

ИНТРОДУКЦИЯ РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

ИТОГИ ПЕРВИЧНОЙ ИНТРОДУКЦИИ ВИДОВ РОДА *JUGLANS* (JUGLANDACEAE) В СРЕДНЕМ ПРЕДУРАЛЬЕ

© 2020 г. Н. М. Кузьмина¹, *, А. В. Федоров¹

¹Федеральное государственное бюджетное учреждение науки “Удмуртский федеральный исследовательский центр Уральского отделения Российской академии наук”, Отдел интродукции и акклиматизации растений, г. Ижевск, Россия

*e-mail: kuzmina1956@mail.ru

Поступила в редакцию 19.03.2020 г.

После доработки 08.05.2020 г.

Принята к публикации 10.06.2020 г.

В работе представлен анализ биологических особенностей сеянцев в культурах рода *Juglans* L. при первичных интродукционных испытаниях в Среднем Предуралье для отбора лучших перспективных форм. Семенной материал орехоплодных культур получен из Ботанического сада Самарского ГУ. Определена оценка степени повреждения от мороза орехоплодных культур (2013–2019 гг.) *Juglans nigra* L., *Juglans cinerea* L., *Juglans mandshurica* Maxim., *Juglans regia* L. Хорошие показатели прироста по высоте и диаметру выявлены у растений, которые в меньшей степени подвергались обмерзанию в зимний период. Первое цветение *J. regia* было отмечено в 2016 г., плодов не завязалось. Обильное цветение *J. regia* образцов № 2, 3 отмечено в 2019 г. Получено 20 плодов. Вес самого крупного ореха составил 10.23 г. Средний вес плодов составил 7.06 г. Это ниже среднего показателя качества веса ореха для рынка неочищенных орехов. Полученный коэффициент изменчивости по массе ($C = 20\%$) свидетельствует о возможностях селекционного улучшения. Для дальнейшего исследования на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений (г. Ижевск) отобраны: 2 образца *J. regia* скороплодной формы и 8 растений рода *Juglans* из 13 произрастающих на территории санатория “Металлург” (г. Ижевск), которые набрали наименьшее количество баллов поражения от мороза в сумме за 6 лет (6–8 баллов). По итогам первичной интродукции отмечены положительные результаты, что доказывает перспективность орехоплодных культур рода *Juglans* для озеленения садов и парков городов Среднего Предуралья.

Ключевые слова: род *Juglans*, биометрическая характеристика, морфология плодов, морозоустойчивость, первичная интродукция

DOI: 10.31857/S0033994620030048

Орехоплодные виды растений имеют пищевое, лечебное, декоративное и лесохозяйственное значение. Виды рода *Juglans* L. представляют собой крупные листопадные деревья. Листья сложные, непарноперистые. Растения однодомные, но с раздельнополыми цветками. Пестичные цветки расположены на концах однолетних приростов, а тычиночные в виде пазушных сережек – в середине прироста. Опыление перекрестное, при помощи ветра.

Одним из важных качеств *Juglans regia* L. является морозоустойчивость. Сорта, выдерживающие морозы до -38°C выведены в США, Германии, Белоруссии, Нидерландах [1]. При возврате весенних заморозков, важным качеством является апомиксис. Закладка плодов происходит в отсутствии опыления или оплодотворения. Данный признак имеется у некоторых форм *J. regia* из Центральной и Восточной Европы, Китая [2–4].

В странах-производителях товарных плодов *J. regia* ведется селекция на скороплодность [5]. По данным иранских ученых, у скороплодной формы *J. regia* плодоношение происходит на второй год вегетации [6]. В конце XX в. стали активно внедряться сады интенсивного типа. Карликовые и полукарликовые формы *J. regia* встречаются в Средней Азии [1, 7]. Такие формы также характеризуются повышенной способностью к укоренению вертикальными отводками [8]. Продвижением орехоплодных культур на север в нашей стране на научной основе начал заниматься еще И.В. Мичурин. Благодаря усилиям его последователей сейчас *J. regia* и другие орехоплодные виды, а также межвидовые гибриды, культивируют вплоть до Москвы и Санкт-Петербурга. [9–14].

Деревья рода *Juglans* имеют высокую декоративность, они пригодны для создания ландшафтных композиций. Стволы и крупные скелетные

ветви отличаются эффектной, художественной фактурой, летом крону украшают очень крупные, длиной до 1 м, сложные листья [15, 16]. Кроме того, виды рода *Juglans* отличаются способностью эффективно очищать воздух от загазованности и запыленности, обладают хорошо выраженными антимикробными свойствами [15]. Плоды видов рода *Juglans* представляют особую пищевую и диетическую ценность, в их состав входит большое количество органических и минеральных веществ [16], они могут являться источником лекарственного сырья [17, 18].

Благодаря приведенным выше качествам, представители рода *Juglans* могут быть перспективными объектами в зеленом строительстве, в лесном хозяйстве и садоводстве Среднего Предуралья. Ограничительным фактором продвижения теплолюбивых культур на север является возврат поздних весенних заморозков. Особенно опасны провокационные продолжительные потепления (апрель–май), которые стимулируют набухание и даже раскрытие почек, что резко снижает их морозостойкость. Даже небольшие по силе возвратные весенние заморозки в этот период могут вызывать частичную или полную гибель урожая [19]. На фоне глобального потепления климата в последние годы интенсивность таких похолоданий снизилась.

Примером успешной интродукции рода *Juglans* на территории Удмуртии является *J. mandshurica*. Инициатором интродукции *J. mandshurica* в Среднем Предуралье является первый заведующий кафедрой плодоводства и овощеводства Ижевской ГСХА М.Г. Концевой, который считал, что *J. mandshurica* является единственным представителем рода, имеющим шансы на успешную культуру в любительском садоводстве и озеленении в регионе [20]. Одни из первых растений *J. mandshurica* в Удмуртской Республике были посажены на территории усадьбы Нагорного лесничества в 1952 г. Они перенесли суровые зимы 1968–1969 и 1978–1979 гг. В городе Ижевске первые растения были высажены в 80-е гг. на территории Республиканской детской эколого-биологической станции и ректором В.В. Фокиным в сквере Ижевской ГСХА, которые в настоящее время успешно произрастают и регулярно плодоносят. Однако плоды имеют очень низкий выход ядра, поэтому *J. mandshurica* представляет больший интерес для озеленения, чем как орехоплодная культура. В последнее время среди представителей рода *Juglans* получено большое количество сортов и форм с повышенной морозо- и зимостойкостью, имеющих высокую скороплодность [21–23]. При этом, в связи с повышением средних температур, в особенности в зимний период, условия перезимовки для многолетних древесных культур стали более комфортными. Поэтому интродукция видов рода *Juglans* в Среднем

Предуралье на сегодняшний день является актуальной.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследований являлись представители рода *Juglans*: *J. regia*, *J. cinerea*, *J. nigra* и *J. mandshurica* при интродукции в условиях Среднего Предуралья — в городе Ижевске и Каракулинском административном районе Удмуртской Республики.

Город Ижевск, являющийся столицей Удмуртии, расположен в Среднем Предуралье. Климат Ижевска (Центральный агроклиматический район Удмуртской Республики) — умеренно-континентальный с продолжительной многоснежной зимой, теплым летом и хорошо выраженными переходными сезонами (весной и осенью). Зима начинается в конце ноября и длится до начала марта. В течение года в среднем насчитывается 162 дня с отрицательными температурами и 203 с положительными. В Ижевске в течение всего года господствует континентальный воздух умеренных широт. Преобладают юго-западные ветры слабой и средней силы. Средняя годовая температура воздуха в Ижевске +2.4 °С. Самым холодным месяцем в году является январь. Абсолютный минимум отмечен 31 декабря 1978 г., когда температура воздуха опустилась до –47.5 °С. Иногда наблюдаются резкие изменения погоды, среднесуточные колебания температуры могут достигать 10 °С. Ижевск находится в зоне достаточного увлажнения. Годовое количество осадков в среднем составляет 508 мм. За лето выпадает 175 мм осадков, чаще они связаны с прохождением циклонов. До недавнего времени в Среднем Предуралье явление возврата поздних весенних заморозков разной интенсивности происходило каждый год. Это являлось ограничительным фактором продвижения теплолюбивых культур. На фоне глобального потепления в последние годы интенсивность возвратных весенних заморозков снизилась [24, 25].

В 2011 г. в Удмуртском научном центре Уральского отделения Российской академии наук, который в 2017 г. был реорганизован в Удмуртский федеральный исследовательский центр (УдмФИЦ УрО РАН), сотрудниками Отдела интродукции и акклиматизации растений (ОИАР) был начат сбор материала для закладки коллекции орехоплодных растений семейства Juglandaceae. Семенной материал орехоплодных культур весной 2011 г. был получен из Ботанического сада Самарского ГУ. Посевной материал *J. regia* скороплодной формы, согласно информации сотрудников Ботанического сада Самарского ГУ, был получен из ЦРБС г. Киева (1987 г.), *J. cinerea* — из Гос. Питомника № 4 в 1951 г., *J. nigra* — из Бельгии в 1971 г. Происхождение посевного материала *J. mandshurica* неизвестно.

Посев стратифицированными семенами *J. regia* на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН был произведен в начале мая 2011 г., остальные орехоплодные культуры посеяны осенью 2011 г. В связи с высокими декоративными качествами видов рода *Juglans* и их перспективностью для использования в зеленом строительстве, на второй год осенью 18 сеянцев были высажены на территорию парка санатория “Металлург” (г. Ижевск): *J. nigra* (5 шт.), *J. cinerea* (7 шт.), *J. mandshurica* (5 шт.), *J. regia* (1 шт.). После пересадки погибло 5 саженцев: *J. nigra* (1 шт.), *J. cinerea* (1 шт.), *J. mandshurica* (3 шт.). Сеянцы *J. regia* (4 шт.) были высажены на территории УдмФИЦ УрО РАН для дальнейших исследований.

Ежегодно проводились метеорологические, фенологические наблюдения и учет показателей роста и развития растений. В ходе исследований были проанализированы морфологические признаки полученных плодов (масса плода, поперечный диаметр плода). Линейные размеры измеряли при помощи штангенциркуля, образцы взвешивали на лабораторных весах.

Морозостойкость определялась по “Программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур” [19]. Давалась оценка общей степени подмерзания в баллах:

0 — нет признаков подмерзания;

1 — очень слабое подмерзание: древесина желтоватая, небольшие поверхностные ожоги коры на штамбе и скелетных ветвях, подмерзание концов однолетнего прироста, вымерзание части плодушек (до 10%); дерево не снизило роста, хорошо облиствено;

2 — слабое подмерзание: древесина светло-коричневая, слабые поверхностные ожоги или небольшие по площади, но глубокие повреждения коры, подмерзание и усыхание однолетних приростов и выпадение мелких веток; гибель плодушек (до 25%); прирост ослаблен, листья нормальные;

3 — значительное подмерзание: древесина бурая или коричневая, ожоги средней степени, значительно повреждена кора с ее омертвлением до древесины; погибла значительная часть полускелетных и скелетных ветвей; гибель значительной части плодушек (до 50%); приросты слабые, листья мелкие;

4 — очень сильное подмерзание: древесина темно-коричневая; сильные ожоги коры с глубоким повреждением на больших участках (более 50% окружности); вымерзла большая часть кроны, сохранился только штамб и основания скелетных ветвей выше снежного покрова, регенерация слабая;

5 — дерево вымерзло полностью или до линии снежного покрова.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

При посеве орехоплодных культур самая высокая всхожесть — 35.4% наблюдалась у *J. cinerea* и *J. regia* — 31.4%, ниже она была у *J. nigra* — 22.9%, а самая низкая всхожесть — 10% была отмечена у *J. mandshurica* [26].

Общая степень подмерзания наиболее важный показатель оценки сортов по зимостойкости. Он складывается из следующих показателей: подмерзание древесины, коры на штамбе и скелетных ветвях, подмерзание или гибель ветвей. При этом принимается во внимание общее состояние дерева [19, 27]. С 2015 по 2018 гг. проводилась оценка степени поражения от мороза в баллах у каждого саженца орехоплодных культур, высаженных в г. Ижевске. В табл. 1 представлена полученная сумма баллов за 6 лет.

По представленным данным видно, что в 2015 г. наблюдалось обморожение до уровня почвы у 5 саженцев: *J. cinerea* (3 экз.), *J. nigra* (1 экз.), *J. regia*. В июле месяце у этих саженцев появились новые побеги. Остальные деревья в культурах развивались нормально. В 2016 г. гибели растений не наблюдалось. Обмерзание до уровня почвы произошло у двух саженцев: *J. nigra* и *J. regia*. В 2017 г. гибели растений отмечено не было, обмерзание до уровня почвы наблюдалось только у *J. regia* и у *J. nigra* (по 1 экз.). В 2018 г. также произошло обмерзание до уровня почвы у *J. regia* и у *J. nigra* (образец № 1). В начале июля у этих саженцев появились новые побеги. На сегодняшний день, в качестве перспективных, можно отметить 8 из 13 растений, произрастающих на территории санатория “Металлург”, получивших в сумме наименьшее количество баллов поражения (6–8 баллов): два образца *J. mandshurica* — № 1 и № 3, два образца *J. cinerea* — № 2 и № 3, три образца *J. nigra* — № 2, № 4 и № 5. Было отмечено, что меньше всего подвергались обмерзанию в зимний период те растения, которые имели хорошие показатели роста и развития (табл. 2). У образцов №№ 1, 5 и 6 *J. cinerea* общий прирост в высоту за все годы составил более 100 см, но прирост по диаметру был менее 2 см, так как верхняя часть побегов в 2015 г. подверглась обморожению. В конце июля от нижних почек развились новые побеги. У *J. regia* каждый год наблюдалось обморожение верхней части побега, но в июле появлялся новый побег из нижней почки.

На территории ОИАР УдмФИЦ УрО РАН в г. Ижевске все четыре саженца *J. regia* скороплодной формы в 2015 г. перезимовали хорошо, повреждений побегов и почек не отмечалось. В 2016 г. у саженца № 4 наблюдалось обмерзание верхней части побега. Новый побег сформировался из нижней почки в начале июля, но из-за недостаточной длительности периода вегетации не смог подготовиться к зиме и вновь подвергся обмерзанию. У всех остальных саженцев наблюдалось

Таблица 1. Оценка подмерзания саженцев видов рода *Juglans*, высаженных на территории санатория “Металлург”, 2015–2018 гг.**Table 1.** Frost damage rate of the seedlings of genus *Juglans* at Metallurg health resort, 2015–2018

Годы исследования Year of observation	Виды Species													
	<i>Juglans nigra</i>				<i>Juglans cinerea</i>						<i>Juglans mandshurica</i>	<i>Juglans regia</i>		
	Образцы Model samples													
	1	2	4	5	1	2	3	4	5	6	1	3	1	
	Общая степень подмерзания, баллы Assessment of the frost damage rate, score													
	2015	4	2	3	2	4	1	2	4	3	4	2	2	4
	2016	4	2	2	1	3	2	1	2	3	3	1	2	4
	2017	4	1	1	2	1	2	2	2	3	1	2	1	4
	2018	4	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	2	4
Всего баллов Total score	16	7	8	7	9	6	6	9	10	9	6	7	16	

Таблица 2. Суммарный прирост (с 2014 по 2018 гг.) по высоте и диаметру основания стебля саженцев видов рода *Juglans* на территории санатория “Металлург”**Table 2.** Total gain (2014–2018) of the stem basal diameter and height increment of the seedlings of genus *Juglans* at Metallurg health resort, studies of 2014–2018

Показатели прироста Increment indicators	Виды Species												
	<i>Juglans nigra</i>				<i>Juglans cinerea</i>						<i>Juglans mandshurica</i>	<i>Juglans regia</i>	
	Образцы Model samples												
	1	2	4	5	1	2	3	4	5	6	1	3	1
	Прирост, см Increment, cm												
Высота Height	34	120	111	126	126.5	111	197	100	115	109	137	164	—5
Диаметр Diameter	0.3	2.0	2.2	2.3	1.7	2.3	3.8	2.0	1.4	1.9	2.5	3.0	0

подмерзание верхней части побегов (5–10 см). В 2017 г. образец № 4 *J. regia* снова подмерз, но дал новый побег. В 2018 г. отмечено подмерзание верхней части некоторых ветвей (не более 5 см) у образцов №№ 1–3. В 2019 г. два образца (№№ 1, 2) *J. regia* перезимовали хорошо. У образца № 3 отмечено подмерзание верхней части некоторых ветвей (не более 5 см), у образца № 4 снова наблюдалось подмерзание верхней части побегов.

Согласно величине суммарного балла степени подмерзания (табл. 3) с 2014 по 2019 гг. можно отметить хорошую морозостойкость у трех образцов (№№ 1, 2 и 3) *J. regia* скороплодной формы. Образец № 4 с 2016 по 2019 гг. подмерзал до уровня

почвы, но давал новые побеги в конце июня. По метеорологическим данным за период наблюдений температура воздуха в зимний период опускалась до –34 °С (2015, 2016 гг.) [25]. Самый большой прирост по высоте (66 см) и диаметру (2 см) за 5 лет после пересадки наблюдался у образца № 2 скороплодной формы *J. regia*.

Первое цветение у *J. regia* на территории УдмФИЦ УрО РАН ОИАР было отмечено в 2016 г., плоды не завязались. В 2017 г. у образца № 2 *J. regia* завязалось три плода. До стадии созревания дошел только один плод, который был снят 20 октября. Обильное цветение у образцов №№ 2 и 3 отмечено в 2019 г. Женские цветковые почки у



Рис. 1. Плоды *Juglans regia* формы № 2, 2019 г., Отдел интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН, Ижевск, 2019 г.

Fig. 1. Fruits of *Juglans regia* form No. 2, 2019, Department of Plant Introduction and Acclimatization, Udm-FRC Ural Branch of RAS, Izhevsk, 2019.

образца № 2 на всех верхушечных побегах перезимовали хорошо. Начало цветения отмечено 27 мая, мужские цветки к этому времени у данного образца уже отцвели и отпали. Цветение мужских цветков у образца № 3 еще продолжалось. Было проведено искусственное опыление женских цветков образца № 2 *J. regia* пыльцой образца № 3. Завязалось 20 плодов, которые все дошли до стадии созревания и были сняты 7 октября (рис. 1, 2).

Высокое качество орехов и ядра является важнейшим качеством сорта. Морфометрические параметры плодов *J. regia* представлены в табл. 4. Плоды *J. regia* весом 12–14 г считаются крупными,



Рис. 2. Полученный урожай *Juglans regia* формы № 2 на 8 год после посева в Отделе интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН, Ижевск, 2019 г.

Fig. 2. Nut yield of *Juglans regia* No. 2 in the eighth year after sowing at Department of Plant Introduction and Acclimatization, UdmFRC Ural Branch of RAS, Izhevsk 2019.

9–11 г – средними [28]. При определении признаков 1000 плодов местных форм *J. regia* в Центральном Черноземье (Воронежская область) средняя масса плода составила 9.05 г [12]. Самый крупный орех из полученного урожая *J. regia* в условиях Среднего Предуралья (образец № 2) весил 10.23 г. К среднему размеру отнесено 4 (20%) из 20 плодов. Средний вес плодов составил 7.06 г. Коэффициент изменчивости по массе ($C = 20.1\%$) свидетельствует о наличии возможностей селекционного улучшения. Качество орехов с возрастом

Таблица 3. Оценка подмерзания саженцев *Juglans regia*, высаженных на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений (2014–2019 гг.)

Table 3. Frost damage rate of the seedlings of *Juglans regia* at the Department of Plant Introduction and Acclimatization (2014–2019)

Годы исследования Year of observation	Образцы Model samples			
	1	2	3	4
	Общая степень подмерзания, баллы Total degree of freezing, points			
2014	1	1	1	1
2015	1	1	1	1
2016	2	2	2	4
2017	1	1	2	4
2018	1	1	1	4
2019	0	0	1	4
Всего баллов Total score	6	6	8	18

Таблица 4. Морфометрические показатели плодов скороплодной формы *Juglans regia* (образец № 2) на восьмой год после посева, 2019 г.**Table 4.** Morphometric indicators of fruit of *Juglans regia* early-fruited form (sample No. 2) for the eighth year after sowing, 2019

Плоды The fruits	Морфологические показатели плодов Fruit morphological indicators		
	вес, г weight, g	высота, см height, cm	средний диаметр, см average diameter, cm
1	7.91	2.71	2.56
2	8.12	2.81	2.53
3	5.7	2.43	2.16
4	6.59	2.71	2.48
5	6.46	2.51	2.35
6	6.29	2.55	2.27
7	6.58	2.51	2.55
8	6.96	2.75	2.34
9	7.52	2.61	2.47
10	10.23	2.94	2.68
11	7.81	2.82	2.45
12	6.0	2.58	2.26
13	5.65	2.42	2.13
14	5.4	2.43	2.16
15	9.58	3.23	2.62
16	7.16	2.63	2.41
17	8.71	2.78	2.59
18	5.08	2.36	2.03
19	5.24	2.15	2.11
20	6.69	2.74	2.35
Средняя величина Average value	7.06 ± 0.33	2.63 ± 0.05	2.39 ± 0.04
С, %	20.1	8.56	8.25

Примечание. С, % – коэффициент изменчивости.

Note. С, % – coefficient of variability.

изменяется, поэтому необходимо продолжить исследование.

Растения *J. regia* высаженные в Южном агро-климатическом районе УР (Каракулинский р-н, д. Нырғында) в 2011 г. обладают мощным ростом, прирост побегов в высоту составляет до 50 см. Однако отмечается ежегодное сильное повреждение морозами, подмерзание однолетних ветвей происходит на ½ длины. За период наблюдений в зимний период температура воздуха опускалась до –35 °С. Первое плодоношение отмечено в 2018 г., завязалось два плода с фертильными семенами, которые в 2019 г. при проращивании дали низкорослые растения высотой до 15 см. В 2019 г. отмечалось цветение растений, но плодоношение отсутствовало.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

По результатам первичной интродукции орехоплодных культур рода *Juglans* в качестве будущих

маточников для селекционных работ в Среднем Предуралье выделены 2 образца *J. regia*, произрастающих на территории УдмФИЦ УрО РАН ОИАР (г. Ижевск). Образцы имеют наименьшую сумму баллов (6) поражения от мороза за 6 лет, хорошее развитие, регулярное с момента вступления в генеративную стадию развития цветение и плодоношение. Самый крупный орех весил 10.23 г. Средний вес полученных плодов у *J. regia* образца № 2 составил 7.06 г. Из 20 полученных плодов 20% имело средний размер. Это ниже среднего показателя веса ореха для рынка неочищенных орехов [28], но установленный коэффициент изменчивости по массе (С = 20%) свидетельствует о возможностях селекционного улучшения.

На территории санатория Metallurg (г. Ижевск) наименьшая сумма баллов (6–8) повреждения от мороза за 4 года наблюдений (2015–2018 гг.) выявлена у 8 образцов из 13: *J. mandshurica* (образцы №№ 1, 3), *J. cinerea* (образцы №№ 2, 3, 4) и *J. nigra* (образцы №№ 2, 4, 5).

Пока преждевременно говорить о рентабельности создания промышленных плантаций деревьев рода *Juglans* в Среднем Предуралье. Но они с успехом могут выращиваться в любительском плодоводстве. В целом, орехоплодные культуры

могут являться перспективными видами для озеленения садов и парков городов Среднего Предуралья и сопредельных регионов. Необходима селекционная работа, в том числе методами гибридизации и массового отбора выделяемых форм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Germain E. 1997. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.). — Acta Hort. 442: 21–32. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.442.2>
2. Loiko R.E. 1990. Apomixis of walnut. — Acta Hort. 284: 233–236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.284.31>
3. Solar A., Ivančič A., Štampar F., Hudina M. 2002. Genetic resources for walnut (*J. regia* L.) improvement in Slovenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. — Genet. Resour. Crop. Evol. 49(5): 491–501.
4. Cosmulescu S., Botu M., Achim G. 2012. Determination of Apomictic Fruit Set Ratio in Several Romanian Walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. — Not. Bot. Horti. Agrobi. 40(1): 229–233. <https://doi.org/10.15835/nbha4016407>
5. Mamadjanov D.K. 2006. Walnut fruit forests and diversity of walnut tree (*Juglans regia* L.) In Kyrgyzstan. — Acta Hort. 705: 173–176. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.705.20>
6. Rezaee R., Vahdati K., Valizadeh M.J. 2009. Variability of seedling vigor in Persian walnut as influenced by the vigor and bearing habit of the mother tree. — J. Hort. Sci. Biotech. 84(2): 228–232. <https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512509>
7. Breton C., Cornu D., Chriqui D., Sauvonet A., Capelli P., Germain E., Jay-Allemand C. 2004. Somatic embryogenesis micropropagation and plant regeneration of “Early Mature” walnut trees (*Juglans regia*) that flower *in vitro*. — Tree Physiol. 24(4): 425–435. <https://doi.org/10.1093/treephys/24.4.425>
8. Vahdati K., Rezaee R., Grigoorian V., Valizadeh M. 2008. Rooting ability of Persian walnut as affected by seedling vigour in response to stool layering. — J. Hort. Sci. Biotech. 83: 334–338. <https://doi.org/10.1080/14620316.2008.11512388>
9. Связева О.А. 1989. Итоги интродукции *Juglans regia* L в Ленинграде. — Растительные ресурсы. 25(2): 270–283.
10. Славский В.А., Николаев Е.А. 2009. Сравнительная характеристика орехов рода *Juglans* в Центральном Черноземье и перспективы введения их в культуру. — Лесной журнал. Известия высших учебных заведений. 6: 29–34. http://lesnoizhurnal.ru/issuesarchive/?ELEMENT_ID=645
11. Богданов А.В. 2009. Биоэкологическое обоснование применения видов рода *Juglans* L. в условиях засушливого климата. — Аграрный вестник Урала. 8(62): 80–82. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18639554>
12. Васин Е.А. 2012. Зимостойкие орехи для нечерноземья. — Настоящий хозяин. 3: 48–51.
13. Соколова В.В., Швецов А.Н. 2018. Коллекция орехоплодных растений в лаборатории природной флоры Главного Ботанического сада им. Н.В. Цицина РАН. — Достижения науки и техники АПК. 32(9): 55–59. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10913>
14. Славский В.А., Евлаков П.М. 2019. Устойчивость видов орехов рода *Juglans* к понижениям и резким перепадам температуры в Воронежской области. — Лесотехнический журнал. 2(34): 90–96. http://lestehjournal.ru/sites/default/files/journal_pdf/90-97.pdf
15. Щепотьев Ф.Л. 1985. Орехоплодные древесные породы. М. 224 с.
16. Рубцов Л.И. 1977. Деревья и кустарники в ландшафтной архитектуре. Киев. 272 с.
17. Дайронас Ж.В. 2015. Сравнительный анализ эфирного масла листьев ореха грецкого, ореха серого и ореха черного. — Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии. 7: 16–20. <https://bmrcjournal.ru/ru/bmfc-2015-07-03>
18. Васипов В.В., Вытовтов А.А. 2016. Грецкий орех (*Juglans regia* L.) — перспективный источник биологически активных веществ. — Пища, экология, качество. Труды XIII международной научно-практической конференции. Красноярск. 223–228. <http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/XIipek2016.pdf>
19. Седов Е.Н. 1995. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел. ВНИИСПК. 502 с.
20. Концевой М.Г., Ежов Л.А. 1997. Новые культуры уральского сада: (Рекомендации по изучению биологии и технологии выращивания новых садовых культур). Пермь ИПК “Звезда”. 336 с.
21. Смелянская Л.А., Колесникова Р.Д., Тагильцев Ю.Г. 2015. Перспективы плантационного выращивания и культивирования ореха маньчжурского. — Естественные и технические науки. 5(83): 29–35.
22. Славский В.А. 2018. Прогноз расширения границ площадей, пригодных для создания плантаций ореха грецкого в Воронежской области. — Лесотехнический журнал. 8(4): 129–136. https://doi.org/10.12737/article_5c1a321c2832e4.03254814

23. Славский В.А., Чернышов М.П. 2018. Комплексная оценка зимостойкости ореха грецкого в Воронежской области. — Известия Санкт-Петербургской лесотехнической академии. 224: 37–50.
<http://spbftu.ru/wp-content/uploads/2019/08/224-03.pdf>
24. Стурман В.И., Малькова И.Л., Загребина Т.А. 2002. Климат города. — В сб.: Воздушный бассейн Ижевска. Москва — Ижевск. С. 16–23.
25. Архив погоды в Ижевске. 2019. Данные метеостанции (2014–2019 гг.) Ижевск, Россия, (WMO ID)=28411.
http://gr5.ru/Архив_погоды_в_Ижевске
26. Кузьмина Н.М., Федоров А.В. 2018. Интродукция орехоплодных семейства Ореховые (Juglandaceae) в Среднем Предуралье. — В сб.: Труды XIV Съезда Русского ботанического общества и конференции “Ботаника в современном мире”. Геоботаника. Ботаническое ресурсосведение. Интродукция растений. Культурные растения. Махачкала. Т. 2. Махачкала. С. 278–280.
https://www.binran.ru/files/publications/Proceedings/Proceedings_RBO/XIV_RBO_Proceedings_T2.pdf
27. Рябушкин Ю.Б. 2014. Плодоводство, виноградарство: краткий курс лекций для аспирантов III курса. Направления подготовки 35.06.01. Саратов. 91 с. <http://read.sgau.ru/files/pages/14691/14327970101.pdf>
28. Балапанов И.М. 2014. Биологические аспекты в селекции Ореха грецкого. — Научный журнал КубГАУ. 101(07): 15 с. <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/52.pdf>

Results of the Initial Introduction of Some *Juglans* (Juglandaceae) Species to the Middle Urals

N. M. Kuzmina^{a, *}, A. V. Fedorov^a

^aFederal State Budgetary Institution of Science “Udmurt Federal Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences”, Department of Plant Introduction and Acclimatization, Izhevsk, Russia

*e-mail: kuzmina1956@mail.ru

Abstract—The paper presents data analysis of biological characteristics of the seedlings of several *Juglans* L. species during the initial introduction tests aimed to the selection of the most promising for the Middle Urals taxa. Seed material of nut crops was obtained from the Botanic garden of Samara State University. The examined nut crops (2013 to 2019): *Juglans nigra* L., *Juglans cinerea* L., *Juglans mandshurica* Maxim., *Juglans regia* L. were assessed for the frost damage. Better increment in height and diameter was observed in the most hardy plants. The first flowering of *J. regia* occurred in 2016 with no fruits set. Abundant flowering of *J. regia* samples No. 2 and No. 3, was observed in 2019. Twenty fruits were obtained. High quality of nuts and kernels is the most important property of the cultivar. For commercial inshell nuts, the weight of the nut must be 12–14 g and above, while in tested specimens it was 9–11g. In the first harvest from the early-maturing form of *J. regia* (sample No. 2), the biggest nut weighted 10.23g. Four (20%) out of twenty obtained fruits were considered medium-sized weighing on the average 7.06 g each. Specimens of *J. regia* planted in South agroclimatic region of the Udmurt Republic (Karakulinsky district, village of Nyrgynda), in 2018 gave two fruits. In 2019 these nuts germinated, resulting in short seedlings less than 15cm in height. For the further research 8 *Juglans* spp. plants out of 13 growing at Metallurg health resort (Izhevsk) were selected, based on the lowest 6-year aggregate frost damage score (6 to 8 points). 2 plants of early-maturing form of *J. regia* were selected at the plot of the Department of Plant Introduction and Acclimatization (Izhevsk). Positive results of the initial introduction suggest good prospects of some *Juglans* species for urban gardens and parks of the middle Cis-Urals.

Keywords: genus *Juglans*, biometric characteristic, morphology of fruits, assessment of frost damage rates, primary introduction

REFERENCES

1. Germain E. 1997. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.). — Acta Hort. 442: 21–32.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1997.442.2>
2. Loiko R.E. 1990. Apomixis of walnut. — Acta Hort. 284: 233–236.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.284.31>
3. Solar A., Ivančič A., Štampar F., Hudina M. 2002. Genetic resources for walnut (*J. regia* L.) improvement in Slovenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. — Genet. Resour. Crop. Evol. 49(5): 491–501.
4. Cosmulescu S., Botu M., Achim G. 2012. Determination of Apomictic Fruit Set Ratio in Several Romanian Walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. — Not. Bot. Hort. Agrobi. 40(1): 229–233.
<https://doi.org/10.15835/nbha4016407>

5. Mamadjanov D.K. 2006. Walnut fruit forests and diversity of walnut tree (*Juglans regia* L.) In Kyrgyzstan. — Acta Hort. 705: 173–176.
<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.705.20>
6. Rezaee R., Vahdati K., Valizadeh M. J. 2009. Variability of seedling vigor in Persian walnut as influenced by the vigor and bearing habit of the mother tree. — J. Hort. Sci. Biotech. 84(2): 228–232.
<https://doi.org/10.1080/14620316.2009.11512509>
7. Breton C., Cornu D., Chriqui D., Sauvonet A., Capelli P., Germain E., Jay-Allemand C. 2004. Somatic embryogenesis micropropagation and plant regeneration of “Early Mature” walnut trees (*Juglans regia*) that flower *in vitro*. — Tree Physiol. 24(4): 425–435.
<https://doi.org/10.1093/treephys/24.4.425>
8. Vahdati K., Rezaee R., Grigorian V., Valizadeh M. 2008. Rooting ability of Persian walnut as affected by seedling vigour in response to stool layering. — J. Hort. Sci. Biotech. 83: 334–338.
<https://doi.org/10.1080/14620316.2008.11512388>
9. Syazeva O.A. 1989. [Results of the introduction of *Juglans regia* L. in Leningrad]. — Rastitelnye resursy. 25(2): 270–283. (In Russian)
10. Slavsky V.A., Nikolaev E.A. 2009. Comparative Characteristic of Black Walnuts in the Central Chernozem Area and Prospects of their Cultivating. — Lesnoy zhurnal (Russian Forestry Journal). 6: 29–34.
http://lesnoizhurnal.ru/en/archive/article_index_years.php?ELEMENT_ID=164663 (In Russian)
11. Bogdanov A.V. 2009. [Bioecological rationale for using *Juglans* L. species in arid climate]. — Agrarnyy vestnik Urala. 8(62): 80–82. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18639554> (In Russian)
12. Vasin E.A. 2012. [Winter-hardy nuts for non-black soil]. — Nastoyashchiy khozyain. 3: 48–51. (In Russian)
13. Sokolova V.V., Shvetsov A.N. 2018. Collection of nut-bearing plants in the laboratory of natural flora of N.V. Tsitsin Main Botanic Garden. — Dostizheniya nauki i tekhniki APK. 32(9): 55–59.
<https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10913> (In Russian)
14. Slavsky V.A., Yevlakov P.M. 2019. Resistance of species of nuts of the genus *Juglans* to drops and sharp temperature drops in the Voronezh region. — Lesotekhnicheskij zhurnal. 2(34): 90–96.
http://lestehjournal.ru/sites/default/files/journal_pdf/90-97.pdf (In Russian)
15. Schepotiev F.L. 1985. [Walnut tree species.] Moscow. 224 p. (In Russian)
16. Rubtsov L.I. 1977. [Trees and shrubs in landscape gardening.] Kiev. 272 p. (In Russian)
17. Dayronas J.V. 2015. Comparative analysis of essential oil of walnut leaves, butternut and walnut black. — Voprosy biologicheskoy, meditsinskoy i farmatsevticheskoy khimii. 7:16–20. <https://bmpejournal.ru/en/bmfc-2015-07-03> (In Russian)
18. Vasipov V.V., Vytovtov A.A. 2016. Walnut (*Juglans regia* L.) — promising source of biologically active substances. — In: [Food, ecology, quality. Proceedings of the XIIIth international scientific and practical conference]. Krasnoyarsk. P. 223–228. <http://www.spsl.nsc.ru/FullText/konfe/XIIpek2016.pdf> (In Russian)
19. Sedov E.N. 1995. [The program and methodology of variety studies of fruit, berry and nut-bearing crops.] Orel. VNIISPK. 502 p. (In Russian)
20. Koncevoy M.G., Ezhov L.A. 1997. New crops of the Ural garden: (Recommendations for studying the biology and technology of growing new garden crops). Perm. 336 p. (In Russian)
21. Smelyanskaya L.A., Kolesnikova R.D., Tagiltsev Yu.G. 2015. Prospects for plantation cultivation and cultivation of Manchurian walnut. — Yestestvennyye i tekhnicheskiye nauki. 5(83): 29–35. (In Russian)
22. Slavsky V.A. 2018. Forecast of the expansion of area limits, suitable for the creating walnut plantations in the Voronezh region. — Lesotekhnicheskij zhurnal. 8(4): 129–136.
https://doi.org/10.12737/article_5c1a321c2832e4.03254814 (In Russian)
23. Slavsky V.A., Chernyshov M.P. 2018. Comprehensive assessment of walnut winter hardiness in the Voronezh region. — Izvestia Sankt-Peterburgskoj Lesotekhnicheskoy Akademii. 224: 37–50.
<http://spbfu.ru/wp-content/uploads/2019/08/224-03.pdf> (In Russian)
24. Sturman V.I., Malkova I.L., Zagrebina T.A. 2002. [The climate of the city. Main parameters]. — In: [The air basin of Izhevsk.]. Moscow; Izhevsk. P. 16–23. (In Russian)
25. Weather archive in Izhevsk. 2019. Weather archive in Izhevsk. 2019. Weather station data (2014–2019 g.g.) Izhevsk, Russia, (WMO ID)=28411. https://rp5.ru/Weather_archive_in_Izhevsk
26. Kuzmina N.M., Fedorov A.V. 2018. Introduction of the nut family (Juglandaceae) in the Middle Urals. — In: [Botany in modern world. Proceedings of the XIVth Meeting of Russian Botanical Society and Conference “Botany in modern world” Vol. 2: Geobotany, botanical resource studies, plant introduction, cultivated plants]. Makhachkala. P. 278–280. https://www.binran.ru/files/publications/Proceedings/Proceedings_RBO/XIV_RBO_Proceedings_T2.pdf (In Russian)
27. Ryabushkin Yu.B. 2014. [Pomiculture, viticulture: a short course of lectures for the third-year graduate students. Training program 06.35.01: Agriculture. Specialization: pomiculture and viticulture]. Saratov. 91 p.
<http://read.sgau.ru/files/pages/14691/14327970101.pdf> (In Russian)
28. Balapanov I.M. 2014. Biological traits in Walnut breeding. — Scientific journal of KubSAU. 101(07): 15 p. Article ID 1011407052. <http://ej.kubagro.ru/2014/07/pdf/52.pdf> (In Russian)