 157 p. (in Russian)].
- Путилова Е. А., Иванис В. А., Скляр Л. Ф. Клинико-иммунологическая эффективность максара при хронических вирусных гепатитах // Фундамент. иссл. 2011a. № 9. С. 484–487 [Putilova E. A., Ivanis V. A., Sklyar L. F. Kliniko-immunologicheskaya effektivnost' maksara pri hronicheskikh virusnykh gepatitakh (Clinical and immunological effects of maksar in chronic viral hepatitis) // Fundament. issl. (Fundament. stud.). 2011a. N. 9. P. 484–487 (in Russian with English abstract)].
- Путилова Е. А., Федореев С. А., Иванис В. А., Скляр Л. Ф., Добряков Е. Ю., Кулеш Н. И., Попов А. Ф. Роль препарата максар в лечении хронических вирусных гепатитов // Дальневост. журн. инфекц. патол. 2011b. № 18. С. 34–40 [Putilova E. A., Fedoreev S. A., Ivanis V. A., Sklyar L. F., Dobryakov E. Yu., Kulesh N. I., Popov A. F. Rol' preparata maksar v lechenii khronicheskikh virusnykh gepatitov (The role of maksar in treatment of chronic viral hepatitis) // Dal'nevost. zhurn. infect. patol. (Far East J. Infect. Pathol.) 2011b. N. 18. P. 34–40 (in Russian with English abstract)].
- 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. [Svyazeva O. A. Derev'ya, kustarniki i liany parka Botanicheskogo sada Botanicheskogo instituta im. V. L. Komarova (K istorii vvedeniya v kul'turu) (Trees, shrubs and lianas of the park of the Bot. Garden of V. L. Komarov Bot. Inst. (On the history of introduction to crops). St. Petersburg: Rostok, 2005. 384 p. (in Russian)].
- Смирнова Н. Г. Рентгенографическое изучение семян лиственных древесных растений. М.: Наука, 1978. 243 с. [Smirnova N. G. Rentgenograficheskoe izuchenie semyan listvennykh drevesnykh rasteniy (X-ray study of seeds of deciduous woody plants). Moscow: Nauka, 1978. 243 p. (in Russian)].
- Справочник по лесосеменному делу / Под общ. ред. А. И. Новосельцевой. М.: Лесн. пром-сть, 1978. 336 с. [Spravochnik po lesosemennomu delu (Reference book on forest seed affair) / A. I. Novosel'tseva (Ed.). Moscow: Lesnaya prom-st' (For. industr.), 1978. 336 p. (in Russian)].
- Сосудистые растения советского Дальнего Востока / Отв. ред. С. С. Харкевич. Л.: Наука. Ленингр. отд-ние, 1989. Т. 4. С. 194–195 [Sosudistye rasteniya sovetskogo Dal'nego Vostoka (Vascular plants of the Soviet Far East) / S. S. Kharkevich (Resp. Ed.). Leningrad: Nauka. Leningr. Br., 1989. V. 4. P. 194–195 (in Russian)].
- Староверов Н. Е. Оценка посевных качеств семян растений ботанического сада Петра Великого методом микрофокусной рентгенографии // Плодоводство и

- виноградарство юга России. 2016. № 40 (4). С. 71–80 [Staroverov N. E. Otsenka posevnykh kachestv semyan rasteniy Botanicheskogo sada Petra Velikogo metodom mikrofokusnoy rentgenografii (Evaluation of seeds sowing qualities of plants in the botanic garden of Peter the Great by means of micro focus x-ray) // Plodovodstvo i vinogradarstvo yuga Rossii (Fruit growing and viticulture of the South of Russia). 2016. N. 40 (4). P. 71–80 (in Russian with English abstract)].
- Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю., Жамова К. К., Ткаченко К. Г., Фирсов Г. А. Применение метода микрофокусной рентгенографии для контроля качества плодов и семян репродуктивных диаспор // Биотехносфера. 2015. № 6 (42). С. 16–19 [Staroverov N. E., Gryaznov A. Yu., Zhatova K. K., Tkachenko K. G., Firsov G. A. Primenenie metoda mikrofokusnoy rentgenografii dlya kontrolya kachestva plodov i semyan reproduktivnykh diaspor (Application of microfocus radiography method for quality control of fruits and seeds of reproductive diaspores) // Biotekhnosfera. 2015. N. 6 (42). P. 16–19 (in Russian)].
- Тимченко Н. А., Старченко В. М., Дарман Г. Ф. Атлас деревьев, кустарников и лиан Благовещенска Амурской области: науч. справочник. Благовещенск: Дальневост. гос. агр. ун-т, 2017. 254 с. [Timchenko N. A., Starchenko V. M., Darman G. F. Atlas derev'ev, kustarnikov i lian Blagoveshchenska Amurskoy oblasti: nauch. Spravochnik (Atlas of trees, shrubs and lianas of Blagoveshchensk Amur Oblast: sci. ref. book). Blagoveshchensk: Dal'nevost. gos. agr. un-t (Far East st. agr. univ.), 2017. 254 p. (in Russian)].
- Тимченко Н. А., Щербак О. Н., Бобенко В. Ф., Павлова Л. М. Дендрофлора в озеленении города Тынды // Экология города: мат-лы 2-й рег. науч.-практ. конф. городских учреждений и предприятий Амурской обл., 28 марта 2018 г., Благовещенск. Благовещенск: Дальневост. гос. агр. ун-т, 2018. С. 100–109 [Timchenko N. A., Shcherbakova O. N., Bobenko V. F., Pavlova L. M. Dendroflora v ozelenenii goroda Tynda (Dendroflora in greening of Tynda city) // Ekologiya goroda: mat-ly 2-y reg. nauch.-prakt. konf. gorodskikh uchrezhdeniy i predpriyatiy Amurskoy obl. (City environ.: proc. 2nd reg. sci.-pract. conf. city inst. and enterpr. Amur Oblast), 28 March, 2018, Blagoveshchensk. Blagoveshchensk: Dal'nevost. gos. agr. un-t (Far East st. agr. univ.), 2018. P. 100–109 (in Russian)].
- Ткаченко К. Г. Разнокачественность семян и ее роль в ритмах развития растений // Биологическое разнообразие. Интродукция растений: мат-лы Третьей Междунар. науч. конф., 23–25 сент., 2003 г., Санкт-Петербург. Санкт-Петербург: Открытый мир, 2003. С. 359–361 [Tkachenko K. G. Raznokachestvennost' semyan i ee rol' v ritmah razvitiya rasteniy (Variety of seeds and its role in the rhythms of plant development) // Biologicheskoe raznoobrazie. Introduktsiya rasteniy: mat-ly Tret'ej Mezhdunar. nauch. konf. (Biological diversity. Introduction of plants. Proc. 3rd Int. sci. conf.), 23–25 Sept., 2003, Sankt-Petersburg. St. Petersburg: Otkryty mir (Open world), 2003. P. 359–361 (in Russian with English abstract)].
- Ткаченко К. Г. Гетеродиаспория как стратегия жизни и ритмов развития нового поколения // IX Всерос. популяционный семинар «Особь и популяция – стратегия жизни», 2–6 окт. 2006 г., Респ. Башкортостан, г. Уфа). Ч. 1. Уфа, 2006. С. 237–242 [Tkachenko K. G. Geterodiasporiya kak strategiya zhizni i ritmov razvitiya novogo pokoleniya (Heterodiasporia as a strategy of life and rhythms of development of a new generation) // IX Vseros. populyatsionny sem. «Osoby i populyatsiya – strategiya zhizni» (IX All-Rus. Populat. Sem. «Individuals and population – strategy of life»), 2–6 Oct., 2006, Resp. Bashkortostan, Ufa. Part. 1. Ufa, 2006. P. 237–242 (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 // Бюл. Бот. сада-ин-та ДВО РАН. 2015. N. 13. С. 41–48 [Tkachenko K. G., Kapelyan A. I., Gryaznov A. Yu., Staroverov N. Ye. Kachestvo reproduktivnykh diaspor *Rosa rugosa* Thunb., introdutsirovannykh v botanicheskom sadu Petra Velikogo (Quality of reproductive diaspores *Rosa rugosa* Thunb., which introduced into Peter the Great botanical garden) // Bull. Bot. Garden-Inst.. Far East Br., Rus. Acad. Sci. 2015. N. 13. P. 41–48 (in Russian with English abstract)].
- Ткаченко К. Г., Староверов Н. Е., Грязнов А. Ю. Рентгенографическое изучение качества плодов и семян // Hortus bot. 2018. T. 13. С. 4–19 [Tkachenko K. G., Staroverov N. E., Gryaznov A. Yu. Rentgenograficheskoe izuchenie kachestva plodov i semyan (X-ray quality control of fruits and seeds) // Hortus bot. 2018. V. 13. P. 4–19 (in Russian with English abstract)].
- Федореев С. А., Кулеш Н. И., Глебко Л. И., Покушалова Т. В., Веселова М. В., Саратиков А. С., Венгеровский А. И., Чучалин В. С. Препарат максар из дальневосточного растения маакки амурской // Хим.-фарм. журн. 2004. T. 38. № 11. С. 22–26 [Fedoreev S. A., Kulesh N. I., Glebko L. I., Pokushalova T. V., Veselova M. V., Saratikov A. S., Vengerovskiy A. I., Chuchalin V. S. Preparat maksar iz dal'nevostochnogo rasteniya maakii amurskoy (The drug maksar from the Far Eastern plant Amur maackia) // Him.-farm. zhurn. (Chem.-Pharm. J.). 2004. V. 38. N. 11. P. 22–26 (in Russian)].
- Федореев С. А., Веселова М. В., Кулеш Н. И., Тарбеева Д. В., Кудинов А. В., Зверев Я. Ф. Разработка лекарственных средств на основе полифенолов из дальневосточного растения маакки амурской // Здоровье. Мед. экол. Наука. 2018. № 1 (73). С. 35–39 [Fedoreev S. A., Veselova M. V., Kulesh N. I., Tarbeeva D. V., Kudinov A. V., Zverev Ya. F. Razrabotka lekarstvennykh sredstv na osnove polifenolov iz dal'nevostochnogo rasteniya maakii amurskoy (Medicines based on the Far Eastern plant maackia amurensis polyphenols) // Zdorov'e. Medicinskaya ekologiya. Nauka (Health. Med. Ecol. Sci.). 2018. N. 1 (73). P. 35–39 (in Russian with English abstract)].
- Фирсова М. К. Методы исследования и оценки качества семян. М.: Гос. изд-во сельхозлитературы, 1955. 376 с. [Firsova M. K. Metody issledovaniya i otsenki kachestva semyan (Methods of study and determination of seed quality). Moscow: Gos. izd-vo sel'khozliteratury (St. publ. house agr. lit.), 1955. 376 p. (in Russian)].
- Фирсова М. К. Методы определения качества семян. М.: Сельхозлитература, 1959. 350 с. [Firsova M. K. Metody opredeleniya kachestva semyan (Methods of determination seed quality). Moscow: Sel'khozliteratura (Agr. lit.), 1959. 350 p. (in Russian)].

- Хлебова Л. П., Арзуманян А. А. Оценка возможности сокращения периода покоя семян зерновых культур в регулируемых условиях выращивания // *Acta Biol. Sib.* 2015. № 1–2. С. 22–37 [Khlebova L. P., Arzumanyan A. A. Otsenka vozmozhnosti sokrashcheniya perioda pokoya semyan zernovykh kul'tur v reguliruemykh usloviyakh vyrashchivaniya (Studying the possibility of reducing the period of seed dormancy in crops under controlled growth conditions) // *Acta Biol. Sib.* 2015. N. 1–2. P. 22–37 (in Russian with English abstract)].
- Barba-Espín G., Díaz-Vivancos P., Clemente-Moreno M. J., Faize M., Albacete A., Pérez-Alfocea F., Hernández J. A. Hydrogen peroxide as an inducer of seed germination: its effects on antioxidative metabolism and plant hormone contents in pea seedlings // *Acta Horticult.* 2011. N. 898. P. 229–236.
- Barba-Espín G., Hernández J. A., Diaz-Vivancos P. Role of H₂O₂ in pea seed germination // *Plant Signal. Behavior.* 2012. V. 7. N. 2. P. 193–195.
- Franklin A. Gondim, Enéas Gomes-Filho, Claudivan F. Lacerda, José Tarquinio Prisco, André D. Azevedo Neto and Elton C. Marques. Pretreatment with H₂O₂ in maize seeds: effects on germination and seedling acclimation to salt stress // *Braz. J. Plant Physiol.* 2010. V. 22. N. 2. P. 103–112.
- Honma M., Shibuya T., Fujii M., Inuma S., Saito N., Kishibe M., Ishida-Yamamoto A. *Maackia amurensis* seed lectin can suppress IL-22-induced hyperproliferative reconstituted epidermis // *J. Dermat. Sci.* 2017. V. 86. N. 2. e46.
- Kim D. H., Han S. H. Direct effects on seed germination of 17 tree species under elevated temperature and CO₂ conditions // *Open Life Sci.* 2018. V. 13. N. 1. P. 137–148.
- Kulesh N. I., Denisenko V. A. Polyphenols from *Maackia amurensis* root bark // *Chem. Nat. Compounds.* 2003. V. 39. N. 6. P. 599–600.
- Molchanova A. I., Sokolova L. I., Gorovoi P. G. Quinolizidine alkaloids from *Maackia amurensis* runners // *Chem. Nat. Compounds.* 2006. V. 42. N. 6. P. 745–746.
- Pai J. G. B., Graves W. R. Seed source affects seedling development and nitrogen fixation of *Maackia amurensis* // *J. Environ. Horticult.* 1995. V. 13. N. 3. P. 142–146.
- Petropavlovskii B. S., Urusov V. M., Brizhataya A. A. Distribution of life forms in the dendroflora of the Russian Far East in connection with heat supply and influence of the ocean // *Rus. J. Ecol.* 2011. V. 42. Iss. 2. P. 98–102 (Original Rus. Text © B. S. Petropavlovskii, V. M. Urusov, A. A. Brizhataya, 2011, publ. in *Ekologiya*. 2011. N. 2. P. 97–101).
- Wang Y. H., Li J. S., Jiang Z. R., Kubo H., Higashiyama K., Ohmiya S. Lupin alkaloids from Chinese *Maackia amurensis* // *Chem. Pharm. Bull.* 2000. V. 48. N. 5. P. 641–645.
- Wojtyła Ł., Lechowska K., Kubala S., Garneczarska M. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination // *Front. Plant Sci.* 2016. N. 7.
- Xiong Li, Jianfang Li, Dong Wang, Weining Wang, Zheng Cui. Chromone and flavonoids from *Maackia amurensis* // *Asian J. Tradit. Med.* 2009. V. 4. N. 3. P. 98–103.

QUALITY OF *Maackia amurensis* Rupr. (Leguminosae) SEEDS AND CONDITIONS OF PRESOWING PREPARATION

K. G. Tkachenko¹, N. A. Timchenko², O. N. Shcherbakova², V. F. Bobenko²,
N. E. Staroverov³, A. Yu. Gryaznov³, E. D. Kholopova³

¹ Komarov Botanical Institute, Russian Academy of Sciences
Professor Popov str., 2, St. Petersburg, 197376 Russian Federation

² Far Eastern State Agrarian University
Lenin str., 180, Blagoveshchensk, 675006 Russian Federation

³ St. Petersburg State Electrotechnical University Named after V. I. Ulyanov
Professor Popov str., 5, St. Petersburg, 197376 Russian Federation

E-mail: ktkachenko@binran.ru, timchenko-nat@mail.ru, olesya-2512@mail.ru, victor_bobenko@mail.ru, nik0205st@mail.ru, ay-gryaznov@yandex.ru, wkholopova@gmail.com

Amur maackia *Maackia amurensis* Rupr. (Leguminosae) is a valuable, relict and rare plant in the flora of Russian Far East, which has now acquired importance as a promising medicinal plant, based on which raw materials they develop new highly effective drugs, while it rarely used in urban greening. It belongs to shade-tolerant rocks, it is of little demanding to soil fertility, because of the superficial root system, and single-standing trees do not withstand wind loads. In connection with the increasing loads on the natural resources of this species when harvesting plant materials, there is a problem of developing the basics of laying the plantations and growing (cultivating) in nurseries or specialized farms. Amur maackia in places of natural growth multiplies mainly by seed, although it also forms root growth. However, in nature, it does not always form seeds, which makes it difficult to reproduce. Evaluation of the quality of seeds and methods of their germination is relevant for the development of reproduction methods and the laying of plantations, in order to create a resource base of a valuable resource type. Modern methods of microfocus radiography of reproductive diaspores allow to quickly determining the quality of seed. Amur maackia seeds remain viable for a long time (up to 3–5 years). Seeds for laying nurseries should be collected in places of natural growth, pre-selecting the largest, well-made, removing small and defective ones from the collected lots. With an increase in the shelf life of seeds for germination, various methods should be applied: scalding with hot water, treatment with concentrated acid, or soaking in a 3 % solution of hydrogen peroxide; for production purposes, it is best to carry out under the winter sowing.

Keywords: Amur maackia, quality and storage seeds, germination, stimulants, radiography, Russian Far East.

How to cite: Tkachenko K. G., Timchenko N. A., Shcherbakova O. N., Bobenko V. F., Staroverov N. E., Gryaznov A. Yu., Kholopova E. D. Quality of *Maackia amurensis* Rupr. (Leguminosae) seeds and conditions of presowing preparation // *Sibirskij Lesnoj Zhurnal* (Sib. J. F. Sci.). 2020. N 1. P. 47–57 (in Russian with English abstract and references).