

ИНТРОДУКЦИЯ
РЕСУРСНЫХ ВИДОВ

БИОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ *JUGLANS REGIA*
(*JUGLANDACEAE*) ПРИ ИНТРОДУКЦИИ В УСЛОВИЯХ
СРЕДНЕГО ПРЕДУРАЛЬЯ

© 2022 г. Н. М. Кузьмина¹, *, А. В. Федоров¹

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

*e-mail: kuzmina1956@mail.ru

Поступила в редакцию 14.03.2022 г.

После доработки 10.08.2022 г.

Принята к публикации 15.09.2022 г.

Исследованы биоэкологические особенности сортообразцов *Juglans regia* L., отобранных при интродукции в условиях Среднего Предуралья в период 2019–2021 гг. Выделен наиболее перспективный для селекционных работ образец *J. regia* № 2 скороплодной формы с наилучшими показателями полученного урожая (средняя масса плодов 7.06 г, масса самого крупного плода – 10.22 г). Коэффициент изменчивости по массе (19–20%) свидетельствует о наличии возможностей селекционного улучшения. Отмечено, что на качество урожая 2019 г. положительно повлияло превысившее норму количество осадков, хотя вегетационный период был прохладным, со среднесуточной температурой в июне, июле и августе ниже нормы на 1–2 °С, что является некомфортным для произрастания теплолюбивых видов. Одним из важных качеств *J. regia* L. при интродукции в Среднем Предуралье является морозоустойчивость. Зимой 2020–2021 гг. температура в ночное время опускалась ниже –30 °С, однако это не привело к повреждениям исследуемых образцов скороплодной формы *J. regia*. Фенологические исследования показали, что в условиях Среднего Предуралья за вегетационный период *J. regia* проходит все фазы развития. Сделан вывод о перспективности использования *J. regia* для любительского плодового и озеленения садов и парков городов Среднего Предуралья и сопредельных регионов.

Ключевые слова: культура вида *J. regia*, климатические условия, фенология, морфология плодов, оценка степени поражения от мороза, первичная интродукция, Среднее Предуралье, селекция

DOI: 10.31857/S0033994622040070

Глобальное потепление климата благоприятствует продвижению теплолюбивых культур дальше на север. Одна из таких культур – *Juglans regia* L. (*Juglandaceae*). Это мощные высоко декоративные деревья с раскидистой кроной. Вид естественно произрастает в горных областях Западной Грузии, Афганистана, Средней и Малой Азии. Летом крону *J. regia* украшают очень крупные, длиной до 1 м сложные листья. Особую ценность представляют плоды *J. regia*. В составе плодов содержится большое количество органических и минеральных веществ. Орехи обладают фитонцидными свойствами [1].

Для теплолюбивых культур большое значение имеет степень их морозоустойчивости. В США, Германии, Белоруссии, Нидерландах выведены сорта *J. regia*, выдерживающие морозы до –38 °С [2]. Важным свойством орехоплодных, особенно при возврате заморозков весной, является апомиксис – закладка плодов в отсутствие опыления. Некоторые формы *J. regia* из Центральной и

Восточной Европы, Китая имеют данный признак [3–5]. В России на научной основе продвижением орехоплодных культур на север начал заниматься еще И.В. Мичурин. В настоящее время *J. regia* и другие виды орехоплодных культивируют вплоть до Москвы и Санкт-Петербурга [6–11]. Самой северной точкой культивирования *J. regia* является Ботанический сад Петра Великого Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН в Санкт-Петербурге (59°57' с.ш., 30°19' в.д.). Из видов орехоплодных *J. regia* появился в Ботаническом саду Петра Великого первым, он был включен в Каталог М.М. Тереховского в 1796 г. При испытании Э.Л. Регелем в 1871 г. на открытом воздухе вымерзал. Достоверно выращивается в открытом грунте с 1914 г. В XX в. сильно обмерзал, особенно, в аномально суровые зимы, в частности зимой 1986/87 г. В настоящее время условия изменились в результате потепления климата и растения в коллекции стали перезимовывать лучше. Двадцать деревьев современной коллек-

Таблица 1. Характеристика объектов исследования
Table 1. Characteristics of the objects of study

Вид, № сортообразца Species name, cultivar number	Происхождение семенного материала The seed provenance	Год посева Year of sowing	Год высадки Year of planting	Высота в 2021 г., см Height in 2021, cm	Диаметр на уровне почвы в 2021 г., см Diameter at soil level, 2021, cm
<i>Juglans regia</i> № 1	ЦРБС г. Киев (форма скороплодная), 1987 г. Ботанический сад Самарского ГУ, 2011 г. посеян в Отделе интродукции, г. Ижевск CRBS Kyiv (early-fruiting form), 1987 Botanical Garden of Samara State University, 2011 sown in the Introduction Department, Izhevsk	2011	2013	109	2.4
<i>Juglans regia</i> № 2		2011	2013	222	3.9
<i>Juglans regia</i> № 3		2011	2013	122	2.8
<i>Juglans regia</i> № 4		2011	2013	238	4.3

ции представляют пять поколений. Улучшение адаптационных возможностей заметно проявляется, начиная с пятого поколения [12].

Город Ижевск (географические координаты: 56°50'59.3" с.ш., 53°12'16.2" в.д.) расположен на 3° с.ш. южнее Санкт-Петербурга. Однако, в связи с усилением континентальности климата в восточном направлении, в Ижевске по сравнению с Санкт-Петербургом укорачивается вегетационный период, становятся более низкими зимние температуры. Поэтому культивирование *J. regia* в Среднем Предуралье имеет свои сложности в связи с более жесткими климатическими условиями. Однако проведенные первичные поисковые исследования позволяют отметить перспективность работ по интродукции *J. regia* в Среднем Предуралье. С учетом полученных результатов по первичной интродукции и благодаря потеплению климата, представители рода *Juglans* могут считаться перспективными объектами в зеленом строительстве, в лесном хозяйстве и в садоводстве.

В 2011 г. на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений Удмуртского Научного Центра УрО РАН (УдмФИЦ УрО РАН) был произведен посев *J. regia* скороплодной формы. В 2019 г. при первичных интродукционных испытаниях вида в Среднем Предуралье был проведен анализ биологических характеристик полученных семян *J. regia* и отобрано четыре образца для дальнейших испытаний [13].

Целью данной работы являлось выявление перспективных образцов из отобранных при первичных интродукционных испытаниях семян *J. regia* для селекционных работ в условиях Среднего Предуралья.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Объектом исследования являлись четыре образца саженцев *J. regia*, отобранных в 2019 г. по

итогах первичных интродукционных испытаний в Среднем Предуралье, проведенных в городе Ижевске и Каракулинском административном районе Удмуртской Республики. Семенным материалом был получен в 2011 г. весной из Ботанического сада Самарского ГУ и посеян на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск. В 2013 г. 3 саженца *J. regia* были высажены на постоянное место на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений г. Ижевск и 1 саженец — в Каракулинском административном районе Удмуртской Республики. Характеристика объектов исследования представлена в табл. 1.

Город Ижевск расположен в Среднем Предуралье, климат территории умеренно-континентальный с продолжительной многоснежной зимой, теплым летом и хорошо выраженными переходными сезонами (весной и осенью). Январь является самым холодным месяцем в году. В 1978 г. 31 декабря был отмечен абсолютный минимум — 47.5 °С. Ижевск находится в зоне достаточного увлажнения. Ограничивающим фактором интродукции теплолюбивых культур в Среднем Предуралье до недавнего времени являлись поздние весенние заморозки. В последние годы на фоне глобального потепления интенсивность возвратных весенних заморозков снизилась [14, 15].

Метеорологические показатели вегетационных сезонов в период наблюдений (2019–2021 гг.) в г. Ижевске представлены в табл. 2. Активной температурой для развития большинства древесных растений умеренной зоны считается 10 °С и выше. При температуре выше 25 °С у растений усиливается транспирация, а недостаточное увлажнение может вызвать нарушение водного баланса [16]. В июне 2019 г. на фоне дефицита осадков в 15 случаях ночные температуры были ниже 10 °С, дневные температуры в 9 случаях принимались выше 25 °С. Июль был более теплым.

Таблица 2. Среднемесячные метеорологические данные периода исследований 2019–2021 гг.
Table 2. Monthly average meteorological data for the study period 2019–2021.

Период исследования Study period	Среднемесячная температура, °С Monthly average temperature, °C	Фактическая среднемесячная температура, °С True monthly average temperature, °C	Отклонение от нормы, °С Deviation from the norm, °C	Норма суммы осадков, мм Precipitation rate, mm	Выпало осадков, мм Rainfall, mm	Выпало осадков от нормы, % Precipitation from the norm, %
Май 2019 May 2019	11.7*	13.8	2.1	48*	62	129
Май 2020 May 2020	11.7*	13.3	1.6	48*	36	76
Май 2021 May 2021	12.3*	16.9	4.6	45*	21	47
Июнь 2019 June 2019	17*	16	–1	62*	43	69
Июнь 2020 June 2020	17*	14.6	–2.4	62*	28	45
Июнь 2021 June 2021	17*	20.3	3.3	62*	32	51
Июль 2019 July 2019	18.9*	16.7	–2.2	59*	72	124
Июль 2020 July 2020	18.9*	20.7	1.8	59*	99	170
Июль 2021 July 2021	18.9*	19.5	0.7	66*	79	119
Август 2019 August 2019	16*	14.1	–1.9	67*	137	204
Август 2020 August 2020	16*	15.9	–0.1	67*	37	55
Август 2021 August 2021	16.2*	19.9	3.7	63*	47	75

Примечание: * – использованы данные сайта “Погода и климат. Климатический мониторинг. Ижевск” [23].
 Note: * – Data from the site “Weather and climate. Climate monitoring. Izhevsk” [23].

Ночные температуры только в 6 случаях опускались ниже 10 °С, дневные в 7 случаях были выше 25 °С. Осадков выпало больше нормы – 125%. В августе в 16 случаях ночная температура фиксировалась ниже 10 °С, днем всего в 4 случаях поднималась выше 25 °С. Осадков выпало в два раза больше нормы – 203% (табл. 2).

Июнь 2020 г. характеризовался дефицитом осадков и был относительно прохладным. Днев-

ные температуры выше 25° С отмечены всего в 4 случаях. Ночные температуры опускались ниже 10 °С в 17 случаях. Июль был теплым и отличался хорошей влагообеспеченностью. В 24 случаях была зафиксирована дневная температура выше 25 °С, и всего в 2 случаях ночью температура опускалась ниже 10 °С. В августе среднемесячная температура соответствовала норме, но отмечался дефицит влаги (табл. 2). Вторая декада августа

была прохладной, температура не поднималась выше 20 °С. Ночные температуры, не превышали 10 °С.

Май 2021 г. был аномально жарким. Отклонение от нормы составило +4.6 °С, при этом количество осадков составило всего 47% от нормы. С 9 по 20 мая был засушливый период с аномальными, для этого времени, дневными температурами в пределах 25–32 °С. Во второй половине июня дневные температуры находились в пределах 25–34 °С на фоне дефицита осадков (50%). Ночные температуры ниже 10 °С были зафиксированы в 10 случаях. В июле высокие дневные температуры в пределах 25–33 °С были зафиксированы в 22 случаях, но осадков выпало больше нормы – 119% (табл. 2). В августе 2021 г. высокие дневные температуры в пределах 25–33 °С наблюдались в 20 случаях, количество осадков составило 75% от нормы. Ночные температуры ниже 10 °С отмечены в 7 случаях [17].

Морозостойкость саженцев определялась согласно программе и методике сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур [18]. Давалась оценка общей степени подмерзания в баллах. Ежегодно проводились фенологические наблюдения и учет показателей роста и развития растений. В ходе исследований анализировались морфологические признаки полученных плодов (масса плода, поперечный диаметр плода). Количественные данные были обработаны статистическими методами.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Для получения хорошего урожая *J. regia* необходимо тепло и достаточное увлажнение. Годы исследования (2019–2021 гг.) отличались по погодным характеристикам вегетационных периодов (табл. 2). Летний период 2019 г. был прохладным, характеризовался хорошей влагообеспеченностью. Летний период 2020 г. отличался прохладным и сухим июнем, аномально жарким и влажным июлем, прохладным и сухим августом. В вегетационный период 2021 г. с мая по август наблюдались периоды (от 20 до 28 дней) с высокими дневными температурами, составлявшими 25–33 °С; в мае, июне и августе отмечался дефицит влаги [17]. Условия вегетационного периода 2021 г. можно назвать аномальными для произрастания растений в Среднем Предуралье. Возвратных заморозков в конце мая не зафиксировано.

В Воронежской области накоплен некоторый положительный опыт по интродукции *J. regia*. А.В. Славский [19] отмечает, что для достижения приемлемой зимостойкости *J. regia*, сумма активных температур должна постоянно превышать 3000 °С. Это не только с большой вероятностью избавит от повреждений весенними и осенними

заморозками, но и позволит растениям полноценно подготовиться к зимним условиям, накопив необходимое количество питательных веществ.

Сотрудниками Удмуртского государственного университета А.В. Шумихиной и В.С. Мараткановой выяснено, что период со среднесуточными температурами воздуха выше 0 °С в г. Ижевск возрос от 205 дней в середине прошлого столетия до 218 дней в XXI столетии. Средняя сумма активных температур каждого последующего десятилетия, начиная с 1970-х гг., выше значения предыдущего десятилетия. В период с 2011 по 2018 г. ее средняя величина достигла максимума – 2276 °С [20].

Зима 2020–2021 гг. в районе исследований была хорошей проверкой на морозоустойчивость отобранных образцов *J. regia*. Температура в ночное время опускалась ниже –30 °С. Самым холодным осенне-зимне-весенним периодом был период 2020–2021 гг. Сумма отрицательных температур достигла 1511.1 °С. Самым холодным месяцем в 2021 г. был февраль: в 12 случаях температура была в пределах от –25 до –30 °С. Самая низкая температура зафиксирована 23 февраля – –32.7 °С. Сумма отрицательных температур в феврале достигла 464.8 °С. Самым теплым осенне-зимне-весенним периодом был период 2019–2020 гг. с суммой отрицательных температур 643.6 °С. Февраль 2019 г. был значительно теплее, чем в 2021 г.: сумма отрицательных температур составила 155 °С [17].

Исследуемые особи скороплодной формы *J. regia*, произрастающие на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН, в сезон 2020–2021 гг. перезимовали без повреждений. Суммарный балл степени подмерзания с 2014 по 2021 гг. представлен в табл. 3. По полученным данным можно отметить более высокую морозостойкость образцов № 2 и 3.

Высокое качество орехов и ядра является важнейшим качеством сорта. Плоды *J. regia* массой 12–14 г считаются крупными, 9–11 г – средними [22]. В 2015 г. у образца *J. regia* № 1 наблюдалось первое цветение. Плод не образовался. У образца № 2 первое цветение наблюдалось в 2017 г. Завязалось три плода. До стадии созревания дошел только один плод, который был снят 10 октября. В 2019 г. плодоношение отмечено у образца № 2 (20 плодов). Самый крупный орех в 2019 г. в условиях Среднего Предуралья у *J. regia* образца № 2 весил 10.23 г. К среднему размеру отнесено 4 (20%) из 20 полученных плодов. Средняя масса полученных плодов составила 7.06 ± 0.33 г. Коэффициент изменчивости по массе $C = 20.1\%$ говорит о возможностях селекционного улучшения [13]. В 2020 г. плодоношение наблюдалось у всех 4-х образцов: у трех образцов произрастающих на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений УдмФИЦ УрО РАН г. Ижевск и об-

разца № 4, произрастающего в Южном агроклиматическом районе УР.

Морфология плодов представлена в табл. 4. Наилучшие морфологические показатели отмечены у образца № 4. Средняя масса плодов — 6.33 ± 0.68 г. В Центральном агроклиматическом районе УР (Ижевск) самые крупные плоды отмечены у образца № 2, средняя масса которых составила 5.53 ± 0.41 г. У образца № 1 и 3 первый год плодоношения. Средняя масса плодов у образца № 3 составила 5.22 ± 0.11 г. У образца № 1 отмечено гроздевое плодоношение. Средняя масса плодов — 3.83 ± 0.29 г.

В 2021 г. урожай орехов в количестве 24 штук был получен только от формы № 2.

Начало цветения женских цветков зафиксировано у всех трех образцов *J. regia* 21 мая. Цветение мужских сережек зафиксировано у образцов №№ 1 и 2 — 17 мая, а у образца № 3 — 15 мая. У *J. regia* образца 1 и 3 все цветки опали, у образца № 2 опали частично, в основном с верхней части. На нижних и на средних ветках завязались плоды. Можно предположить, что опадение женских цветков произошло из-за аномально-жаркого периода в середине мая с дефицитом влагообеспечения. Для хорошего развития *J. regia* необходимо тепло и достаточное увлажнение. С 9 по 20 мая был засушливый период с аномальными, для этого времени в Среднем Предуралье, дневными температурами в пределах $25\text{--}32$ °С. Осадки выпали 21 мая. В 20 случаях дневные температуры мая поднимались выше 20 °С. В течение месяца было всего 11 дней с осадками в сумме 21 мм, это всего 47% от нормы.

В табл. 5 представлены данные морфологии полученных плодов *J. regia* в 2021 г. Полученная средняя масса *J. regia* формы № 2 (4.98 ± 0.19 г) ниже полученных в 2019 и 2020 гг.

В табл. 6 дается сравнительная характеристика средней массы *J. regia* сортообразца № 2 в период 2019–2021 гг. По полученным данным видно, что наибольшие средние данные морфологических признаков получены в 2019 г. Более всего различается масса орехов. В 2019 г. был зафиксирован самый крупный полученный орех от формы № 2 массой 10.22 г. В 2020 г. было получено всего 7 орехов, средняя масса которых меньше, чем в 2019 г. на 1.53 г. Наименьшие показатели морфологических признаков зафиксированы в 2021 г.

Важным качеством для теплолюбивых культур в средней полосе России является короткий вегетационный период. Было проведено сравнение фенологии исследуемых образцов № 1, 2, 3 *J. regia* произрастающих на территории УдмФИЦ УрО РАН, г. Ижевск с фенологическими наблюдениями за *J. regia* в Воронежской области [21].

Распускание почек у всех исследуемых нами образцов *J. regia* в 2019–2021 гг. отмечено в период

Таблица 3. Общая степень подмерзания саженцев *Juglans regia*, высаженных на территории Отдела интродукции и акклиматизации растений (2014–2021 гг.)

Table 3. The degree of freezing of *Juglans regia* seedlings planted at the Department of Plant Introduction and Acclimatization (2014–2021)

Годы исследования Study years	Оценка, баллы Assessment points		
	<i>Juglans regia</i> , №		
	№ 1	№ 2	№ 3
2014	1	1	1
2015	1	1	1
2016	2	2	2
2017	1	1	2
2018	1	1	1
2019	0	0	1
2020	0	0	1
2021	1	0	1
Всего баллов Total points	7	6	10

с 8 по 9 мая, в 2021 г. 4 мая. Эти сроки не отличаются по срокам распускания почек *J. regia* в Воронежской области. Отличие наблюдается по осенним фазам. Начало пожелтения *J. regia* у образцов № 1, 2, 3 отмечено с 21 по 25 сентября, а по Воронежской области начало пожелтения листы отмечается на две недели раньше 4 сентября. Начало листопада у исследуемых нами образцов *J. regia* в условиях Среднего Предуралья зафиксировано 2–4 октября. В условиях Воронежской области начало листопада отмечалось почти на три недели раньше с 13 сентября, конец листопада — с 27 сентября по 4 октября. У исследуемых образцов *J. regia* в условиях Среднего Предуралья конец листопада наблюдался с 4 по 18 октября.

Начало пыления в условиях Среднего Предуралья и Воронежской области отмечено почти в одно, и тоже время — 17–18 мая. Начало развития женских цветков по Ижевску отмечалось 19–22 мая, а окончание — с 31 мая по 8 июня. По Воронежской области начало развития женских почек на две недели раньше — 15–17 мая. Вегетационный период исследуемых образцов *J. regia* по данным наблюдений 2019–2021 гг. в условиях Среднего Предуралья в связи с более поздним листопадом по сравнению с фенологией по Воронежской области продолжительней более чем на две недели и составляет 158–162 дня. У *J. regia* образца № 2 вегетационный период короче на три дня по сравнению с образцами №№ 1 и 3. Продолжительность вегетационного периода зависит от погодных условий — главным образом от даты наступления осенних заморозков. Исследуемые образцы *J. regia* проходят все фазы развития в условиях Среднего Предуралья.

Таблица 4. Морфологические показатели плодов образцов *Juglans regia* скороплодной формы на девятый год после посева, 2020 г.
Table 4. Morphological parameters of fruits of the early-maturing forms of *Juglans regia* on the ninth year after sowing, 2020

№	Морфологические показатели плодов Morphological indicators of fruits		
	масса, г weight, g	высота, см height, cm	средний диаметр, см average diameter, cm
Сортообразец № 1 Variety sample no. 1			
1	4.94	3.3	2.55
2	3.64	3.0	2.15
3	3.52	2.9	2.25
4	4.16	3.3	2.45
5	4.61	3.3	2.55
6	2.87	2.8	2.05
7	3.09	2.9	2.2
Средняя величина Average value	3.83 ± 0.29	3.07 ± 0.08	2.31 ± 0.08
С, %	20.1	7.21	8.71
Сортообразец № 2 Variety sample no. 2			
1	6.03	2.7	2.55
2	4.58	2.2	2.15
3	7.02	3.2	2.65
4	6.04	2.6	2.35
5	5.73	2.4	2.45
6	5.61	2.4	2.45
7	3.7	2.0	2.0
Средняя величина Average value	5.53 ± 0.41	2.50 ± 0.15	2.37 ± 0.09
С, %	19.57	19.57	9.57
Сортообразец № 3 Variety sample no. 3			
1	5.15	2.5	2.4
2	5.53	2.4	2.5
3	5.15	2.6	2.45
4	5.04	2.5	2.35
Средняя величина Average value	5.22 ± 0.11	2.50 ± 0.04	2.43 ± 0.03
С, %	4.11	3.27	2.66
Образец № 4 (Южный агроклиматический район УР, Федоров) Sample no. 4 (Southern agro-climatic region of the UR, Fedorov)			
1	6.87	2.8	2.6
2	7.22	3.2	2.65
3	6.92	2.8	2.55
4	4.3	2.2	2.2
Средняя величина Average value	6.33 ± 0.68	2.75 ± 0.21	2.50 ± 0.10
С, %	21.50	14.99	8.16

Примечание. С, % – коэффициент изменчивости.
 Note. С, % – coefficient of variability.

Таблица 5. Морфологические данные плодов *Juglans regia* сортообразца № 2, 2021 г.
Table 5. Morphological data of fruits of *Juglans regia* variety sample no. 2, 2021

№ плода N of fruit	Морфологические показатели плодов, 2021 Morphological indicators of fruits, 2021		
	масса, г weight, g	высота, см height, cm	средний диаметр, см average diameter, cm
1	5.65	2.4	2.3
2	5.64	2.7	2.5
3	4.47	2.4	2.3
4	5.64	2.6	2.4
5	5.43	2.5	2.3
6	7.66	3.2	2.6
7	5.78	2.7	2.4
8	4.65	2.6	2.3
9	6.12	2.7	2.5
10	5.41	2.5	2.3
11	4.38	2.3	2.1
12	3.7	2.3	2.1
13	5.33	2.6	2.3
14	5.19	2.4	2.3
15	4.41	2.3	2.1
16	5.29	2.5	2.3
17	4.37	2.3	2.3
18	4.27	2.3	2.0
19	4.28	2.6	2.4
20	5.66	2.5	2.3
21	3.47	2.1	1.9
22	4.34	2.3	2.1
23	4.13	2.3	2.2
24	4.24	2.4	2.1
Средняя величина Average value	4.98 ± 0.19	2.48 ± 0.05	2.27 ± 0.03
C, %	18.52 ± 0.90	8.90 ± 0.62	7.32 ± 0.56

Таблица 6. Сравнительная характеристика морфологии плодов *Juglans regia* образца № 2 в период 2019–2021 гг.
Table 6. Comparative characteristics of the fruit morphology of *Juglans regia* sample no. 2 in 2019–2021.

Статистические показатели Statistical indicators	Годы исследований Years of research								
	2019	2020	2021	2019	2020	2021	2019	2020	2021
	морфологические показатели плодов morphological indicators of fruits								
	масса, г weight, g			высота, см height, cm			средний диаметр, см average diameter, cm		
Средняя величина Average value	7.06	5.53	4.98	2.63	2.50	2.48	2.39	2.37	2.27
Коэффициент вариации, C, % Coefficient of variation, C, %	20.1	19.57	18.52	8.56	19.57	8.90	8.25	9.57	7.32

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При интродукции в условиях Среднего Предуралья сортообразцов *Juglans regia* L. в период 2019–2021 гг. наблюдались периоды с разными погодными характеристиками, не всегда комфортными для развития растений. Вегетационный период 2021 г. можно назвать аномальным по условиям из-за высоких дневных температур в пределах 25–33 °С (от 20 до 28 дней за месяц) с мая по август и дефицита влаги в мае, июне и августе. В зимний период 2020–2021 гг. сумма отрицательных температур достигла 1511.1 °С, превышая более чем в два раза суммы отрицательных температур зимнего периода 2019–2020 гг. В феврале 2021 г. в 12 случаях была зафиксирована температура в пределах от –25.1 до –32 °С. Все исследуемые образцы *J. regia* перенесли эти морозы без поражений. Наиболее комфортным для развития исследуемых сортообразцов *J. regia* был вегетативный период 2019 г. Он характеризовался прохладным летом с хорошим влагообеспечением [17].

В 2019 г. был получен самый крупный орех массой 10.23 г. У 4-х из 20 полученных плодов (20%) размер был средним, большинство плодов отнесены к категории мелких. В 2020 г. все плоды были отнесены к группе мелких. Наилучшие морфологические показатели плодов отмечены у образца № 4, произрастающего в Южном агроклиматическом регионе Удмуртии. Средняя масса плодов составила 6.33 ± 0.68 г (табл. 3). В Центральном агроклиматическом районе УР (г. Ижевск) самые крупные плоды *J. regia* отмечены у образца № 2, средняя масса которых составила 5.53 ± 0.41 г. Качество полученных плодов в 2020 г. было ниже, чем в 2019 г. Можно предположить, что на качество плодов отрицательно по-

влиял интенсивный рост побегов (до 1 м) в июле месяце, после прохладного и сухого июня. В 2021 г. урожай орехов в количестве 24 штук был получен только от образца № 2. Средняя масса полученных орехов составляла 4.98 ± 0.19 г. На ухудшение качества урожая орехов повлияли аномально жаркие условия вегетационного периода 2021 г.

По результатам исследований 2019–2021 гг. выделен сортообразец № 2, плодоносивший каждый год и имеющий наилучшие морфологические данные плодов *J. regia* скороплодной формы (средняя масса плодов 7.06 ± 0.33 г). Коэффициент изменчивости по массе (19–20%) говорит о возможностях селекционного улучшения. Отмечено, что положительно на качество урожая в 2019 г. повлияло хорошее влагообеспечение в вегетационный период, хотя среднесуточная температура в июне, июле и августе была ниже нормы на 1–2 °С.

Фенологические наблюдения показали, что образцы, отобранные по итогам первичной интродукции *J. regia* в условиях Среднего Предуралья проходят все фазы развития. Начало осеннего расцветания листьев у *J. regia* зафиксировано с 15 по 25 сентября, начало листопада – со 2 по 7 октября, конец листопада – с 13 по 18 октября.

В процессе исследования выявлен самый перспективный сортообразец *J. regia* (№ 2), который плодоносил при любых погодных условиях и имел наилучшие показатели полученного урожая. В целом, *J. regia* является перспективным видом для интродукционной работы, может быть использован для расширения ассортимента орехоплодных культур в любительском плодоводстве, а также для озеленения садов и парков городов Среднего Предуралья и сопредельных регионов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Щепотьев Ф.Л. 1985. Орехоплодные древесные породы. М. 224 с.
2. 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>
3. Laiko R.E. 1990. Apomixis of walnut. – Acta Hort. 284: 233–236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.284.31>
4. Solar A., Ivancic A., Stampar F., Hudina M. 2002. Genetic resources of walnut (*J. regia* L.) improvement in Slovenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. – Genet. Resour. Crop. Evol. 49(5): 491–501. <https://doi.org/10.1023/A:1013918601668>
5. Cosmulescu S., Botu M., Achim G. 2012. Determination of Apomictic Fruit Set Ratio in Several Romanian Walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. – Not. Bot. Hort. Agrobiol. 40(1): 229–233. <https://doi.org/10.15835/nbha4016407>
6. Связева О.А. 1989. Итоги интродукции *Juglans regia* L в Ленинграде. – Растительные ресурсы. 25(2): 270–278.
7. Славский В.А., Николаев Е.А. 2009. Сравнительная характеристика орехов рода *Juglans* в Центральном Черноземье и перспективы введения их в культуру. – Лесной журн. Известия высших учебных заведений. 6: 29–34.
8. 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>
9. Васин Е.А. 2012. Зимостойкие орехи для нечерноземья. Настоящий хозяин. 3:48–51.
10. 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): 56–59. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10913>

11. Славский В.А., Евлаков П.М. 2019. Устойчивость видов орехов рода *Juglans* к понижениям и резким перепадам температуры в Воронежской области. — Лесотехнический журн. 2(34): 90–96. <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2019.2/10>
12. Фирсов Г.А., Васильев Н.П. 2015. Орех грецкий (*Juglans regia* L., *Juglandaceae*) в Ботаническом саду Петра Великого в Санкт-Петербурге. — Вестник Волгоградского гос. ун-та. Серия 11. Естественные науки. 3(13): 8–17. <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2015.3.1>
13. Кузьмина Н.М., Федоров А.В. 2020. Итоги первичной интродукции видов рода *Juglans* (*Juglandaceae*) в Среднем Предуралье. — Растительные ресурсы. 56(3): 241–249. <https://doi.org/10.31857/S0033994620030048>
14. Стурман В.И., Малькова И.Л., Загребина Т.А. 2002. Климат города. В сб.: Воздушный бассейн Ижевска. Москва–Ижевск. С. 16–23.
15. Адаховский Д.А. 2021. Климатические и фенологические индикаторы современного потепления на территории Удмуртской Республики (на примере г. Ижевска). — Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о земле. 31(1): 57–64.
16. Лосев А.П. 1994. Практикум по агрометеорологическому обеспечению растениеводства. Санкт-Петербург. 244 с.
17. Архив погоды в Ижевске. 2021. Данные метеостанции (2019–2021 гг.) Ижевск, Россия, (WMO ID)=28411. http://гр5.ru/Архив_погоды_в_Ижевске
18. Седов Е.Н. 1995. Программа и методика сортоизучения плодовых, ягодных и орехоплодных культур. Орел. 502 с.
19. Славский, В.А. Николаев Е.А., Калаев В.Н. 2013. Интродукция, селекция и культивирование орехов рода *Juglans* в Центральном Черноземье: Монография. Воронеж. 262 с.
20. Шумихина А.В., Маратканова В.С. 2019. Агроклиматические ресурсы тепла и влаги и их изменение на территории Удмуртской Республики. — Вестн. Удм. ун-та. Сер. Биология. Науки о земле. 29(4): 560–565. <https://journals.udsu.ru/biology/article/view/4830>
21. Славский В.А. 2006. Интродукция и селекция ореха грецкого в Воронежской области. Автореф. дис. ... канд. с/х. наук. Воронеж. 23 с.
22. Балапанов И.М. 2014. Биологические аспекты в селекции Ореха грецкого. — Научный журнал КубГАУ. 101: 828–842. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22567409>
23. Погода и климат. Климатический мониторинг. Ижевск. <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411>

Bioecological Features of *Juglans regia* (*Juglandaceae*) under Introduction in the Middle Urals

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

^a*Udmurt Federal Research Center of the UB RAS, Department of Plant Introduction and Acclimatization, Izhevsk, Russia*
*e-mail: kuzmina1956@mail.ru

Abstract—The paper presents the data of the analysis of the biological characteristics of *Juglans regia* L. selected samples according to the results of its primary introduction in the Middle Urals. The evaluated plants are growing at the Department of Introduction and acclimatization of plants (Izhevsk). For the normal development of *J. regia*, warmth and sufficient hydration are necessary. Over the study period of 2019–2021, the growing seasons with variable conditions were observed. The analysis of meteorological data of summer and autumn-winter-spring periods 2019–2021 is given. According to meteorological data, the summer of 2019 (June–August), was cool, with sufficient moisture. In the summer of 2020 June was cool and dry, July – abnormally hot and humid, and August – cool and dry. The growing season of 2021 was hot, with periods of high daytime temperatures in the range of 25–33 °C from May to August, with a shortage of moisture in May, June and August. According to the results of the research, the best characteristics had *J. regia* sample No. 2 – the early-maturing variety with the best resulting crop (average fruit weight 7.06 g) bearing fruit every year. The largest nut weighing 10.22 g was obtained. The coefficient of variability by weight $C = 19–20\%$ indicates the possibility for the selective improvement. The morphological data of the sample No. 2 fruit harvest shows that the growing season of 2019 was more favourable for the development of *J. regia*: although the average daily temperature in June, July and August was 1–2 °C below normal, the moisture supply was higher than normal. The obtained information shows that crop quality is greatly influenced by the amount of precipitation during the growing season. One of the important qualities of *J. regia* L. is its frost resistance in Middle Urals environment. The winter of 2020–2021 was a true test for the hardiness of the selected samples, as night temperatures dropped below –30 °C. Despite this, the studied samples of the early-fruiting form of *J. regia*, growing at the plot of the Department of Plant Introduction and Acclimatization of the UdmFRC UB RAS, over-wintered in 2020–2021 without frost injuries. Phenological studies of 2019–2021 have shown that in the Middle Urals walnut passes through all phases of development, demonstrating the prospects of using *J. regia* for amateur horticulture, and for urban greening in gardens and parks of the cities of the Middle Urals and adjacent regions.

Keywords: culture of *Juglans regia* species, climatic conditions, phenology, fruit morphology, degree of severity of frost damage, primary introduction, Middle Cis-Urals, selection

REFERENCES

1. *Schepotiev F.L.* 1985. [Walnut tree species]. Moscow. 224 p. (In Russian)
2. *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>
3. *Laiko R.E.* 1990. Apomixis of walnut. – *Acta Hort.* 284: 233–236. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.1990.284.31>
4. *Solar A., Ivancic A., Stampar F., Hudina M.* 2002. Genetic resources of walnut (*J. regia* L.) improvement in Slovenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. – *Genet. Resour. Crop. Evol.* 49(5): 491–501. <https://doi.org/10.1023/A:1013918601668>
5. *Cosmulescu S., Botu M., Achim G.* 2012. Determination of Apomictic Fruit Set Ratio in Several Romanian Walnut (*Juglans regia* L.) cultivars. – *Not. Bot. Hort. Agrobo.* 40(1): 229–233. <https://doi.org/10.15835/nbha4016407>
6. *Svyazeva O.A.* 1989. [Results of the introduction of *Juglans regia* L. in Leningrad]. – *Rastitelnye resursy.* 25(2): 270–278. (In Russian)
7. *Slavsky V.A., Nikolaev E.A.* 2009. [Comparative characteristics of nuts of the *Juglans* genus in the Central Chernozem region and the prospects for their introduction into culture]. – *Lesnoy zhurnal. Izvestiya vysshikh uchebnykh zavedeniy.* 6: 29–34. (In Russian)
8. *Bogdanov A.V.* 2009. [Bioecological rationale for the use of species of the genus *Juglans* L. in arid climates]. – *Agrarnyy vestnik Urala.* 8(62): 80–82. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=18639554> (In Russian)
9. *Vasin E.A.* 2012. [Winter-hardy nuts for the nonchernozem region]. – *Nastoyashchiy khozyain.* 3: 48–51. (In Russian)
10. *Sokolova V.V., Shvetsov A.N.* 2018. Collection of nut-bearing plants in the laboratory of natural flora of the N.V. Tsitsin Main Botanic Garden. – *Dostizheniya nauki i tekhniki APK.* 32(9): 56–59. <https://doi.org/10.24411/0235-2451-2018-10913> (In Russian)
11. *Slavsky V.A., Evlakov P.M.* 2019. Sustainability of nuts of the genus *Juglans* to reductions and dangerous temperature differences in the Voronezh region. – *Lesotekhnicheskyy zhurnal.* 2(34): 90–96. <https://doi.org/10.34220/issn.2222-7962/2019.2/10> (In Russian)
12. *Firsov G.A., Vasiliev N.P.* 2015. *Juglans regia* L., (*Juglandaceae*) in the Peter the Great Botanical Garden in St. Petersburg. – *Vestnik Volgogradskogo gos. un-ta. Seriya 11. Yestestvennyye nauki.* 3(13): 8–17. <https://doi.org/10.15688/jvolsu11.2015.3.1> (In Russian)
13. *Kuzmina N.M., Fedorov A.V.* 2020. Results of the primary introduction of species of the genus *Juglans* (*Juglandaceae*) in the Middle Cis-Urals. – *Rastitelnye resursy.* 56(3): 241–249. <https://doi.org/10.31857/S0033994620030048> (In Russian)
14. *Sturman V.I., Malkova I.L., Zagrebina T.A.* 2002. [City climate]. – In: [Community air of Izhevsk]. Moscow – Izhevsk. P. 16–23. (In Russian)
15. *Adakhovskiy D.A.* 2021. [Climatic and phenological indicators of modern warming in the territory of the Udmurt Republic (a case study of Izhevsk)]. – *Vestn. Udm. un-ta. Ser. Biologiya. Nauki o zemle.* 31(1): 57–64. <https://doi.org/10.35634/2412-9518-2021-31-1-57-64> (In Russian)
16. *Losev A.P.* 1994. [Workshop on agrometeorological support of crop production]. St. Petersburg. 244 p. (In Russian)
17. [Weather archive of Izhevsk]. 2021. [Weather station data (2019–2021)] Izhevsk, Russia, (WMO ID)=28411. http://tr5.ru/Архив_погоды_в_Ижевске (In Russian)
18. *Sedov E.N.* 1995. [Program and methodology for the study of fruit, berry and nut crops]. Orel. 502 p. (In Russian)
19. *Slavsky, V.A., Nikolaev E.A., Kalaev V.N.* 2013. [Introduction, selection and cultivation of nuts of the genus *Juglans* in the Central Chernozem region]. Voronezh. 262 p. (In Russian)
20. *Shumikhina A.V., Maratkanova V.S.* 2019. Agroclimatic resources of temperature and humidity and their dynamics in the territory of the Udmurt Republic. – *Vestn. Udm. university Ser. Biology. Nauki o zemle.* 29(4): 560–565. <https://journals.udsu.ru/biology/article/view/4830> (In Russian)
21. *Slavsky V.A.* 2006. [Introduction and selection of walnut in the Voronezh region. Abstr. ... Dis. Cand. (Agriculture) Sci.]. Voronezh. 23 p. (In Russian)
22. *Balapanov I.M.* 2014. Biological traits in walnut breeding. – *Nauchnyy zhurnal KubGAU.* 101: 828–842. <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=22567409> (In Russian)
23. *Weather and climate.* Climate monitoring. Izhevsk. <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php?id=28411>