

**СУ, ЖЕР ЖӘНЕ ОРМАН РЕСУРСТАРЫ
ВОДНЫЕ, ЗЕМЕЛЬНЫЕ И ЛЕСНЫЕ РЕСУРСЫ
WATER, LAND AND FOREST RESOURCES**

МРНТИ 68.37.31

DOI <https://doi.org/10.37884/4-2024/29>

*К. Бахытулы*¹, А.М. Кохметова¹, А.Т. Умирзакова², А.С. Кулиев³,
М.Т. Кумарбаева¹, Ж.С. Кешишов¹*

¹*Институт биологии и биотехнологии растений, Алматы, Республика Казахстан,
kanat1499@gmail.com*, gen_kalma@mail.ru, madina_kumar90@mail.ru, Jeka-Sayko@mail.ru*

²*Сайрам-Угамский государственный национальный природный парк, Шымкент,
Республика Казахстан, наука_sayramugam@mail.ru*

³*Научно-производственный центр исследования лесов института биологии НАН КР,
Бишкек, Кыргызская Республика, arstan-66@mail.ru*

**МОНИТОРИНГ РАСПРОСТРАНЕНИЯ *JUGLANS REGIA L.* В
ЮЖНЫХ И ЮГО-ВОСТОЧНЫХ РЕГИОНАХ КАЗАХСТАНА И
МОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ИЗУЧЕНИЕ ПЛОДОВ ГРЕЦКОГО ОРЕХА**

Аннотация

Грецкий орех (*Juglans regia L.*) - одна из основных орехоплодных культур мирового значения. Сохранение и эффективное использование генетических ресурсов грецкого ореха является одним из основополагающих принципов селекционной работы. Поэтому важно изучать распространения грецкого ореха (*Juglans regia L.*) и их разнообразие, для новой селекционной программы и отбора превосходных генотипов. С этой целью был проведен мониторинг распространения *Juglans regia L.* в южных и юго-восточных регионах Казахстана и фенотипирование показателей качества плодов ореха. В результате мониторинга была сформирована коллекция из 60 образцов грецкого ореха: 30 образцов из Сайрам-Угамского государственного национального природного парка, 7 деревьев из село Машат, Тюлькубасского района Туркестанской области, 10 деревьев в районе села Саркырама в Сарыагашском районе Туркестанской области, 7 образцов из Кыргызской Республикой и 6 деревьев грецкого ореха из Алматинской области. Со всех деревьев был собран гербарный материал и плоды грецкого ореха (60 генотипов) с указанием географических координат места сбора материала на основе GPS, для дальнейшей работы в генетических исследованиях. В результате фенотипирование коллекции грецкого ореха по показателям качества плодов, были выявлены что плоды грецкого ореха, собранные на территории с. Машат в сравнении с коллекцией отличались наиболее крупным размером с диаметром $3,28 \pm 0,17$ см и длиной $3,29 \pm 0,21$ см. При сравнительной оценке качества плодов по массе ядра и выходу ядра были выделены наиболее продуктивных 6 образцов: №51 ($6,20 \pm 0,04$ г, $54,13 \pm 3,47\%$), №1 ($5,97 \pm 0,41$ г, $53,74 \pm 2,02\%$), №34 ($5,48 \pm 0,39$ г, $52,30 \pm 0,45\%$), №50 ($5,35 \pm 0,56$ г, $47,43 \pm 2,70\%$), №59 ($5,11 \pm 0,62$ г, $39,09 \pm 2,20\%$) и №24 ($5,07 \pm 0,72$ г, $45,18 \pm 2,70\%$). При оценке разнообразия изученные образцы грецкого ореха были сгруппированы в пять кластеров в соответствии с фенотипическими характеристиками коллекции грецкого ореха. В будущем, благодаря этой исследовательской работе, станет возможным изучение генетического разнообразия грецкого ореха, что поможет определить различные сорта, устойчивость к болезням, адаптацию к различным климатическим условиям и другие ценные генетические характеристики грецкого ореха.

Ключевые слова: грецкий орех, *Juglans regia L.*, мониторинг, дескриптор, плод, фенотипирование, коллекция грецкого ореха, морфология, кластерный анализ, корреляция, плодоношение.

Введение

Древесные орехи являются одним из древнейших источников пищи для человека, птиц и диких животных [1], и их история очень богата. Древние окаменелости доказывают их присутствие на земле задолго до появления человека. В настоящее время орехи являются ценным пищевым ресурсом, широко распространенным в северном полушарии из-за их очень высокой пищевой и декоративной ценности [2].

Ореховоплодовые леса, наряду с многочисленными функциями, имеют также большое продовольственное значение. Орех грецкий является деревом-комбинатом и справедливо И. В. Мичурин назвал его хлебом будущего. В этой связи, вопрос о создании промышленных плантаций плодового направления приобретет особую экономическую значимость.

Плоды ореха грецкого обладают высокой калорийностью (654 ккал на 100 г) и высоким содержанием белков (15,2 г), липидов (65,2 г), углеводов (13,7 г) и микроэлементов [3]. Грецкие орехи особенно богаты ненасыщенными жирными кислотами, включая олеиновую, линолевую и линоленовую кислоты [4]. Все побочные продукты производства ядра грецкого ореха могут быть использованы. Древесина грецкого высоко ценится за ударо- и жаростойкость, а также за красивый внешний вид [5].

Как известно, орех грецкий – *Juglans regia L.* принадлежит к роду *Juglans* давшему название всему семейству – *Juglandaceae Lindl.* (рисунок 1). Это свидетельствует о большом значении рода *Juglans* в семействе, и в частности *J. regia*. Слово “*Juglans*” происходит от латинских слов “*Jovis*” и “*Quercus*”, что означает «желудь Юпитера». Поскольку древние римляне также называли и каштан, то для их различия грецкому ореху добавили “*regia*”, т.е. «царский», или «королевский» [6].

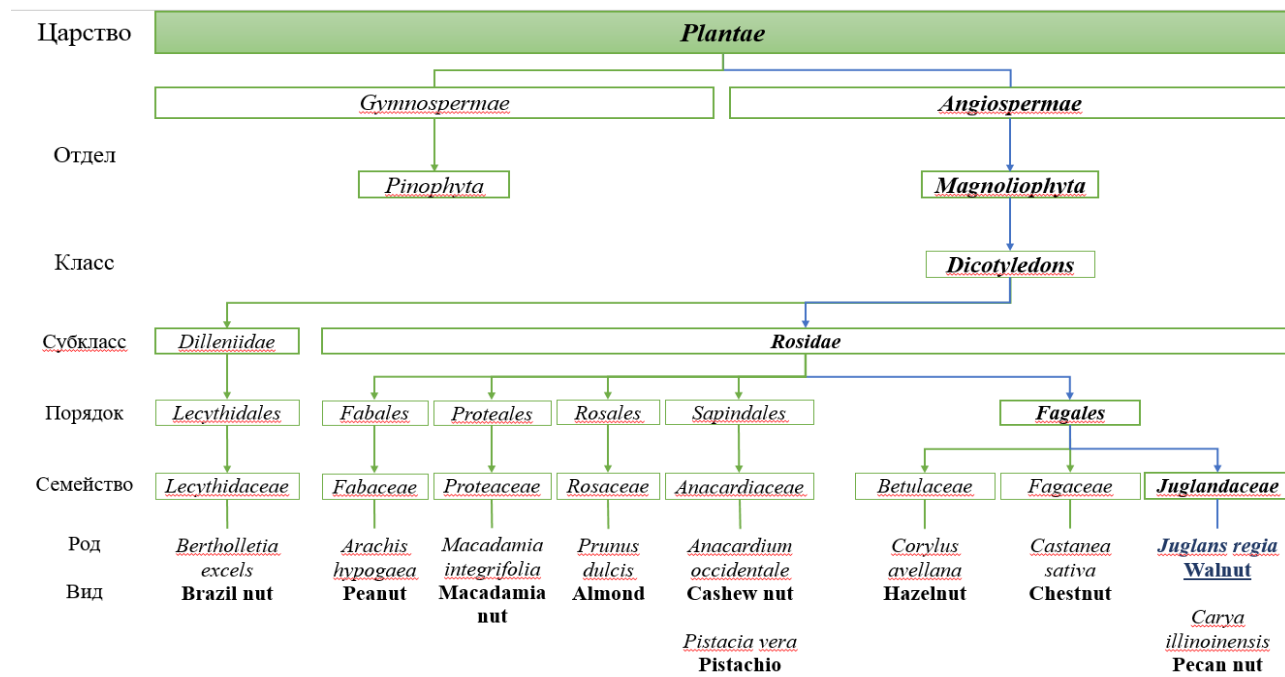


Рисунок 1 – Ботаническая классификация орехов, адаптированная Jacquesnet и Moneret-Vautrin (2007), в соответствии с филогенической группой покрытосеменных растений (APG III, 2009)

Грецкий орех (*Juglans regia L.*), центром происхождения которого является центральная Азия, культивируется в основном в северном полушарии между 30 и 50 градусами широты [7]. В Средней Азии, где сосредоточены наиболее крупные массивы ореховых лесов, грецкий орех встречается в разбросанных очагах, из которых основными являются три - Тянь-Шанский, Памироалтайский и Копетдагский. Грецкий орех также в диком состоянии распространен в

Афганистане, Иране, Малой Азии, на Кавказе и на Балканах. Есть указания, что он встречается в естественном состоянии и в Греции, Болгарии, Югославии, Румынии, Австрии [6].

Согласно последним приближенным данным, площади ореховых лесов Средней Азии распределяются следующим образом: в Западном Тянь-Шане (главным образом Кыргызстан, частично Узбекистан) - 44600 га, в Памире-Алтае (главным образом Таджикистан) - 15000 га, в Копет-Даге (Туркмения) - 100 га. Как видно, наиболее крупные массивы сосредоточены в Тянь-Шане. Здесь грецкий орех занимает склоны Ферганского и Чаткальского хребтов. Сюда же относится очаги ореховых лесов Пскемского и Угамского хребтов [6].

В настоящее время, основные страны производители грецкого ореха (Китай, США, Иран, Турция, Мексика, Франция) ведут селекционные программы для совершенствования сортимента по ряду параметров. Приоритетные направления селекции *Juglans regia* L. для большинства стран совпадают, однако, различия в климате, экономическом положении и прочим факторам сказываются на содержании селекционных программ [8]. У разных сортов те или иные свойства орехов выражены с разной интенсивностью: скороплодность, низкорослость, гроздевидность, тонкость скорлупы, содержание масла, латеральность, урожайность и разумеется, немаловажны и вкусовые качества [9].

Данная культура (орех) требовательная к климату и почве. Всего 7% земной поверхности пригодны для выращивания различных видов орехов – грецких, фундука, фисташек и других. И такая территория есть и в Казахстане. Необходимо пользоваться уникальной возможностью и развивать промышленное возделывание данной культуры [10]. Поскольку Казахстан находится на самой северной линии ареала произрастания орехов, то их промышленное выращивание возможно только в Южно-Казахстанской (Сайрам-Угамский государственный национальный природный парк) [11], Жамбылской, Алматинской и Кызылординской областях.

Морфологические исследования как предварительные подходы к селекции. Селекция растений всегда влияла на производство продуктов питания и играла жизненно важную роль в улучшении питания человека [12]. Однако это также привело к повышению однородности сельскохозяйственных культур в мире, способствуя повышению генетической уязвимости к биотическим и абиотическим стрессам [13]. По этим причинам важно лучше понять влияние современной селекции растений на генетическое разнообразие. Точно так же морфологические исследования и разумное управление этим разнообразием может оказать ценную помощь селекционерам. Орех грецкий отличается высоким полиморфизмом, разнообразие форм проявляется прежде всего в морфологических признаках плодов: размерах, форме, окраске и толщине скорлупы, выходу ядра [14]. Разнообразие зародышевой плазмы обычно оценивается с помощью морфологических дескрипторов. Обычно это первый шаг в классификации и описании зародышевой плазмы и в изучении наследуемости признаков для новой программы селекции и отбора превосходных генотипов [15]. С этой целью Международный союз по охране новых сортов растений (UPOV) предлагает рекомендации по определению отличимости, однородности и стабильности новых сортов для большинства растений. Таким образом, морфологические исследования дают направление для выбора сортов, подходящих для конкретных условий выращивания.

Объекты и методы исследований

Объектами исследования является коллекция грецкого ореха *Juglans regia* L. В коллекции были включены образцы грецкого ореха, произрастающие в Казахстане, Алматинской и Туркестанской областях, а также, зарубежный материал из Кыргызстана со сходным климатом.

Исследования проведены в полевых и лабораторных условиях. Проводили мониторинг распространения *Juglans regia* L. в южных и юго-восточных регионах Казахстана и фенотипирование показателей качества плодов ореха. Для определения ареала произрастания и сбора плодов и листьев грецкого ореха были проведены экспедиционные исследования и обследование основных районов выращивания грецкого ореха. Морфологическое описание образцов грецкого ореха (дерево, листья, плоды) было проведено с использованием

дескрипторов, рекомендованных Международным институтом изучения генетических ресурсов растений (International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI)) [15]. Отмечены были географические координаты мест сбора первичного материала грецкого ореха на основе GPS.

Фенотипирование качество плодов грецкого ореха определено было по 8 критериям (масса плода; диаметр плода; длина плода; толщина скорлупы; выход ядра; легкость отделения половинок; выполненность ореха; твердость скорлупы;). Средние значения параметров для данных образцов использовались для статистического анализа морфологических признаков.

Обобщение и оценка результатов исследований

Проведен мониторинг распространения *Juglans regia* L. с указанием географических координат и собран растительный материал образцов грецкого ореха в южных и юго-восточных регионах Казахстана. В результате экспедиционных работ была сформирована коллекция из 60 образцов грецкого ореха. Сбор дикорастущих образцов производился на территории Угамского филиала Сайрам-Угамского государственного национального природного парка (799-845 м над уровнем моря). Было описано 30 деревьев грецкого ореха различных возрастных групп в соответствии с международными дескрипторами. Популяция грецкого ореха в основном была представлена взрослыми деревьями (рисунок 2, А). Максимальный диаметр ствола дерева в популяции составлял 101,91 см, минимальный – 30,89 см. На пяти деревьях наблюдалось умеренно развитие бурой пятнистости, вызванной *Gnomonia leptostyia*. Уровень поражения варьировал в пределах 5-15%. У трех образцов отсутствовало плодоношение. У 27 плодоносящих деревьев были отобраны орехи. Плоды имели округлую форму с темной бугристой скорлупой средней прочности. В результате работы был произведен сбор гербарного материала для фенотипической характеристики растений.

На территории с. Машат, Тюлькубасского района Туркестанской области, на высоте 660-669 м над уровнем моря были описаны 7 деревьев грецкого ореха. Данная популяция характеризовалась средней высотой деревьев в пределах 10-20 м (рисунок 2, Б). У всех исследуемых образцов отмечено слабое плодоношение. Средний диаметр ствола деревьев составил $66,78 \pm 14,11$ см. Все плоды имели округлую форму преимущественно со светлой бугристой скорлупой.

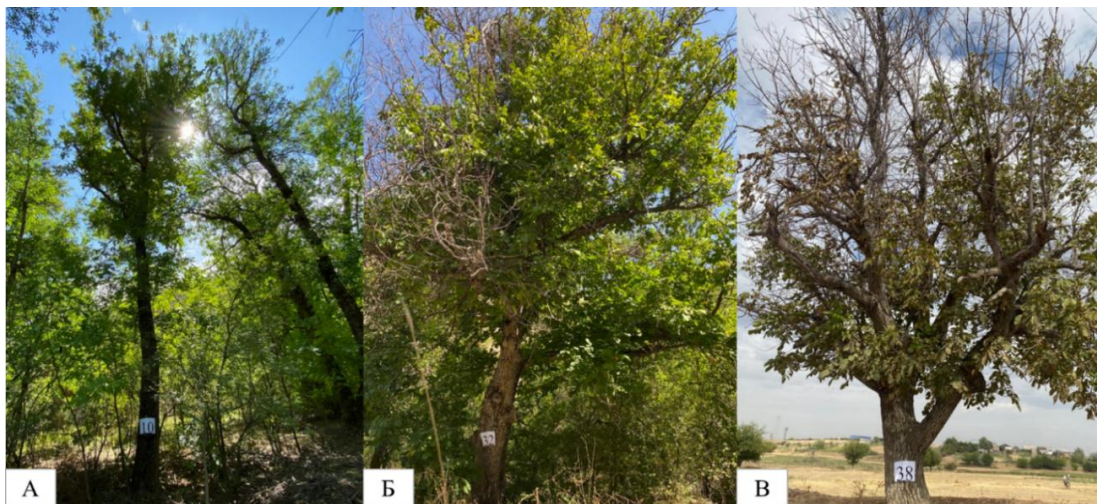


Рисунок 2 – Грецкий орех (*Juglans regia* L.) в различных популяциях: А – Сайрам-Угамский государственный национальный природный парк; Б – село Машат, Тюлькубасский район; В – с. Саркырама, Сарыагашский район

В районе села Саркырама в Сарыагашском районе Туркестанской области (рисунок 2, В) было обнаружено десять деревьев, расположенных на высоте от 575 до 580 метров над уровнем моря. Эта группа деревьев отличалась высокой степенью поражения плодов и листьев бурой пятнистостью грецкого ореха, которая составляла от 20 до 60%. Высота деревьев

варьировала от 10 до 20 метров (рисунок 2, в). Среднее значение диаметра ствола в популяции $56,78 \pm 12,11$ см. Кроме того, в данной популяции отмечено умеренное и обильное плодоношение. Плоды округлые со светлой окраской и бугристой скорлупой.

Семь образцов были собраны в Кыргызской Республике (Дашманский Государственный природный заповедник, Базар-Коргонский район, Джалал-Абадской области). При этом у двух деревьев выявлено слабое проявление бурой пятнистости грецкого ореха (до 10% поражения). Деревья отличались средней высотой в пределах 10-20 метров и средним уровнем плодоношения. Диаметр ствола в данной популяции составлял $53 \pm 3,54$ см. Плоды имели округлую форму и светлую бугристую скорлупу.

На территории Алматинской области был отобран материал с шести деревьев грецкого ореха. Два образца собраны в пределах г. Талгар, Талгарского района; три дерева находились в г. Алматы; один образец в г. Каскелен, Карасайский район. Диаметр ствола в среднем составлял $30,73 \pm 6,04$ см. Образцы отличались по цвету скорлупы (светлая и темная) и форме плодов (овальная и округлая).

Сформированная коллекция грецкого ореха была оценена по морфологическим характеристикам гербарного материала. На основе полученных данных был проведен сводный статистический анализ (таблица 1).

Таблица 1 – Сводная статистика коллекции грецкого ореха по основным морфологическим признакам

Признак	Мин.	Макс.	Среднее	SE	SD
Диаметр ствола, см	19,42	101,91	58,26	2,46	17,21
Длина сложного листа, см	31,50	51,40	39,82	0,71	4,99
Ширина сложного листа, см	10,10	34,30	24,77	0,51	3,57
Количество листочков, шт	5,30	8,20	6,37	0,10	0,73
Длина нижнего листочка, см	3,80	8,80	6,49	0,15	1,05
Длина верхнего листочка, см	12,00	25,60	19,07	0,37	2,58
Ширина нижнего листочка, см	2,80	6,20	4,23	0,10	0,71
Ширина верхнего листочка, см	8,60	17,20	11,66	0,24	1,67
Примечание – SE – стандартная ошибка, SD – стандартное отклонение.					

Для всех популяций были определены средние значения длины и ширины сложных листьев, количества листочков, а также параметры для листочков сложного листа.

Все листья с деревьев Сайрам-Угамского национального парка характеризовались отсутствием опушенности как листа, так и черешка, зеленым цветом черешка, и цельнокрайной листовой пластинкой. Наиболее часто встречались образцы с коричневыми черешками (63,3% образцов). Форма листовой пластинки также была разнообразной от широкоэллиптической (26,6%) до удлинённо-эллиптической (56,6%). Средняя длина сложного листа в популяции составляла $39,84 \pm 5,28$ см, ширина – $24,61 \pm 3,18$ см.

Количество листочков варьировало в пределах от 5 до 8. Длина самого короткого листочка составляла 3,8 см, самого длинного – 25,6 см. Ширина самого узкого листочка – 3 см, самого широкого – 17,2 см.

Деревья грецкого ореха в районе с. Машат имели коричневый окрас побегов без опушения. Черешки листьев имели зеленый окрас и также не имели опушения. Все листья имели цельнокрайний край листовой пластинки с преимущественно удлинённо-эллиптической формой. Средняя длина сложного листа составила $42,9 \pm 4,7$ см, ширина – $27,5 \pm 1,9$ см. Все листья в среднем имели по $6,2 \pm 0,8$ листочков. Длина нижних листочков варьировала в пределах 6,2-8 см, ширина от 4 до 5,6 см. Верхний листочек сложного листа имел следующие параметры: средняя длина $19,7 \pm 3,9$; средняя ширина – $12,9 \pm 1,7$.

Образцы, собранные в районе с. Саркырама, Сарыагашского района характеризовались отсутствием опушения на черешках и побегов. Все деревья имели коричневые побеги и

зеленые черешки. Листья были представлены эллиптической, широкоэллиптической и удлинненно-эллиптической формой. Сложный лист в среднем составлял $38,1\pm 3,8$ см в длину, 24 ± 2 см в ширину и имел по $6,4\pm 0,5$ листочков.

Для исследуемых деревьев Алматинской области и Кыргызской Республики были характерны следующие сходные черты: отсутствие опушения на черешках и побегах, цельнокрайний край листа, удлинненно-эллиптическая форма листа. Длина сложного листа составляла $47,8\pm 3,5$ см и $45,3\pm 3,2$ см, ширина $33,05\pm 2,8$ см в Кыргызской и Алматинской популяциях соответственно.

Фенотипирование коллекции грецкого ореха (*Juglans regia* L.) по показателям качества плодов. У 57 плодоносящих деревьев (95% коллекции) были собраны орехи для изучения морфологических характеристик плодов. Было отмечено разнообразие коллекции по форме, размеру и окраске плодов (рисунок 3).



Рисунок 3 – Образцы плодов грецкого ореха, собранные в различных популяциях

Плоды грецкого ореха, собранные на территории с.Машат в сравнении с коллекцией отличались наиболее крупным размером с диаметром $3,28\pm 0,17$ см и длиной $3,29\pm 0,21$ см. Данные плоды характеризовались средней толщиной скорлупы ($1,47\pm 0,33$ мм), средней массой ореха в скорлупе ($10,80\pm 1,3$ г) и выходом ядра $42,66\pm 6,38\%$.

Плоды деревьев, исследуемых в районе с. Саркырама имели округлую форму (диаметр ореха – $2,99\pm 0,27$; длина ореха – $3,08\pm 0,33$). У плодов также отмечена средняя толщина скорлупы ($1,49\pm 0,27$ мм). Один из образцов отличался толстой скорлупой ($2,16\pm 0,21$ мм; дерево №47). Средняя масса орехов в популяции составила $9,51\pm 1,40$ г, выход ядра – $41,66\pm 6,82\%$.

Наибольший выход ядра был отмечен в Алматинской популяции грецкого ореха – $46,07\pm 4,73\%$. Плоды имели среднюю массу ореха $10,24\pm 2,16$ г; наиболее тяжелые плоды отмечены у дерева №59 ($13,06\pm 1,05$ г), однако выход ядра составлял $39,09\pm 2,20$ %. Образец №51 собранный в районе г. Талгар при средней массе $11,48\pm 0,66$ г имел выход ядра $54,13\pm 3,47\%$.

В популяции грецкого ореха Сайрам-Угамского национального парка также наблюдались средние параметры плодов по диаметру ($2,91\pm 0,21$ см), длине ($2,98\pm 0,23$ см), тощине скорлупы ($1,50\pm 0,29$ мм). Девять образцов характеризовались легкой массой ореха в скорлупе (от 6 до 9 г). Выход ядра в среднем составлял $41,68\pm 8,26\%$.

Орехи из Кыргызской Республики имели следующие параметры плодов: диаметр – $3,24\pm 0,51$ см; толщина скорлупы $1,75\pm 0,22$ см; масса ореха в скорлупе $10,24\pm 2,16$ г; выход ядра – $46,07\pm 4,73\%$.

Все полученные данные по характеристикам плодов и листьев грецкого ореха были использованы для проведения корреляционного анализа (таблица 2). Были выявлены положительные достоверные корреляции между значениями диаметра плода, длины плода, массы ядра и массы ореха в скорлупе. Была обнаружена слабая положительная корреляция между толщиной скорлупы ореха и массой ореха ($r = 0,31$, $p < 0,05$), толщиной скорлупы и шириной сложного листа ($r=0,28$, $p < 0,05$). Параметр ширины сложного листа также положительно коррелировал со значениями длины ореха ($r=0,29$, $p < 0,05$) и массой ядра ($r =$

0.28, $p < 0.05$). Также были выявлены ожидаемые положительные корреляции по параметрам листьев.

*Кластеризация коллекции грецкого ореха (*Juglans regia* L.) на основе фенотипических данных.* На основе полученных данных фенотипирования коллекции была построена дендрограмма с использованием метода Варда (рисунок 4). При оценке фенотипического разнообразия все образцы были сгруппированы в пять кластеров. Первый кластер включал 5 образцов, собранных в Алматинской области, 2 образца с. Машат и одно дерево из популяции Сайрам-Угамского национального парка. Второй кластер группировал 13 образцов. Внутри кластера так же наблюдалась четкое отделение 5 кыргызских образцов грецкого ореха от смешанной группы.

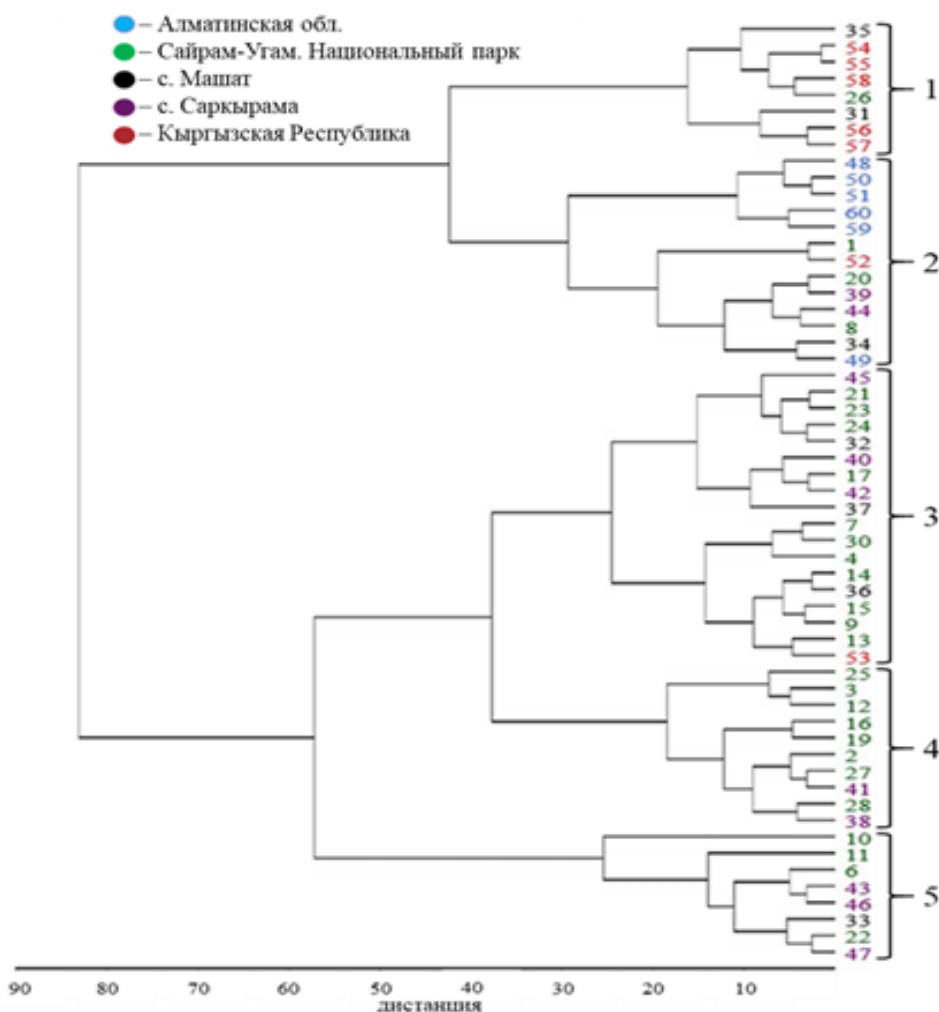


Рисунок 4 – дендрограмма 57 фенотипов по методу Варда, сгруппированных по фенотипическим признакам коллекции грецкого ореха

Третий кластер включал наибольшее количество фенотипов (18 шт.) и был преимущественно представлен Сайрам-Угамской популяцией грецкого ореха (11 шт.). В четвертом кластере также доминировали образцы из Сайрам-Угамского национального парка (8 шт.) и были представлены 2 образца из с. Саркырама. Пятый кластер представлял собой смешанную группу образцов из 8 образцов, собранных в Туркестанской области.

Таблица 2 – Корреляционный анализ по основным фенотипическим данным

Основные параметры плодов и листьев	Длина ореха	Диаметр ореха	Длина ореха	Толщина скорлупы	Масса ореха в скорлупе	Масса ядра	Длина сложного листа	Ширина сложного листа	Число листочков	Длина нижнего листочка	Длина верхнего листочка	Ширина нижнего листочка
Длина ореха	0,64***											
Толщина скорлупы	0,11 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,09 ^{ns}									
Масса ореха в скорлупе	0,73***	0,73***	0,59***	0,31*								
Масса ядра	0,61***	0,61***	0,57***	0,13 ^{ns}	0,76***							
Длина сложного листа	0,08 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,22 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,21 ^{ns}						
Ширина сложного листа	0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,29*	0,28*	0,2 ^{ns}	0,28*	0,74***					
Число листочков	-0,14 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,16 ^{ns}	-0,12 ^{ns}				
Длина нижнего листочка	0,06 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,44***	0,4**	0,13 ^{ns}			
Длина верхнего листочка	0,09 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,57***	0,43***	0,32*	0,58***		
Ширина нижнего листочка	0,12 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,1 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,1 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,7***	0,4**	
Ширина верхнего листочка	0,18 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	-0,2 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,31*	0,13 ^{ns}	0,32*	0,55***	0,75***	0,42**
Примечание – ns (nonsignificant) – не значимый, * – p < 0.05; ** – p < 0.01; *** – p < 0.001												

Заклучение

По итогам исследование проведен мониторинг распространения *Juglans regia* L. в южных и юго-восточных регионах Казахстана и фенотипированы показатели качества плодов ореха. В результате экспедиционных работ была сформирована коллекция из 60 образцов грецкого ореха: 30 образцов из Сайрам-Угамского государственного национального природного парка, 7 деревьев из село Машат, Тюлькубасского района Туркестанской области, 10 деревьев в районе села Саркырама в Сарыагашском районе Туркестанской области, 7 образцов из Кыргызской Республикой и 6 деревьев грецкого ореха из Алматинской области. Со всех деревьев был собран гербарный материал и плоды грецкого ореха *Juglans regia* L. (60 генотипов) с указанием географических координат места сбора материала на основе GPS, для дальнейшей работы в генетических исследованиях.

В результате фенотипирование коллекции грецкого ореха (*Juglans regia* L.) по показателям качества плодов, были выявлены что плоды грецкого ореха, собранные на территории с.Машат в сравнении с коллекцией отличались наиболее крупным размером с диаметром $3,28 \pm 0,17$ см и длиной $3,29 \pm 0,21$ см. При сравнительной оценке качества плодов по массе ядра и выходу ядра были выделены наиболее продуктивных 6 образцов: №51 ($6,20 \pm 0,04$ г, $54,13 \pm 3,47\%$), №1 ($5,97 \pm 0,41$ г, $53,74 \pm 2,02\%$), №34 ($5,48 \pm 0,39$ г, $52,30 \pm 0,45\%$), №50 ($5,35 \pm 0,56$ г, $47,43 \pm 2,70\%$), №59 ($5,11 \pm 0,62$ г, $39,09 \pm 2,20\%$) и №24 ($5,07 \pm 0,72$ г, $45,18 \pm 2,70\%$). На основе полученных данных фенотипирования коллекции была построена дендрограмма с использованием метода Уорда. При оценке разнообразия изученные образцы грецкого ореха были сгруппированы в пять кластеров в соответствии с фенотипическими характеристиками коллекции грецкого ореха. В будущем, благодаря этой исследовательской работе, станет возможным изучение генетического разнообразия грецкого ореха, что поможет определить различные сорта, устойчивость к болезням, адаптацию к различным климатическим условиям и другие ценные генетические характеристики грецкого ореха.

Финансирование: Исследования проводились при финансовой поддержке в рамках ПЦФ по проекту ИРН BR21882024 «Изучение биоразнообразия и разработка методов ex situ сохранения генетических ресурсов плодовых и орехоплодных растений» Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан.

Список использованных литератур

- 1 Woodroof J.G. Tree nuts: production, processing, products // AVI Pub. Co. – 1967.
- 2 Jaynes R.A. Handbook of North American nut trees // Northern Nut Growers Association. – 1969.
- 3 US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory (2015) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>. Accessed 9 Dec 2016
- 4 Maguire L.S., O’Sullivan S.M., Galvin K. et al. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut // Int J Food Sci Nutr. – 2004. – Vol. 55(3). – 171–178 pp. <https://doi.org/10.1080/09637480410001725175>
- 5 Колов О.В. Эколого-физиологическое обоснование повышения продуктивности ореха грецкого. Ф.: Илим, 1985. 224 с.
- 6 Турдукулов Э.Т. История развития ореха грецкого и его распространение // Региональный семинар по грецкому ореху (28-31 Июль), г. Бишкек, Кыргызстан. – 2011. – с 17-21.
- 7 Germain E. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.) // Acta Horticultura. – 1997. – Vol. 442. – 21-32 pp.
- 8 Solar A. Genetic resources of walnut (*J. regia* L.) improvement in Slovenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. / A. Ivancic, F. Stampar, M. Hudina. // Genet. Resour. Crop. Evol. – 2002. – Vol. 49(5). – 191-501 pp.
- 9 Кушнаренко С.В., Ромаданова Н.В., Турдиев Т.Т., Аралбаева М.М., Калыбаев Қ.Р. Сохранение в криобанке образцов грецкого ореха из нескольких популяций Сайрам-

Угамского Государственного Национального природного парка // Вестник КазНУ. Серия Экологическая. – 2022. – Vol. 71(2). – с. 72–80. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v71.i2.07>

10 Выращивание грецкий орех в Казахстане. [Электронный ресурс]. – 2018. <https://agroinfo.kz/vyrashhivat-greckij-orex-v-kazaxstane-ne-ekzotika-4/> (Дата обращения: 30.09.2024)

11 Утегенова Г.А., Кушнаренко С.В., Қалыбаев Қ.Р., Шораұлы Б., Огарь Н.П. Оценка состояния дикорастущей популяции ореха грецкого (*Juglans regia* L.) в Казахстане // Изденістер, нәтижелер. Исследования, результаты. – 2019. – № 2. – С. 276-285.

12 Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world // Science. – 2010. – Vol. 327(5967). – 818–822 pp. <https://doi.org/10.1126/science.1183700>

13 Keneni G., Bekele E., Intiaz M., Dagne K. Genetic vulnerability of modern crop cultivars: causes, mechanism and remedies // Int J Plant Res. – 2012. – Vol. 2(3). – 69–79 pp. <https://doi.org/10.5923/j.plant.20120203.05>

14 Smith J.S.C., Smith O.S. The description and assessment of distance between inbred lines of maize. 2: The utility of morphological - biochemical - and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines // Maydica. – 1989. – Vol. 34. – 151–161 pp.

15 Descriptors for walnut (*Juglans* spp.) // International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). – Rome, Italy. – 1994. – 51 p.

References

1 Woodroof J.G. Tree nuts: production, processing, products // AVI Pub. Co. – 1967.

2 Jaynes R.A. Handbook of North American nut trees // Northern Nut Growers Association. – 1969.

3 US Department of Agriculture, Agricultural Research Service, Nutrient Data Laboratory (2015) USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28. <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>. Accessed 9 Dec 2016

4 Maguire L.S., O’Sullivan S.M., Galvin K. et al. Fatty acid profile, tocopherol, squalene and phytosterol content of walnuts, almonds, peanuts, hazelnuts and the macadamia nut // Int J Food Sci Nutr. – 2004. – Vol. 55(3). – 171–178 pp. <https://doi.org/10.1080/09637480410001725175>

5 Kolov O.V. Ekologo-fiziologicheskoe obosnovanie povysheniya produktivnosti orekha greckogo. F.: Ilim, 1985. 224 s.

6 Turdukulov E.T. Istoriya razvitiya orekha greckogo i ego rasprostranenie // Regional'nyj seminar po greckomu orekhu (28-31 Iyul'), g. Bishkek, Kyrgyzstan. – 2011. – s 17-21.

7 Germain E. Genetic improvement of the Persian walnut (*Juglans regia* L.) // Acta Horticultura. – 1997. – Vol. 442. – 21-32 pp.

8 Solar A. Genetic resources of walnut (*J. regia* L.) improvement in Slovenia: Evaluation of the largest collection of local genotypes. / A. Ivancic, F. Stampar, M. Hudina. // Genet. Resour. Crop. Evol. – 2002. – Vol. 49(5). – 191-501 pp.

9 Kushnarenko S.V., Romadanova N.V., Turdiev T.T., Aralbaeva M.M., Kalybaev Қ.Р. Sohranenie v kriobanke obrazcov greckogo orekha iz neskol'kih populyacij Sajram-Ugamskogo Gosudarstvennogo Nacional'nogo prirodnogo parka // Vestnik KazNU. Seriya Ekologicheskaya. – 2022. – Vol. 71(2). – с. 72–80. <https://doi.org/10.26577/EJE.2022.v71.i2.07>

10 Vyrashchivanie greckij orekh v Kazahstane. [Elektronnyj resurs]. – 2018. <https://agroinfo.kz/vyrashhivat-greckij-orex-v-kazaxstane-ne-ekzotika-4/> (Дата obrashcheniya: 30.09.2024)

11 Utegenova G.A., Kushnarenko S.V., Қалыбаев Қ.Р., Шораұлы Б., Огарь Н.П. Ocenka sostoyaniya dikorastushchej populyacii orekha greckogo (*Juglans regia* L.) v Kazahstane // Izdenister, nәtizheler. Issledovaniya, rezul'taty. – 2019. – Vol. № 2. – S. 276-285.

12 Tester M., Langridge P. Breeding technologies to increase crop production in a changing world // Science. – 2010. – Vol. 327(5967). – 818–822 pp. <https://doi.org/10.1126/science.1183700>

13 Keneni G., Bekele E., Imtiaz M., Dagne K. Genetic vulnerability of modern crop cultivars: causes, mechanism and remedies // Int J Plant Res. – 2012. – Vol. 2(3). – 69–79 pp. <https://doi.org/10.5923/j.plant.20120203.05>

14 Smith J.S.C., Smith O.S. The description and assessment of distance between inbred lines of maize. 2: The utility of morphological - biochemical - and genetic descriptors and a scheme for the testing of distinctiveness between inbred lines // Maydica. – 1989. – Vol. 34. – 151–161 pp.

15 Descriptors for walnut (*Juglans* spp.) // International Plant Genetic Resources Institute (IPGRI). – Rome, Italy. – 1994.

**Қ. Бахытұлы*¹, А.М. Кохметова¹, А.Т. Умирзакова², А.С. Кулиев³,
М.Т. Кумарбаева¹, Ж.С. Кеушилов¹**

¹Өсімдіктер биологиясы және биотехнологиясы институты, Алматы, Қазақстан Республикасы, kanat1499@gmail.com*, gen_kalma@mail.ru, madina_kumar90@mail.ru, Jeka-Sayko@mail.ru

² Сайрам-Өгем мемлекеттік ұлттық табиғи паркі, Шымкент, Қазақстан Республикасы, nauka_sayramugam@mail.ru

³ ҚР ҰҒА биология институтының ормандарды зерттеу ғылыми-өндірістік орталығы, Бішкек, Қырғыз Республикасы, arstan-66@mail.ru

ҚАЗАҚСТАННЫҢ ОҢТҮСТІК ЖӘНЕ ОҢТҮСТІК-ШЫҒЫС ӨНІРЛЕРІНДЕ *JUGLANS REGIA L.* ТАРАЛУ МОНИТОРИНГІ ЖӘНЕ ГРЕК ЖАҢҒАҚ ЖЕМІСТЕРІН МОРФОЛОГИЯЛЫҚ ЗЕРТТЕУ

Аңдатпа

Грек жаңғағы (*Juglans regia L.*) - әлемдік маңызы бар негізгі жаңғақ дақылдарының бірі. Жаңғақтың генетикалық ресурстарын сақтау және тиімді пайдалану селекциялық жұмыстың негізгі принциптерінің бірі болып табылады. Сондықтан жаңғақтың таралуын (*Juglans regia L.*) және олардың әртүрлілігін зерттеу, жаңа селекциялық бағдарлама мен тамаша генотиптерді сұрыптау үшін маңызды. Қазақстанның оңтүстік және оңтүстік-шығыс өңірлерінде *Juglans regia L.* таралуына мониторинг жүргізілді және жаңғақ жемістерінің сапа көрсеткіштерін фенотиптеу жүргізілді. Экспедициялық жұмыстардың нәтижесінде 60 грек жаңғағының үлгілері жиналды: Сайрам-Өгем мемлекеттік ұлттық табиғи паркінен 30 үлгі, Түркістан облысы Түлкібас ауданы Машат ауылынан 7 ағаш, Түркістан облысы Сарыағаш ауданындағы Сарқырама ауылынан 10 ағаш, Қырғыз Республикасынан 7 үлгі және Алматы облысынан 6 жаңғақ ағашы. Барлық ағаштардан гербарий материалы мен жаңғақ жемістері (60 генотип) GPS негізіндегі материалды жинау орнының географиялық координаттарын көрсете отырып, генетикалық зерттеулерде одан әрі жұмыс істеу үшін жиналды. Жеміс сапасының көрсеткіштері бойынша, жаңғақ коллекциясын фенотиптеу нәтижесінде, Машат ауыл аумағында жиналған жаңғақ жемістері жалпы коллекциямен салыстырғанда диаметрі $3,28 \pm 0,17$ см және ұзындығы $3,29 \pm 0,21$ см болатын ең үлкен өлшеммен ерекшеленетіні анықталды. Ядро массасы мен ядроның шығуы бойынша жеміс сапасын салыстырмалы бағалау кезінде ең өнімді үлгілер анықталды: №51 ($6,20 \pm 0,04$ г, $54,13 \pm 3,47\%$), №1 ($5,97 \pm 0,41$ г, $53,74 \pm 2,02\%$), №34 ($5,48 \pm 0,39$ г, $52,30 \pm 0,45\%$), №50 ($5,35 \pm 0,56$ г, $47,43 \pm 2,70\%$), №59 ($5,11 \pm 0,62$ г, $39,09 \pm 2,20\%$) және №24 ($5,07 \pm 0,72$ г, $45,18 \pm 2,70\%$). Әртүрлілікті бағалау кезінде зерттелген жаңғақ үлгілері жаңғақ коллекциясының фенотиптік сипаттамаларына сәйкес бес кластерге топтастырылды. Болашақта осы зерттеу жұмысының арқасында жаңғақтың генетикалық әртүрлілігін зерттеуге болады, бұл әртүрлі сорттарды, ауруға төзімділікті, әртүрлі климаттық жағдайларға бейімделуді және жаңғақтың басқа да құнды генетикалық сипаттамаларын анықтауға көмектеседі.

Кілт сөздер: грек жаңғағы, *Juglans regia L.*, мониторинг, дескриптор, жаңғақ жемісі, фенотиптеу, грек жаңғағы коллекциясы, морфология, кластерлік талдау, корреляция, жеміс беру.

**K. Bakhytuly*¹, A.M. Kokhmetova¹, A.T. Umirzakova², A.S. Kuliev³,
M.T. Kumarbayeva¹, Zh.S. Keishilov¹**

¹*Institute of Plant Biology and Biotechnology, Almaty, Republic of Kazakhstan,
kanat1499@gmail.com*, gen_kalma@mail.ru, madina_kumar90@mail.ru, Jeka-Sayko@mail.ru*

²*Sairam-Ugam State National Natural Park, Shymkent, Republic of Kazakhstan,
nauka_sayramugam@mail.ru*

³*Scientific and Production Center for Forest Research of the Institute of Biology of the
National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic,
Bishkek, Kyrgyz Republic, arstan-66@mail.ru*

MONITORING THE SPREAD OF *JUGLANS REGIA L.* IN THE SOUTHERN AND SOUTHEASTERN REGIONS OF KAZAKHSTAN AND MORPHOLOGICAL STUDY OF WALNUT FRUITS

Abstract

Walnut (*Juglans regia L.*) is one of the main nut crops of world importance. The conservation and effective use of walnut genetic resources is one of the fundamental principles of breeding work. Therefore, it is important to study the distribution of walnut (*Juglans regia L.*) and their diversity, for a new breeding program and selection of excellent genotypes. For this purpose, the distribution of *Juglans regia L.* was monitored in the southern and southeastern regions of Kazakhstan and phenotyping of nut fruit quality indicators. As a result of the expedition work, a collection of 60 walnut samples was formed: 30 samples from the Sairam-Ugam State National Natural Park, 7 trees from the village of Mashat, Tulkubas district of Turkestan region, 10 trees near the village of Sarkyrama in the Saryagash district of Turkestan region, 7 samples from the Kyrgyz Republic and 6 walnut trees from the Almaty region. Herbarium material and fruits of the walnut were collected from all the trees. (60 genotypes) indicating the geographical coordinates of the collection site based on GPS, for further work in genetic research. As a result of phenotyping of the walnut collection (*Juglans regia L.*) in terms of fruit quality, it was revealed that the walnut fruits collected on the territory of Mashat village, in comparison with the collection, differed in the largest size with a diameter of 3.28 ± 0.17 cm and a length of 3.29 ± 0.21 cm. In a comparative assessment of fruit quality by kernel weight and kernel yield, the most productive samples №51 (6.20 ± 0.04 g) were identified, 54,13±3,47%), №1 (5.97 ± 0.41 g, 53,74±2,02%), №34 (5.48 ± 0.39 g, 52.30±0.45%), №50 (5.35 ± 0.56 g, 47,43±2,70%), №59 (5.11 ± 0.62 g, 39.09±2.20%) and №24 (5.07 ± 0.72 g, 45.18±2.70%). In assessing the diversity, the studied walnut samples were grouped into five clusters according to the phenotypic characteristics of the walnut collection. In the future, thanks to this research work, it will be possible to study the genetic diversity of walnuts, which will help determine different varieties, disease resistance, adaptation to different climatic conditions and other valuable genetic characteristics of walnuts.

Key words: walnut, *Juglans regia L.*, monitoring, descriptor, fruit, phenotyping, walnut's collection, morphology, cluster analysis, correlation, fruiting.