

УДК 634.451:631.52
AGRIS F30

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/112/41>

ОЦЕНКА ГЕНЕТИЧЕСКОГО РАЗНООБРАЗИЯ ХУРМЫ В ШЕКИ-ЗАГАТАЛЬСКОМ ЭКОНОМИЧЕСКОМ РАЙОНЕ АЗЕРБАЙДЖАНА

©*Бахшалиева Н. З.*, ORCID: 0000-0003-0142-0851, канд. биол. наук,
Бакинский государственный университет, г. Баку, Азербайджан, natavanscience@gmail.com

EVALUATION OF GENETIC DIVERSITY OF PERSIMMON IN SHEKI-ZAGATALA ECONOMIC REGION OF AZERBAIJAN

©*Bakhshaliyeva N.*, ORCID: 0000-0003-0142-0851, Ph.D.,
Baku State University, Baku, Azerbaijan, natavanscience@gmail.com

Аннотация. Хурма в Азербайджане является одной из основных экспортных культур. Изучение разнообразия этих растений, понимание их эволюции и адаптации является важным для направленной селекционной работы по выведению сортов, которые в частности смогут сочетать сохранение большинства ценных характеристик с длительным хранением. Целью данного исследования было проделать предварительную работу по оценке генетического разнообразия хурмы, которая сейчас выращивается в Азербайджане. Исследования проводились в ходе июня-июля 2023 года. В ходе работы были осмотрены насаждения хурмы в Шеки-Загатальском экономическом районе и отобраны 30 растений, которые отличались по морфологическим показателям и вероятно принадлежали к разным сортам. Во время непосредственной полевой работы было описано каждое растение по следующим параметрам: высота дерева, форма его кроны, длина, форма и цвет листьев, цвет и размер цветов, однодомное или двудомное растение. Генетический материал экстрагировали по протоколу Doyle & Doyle (1987), очищали электрофоретическим методом и проверяли чистоту с помощью спектрофотометра. В результате было сделано предположение, что высокие деревья хурмы чаще имеют пирамидальную форму кроны, а низкие - широкую овальную, также деревья с овальной кроной чаще имеют овальные или сердцевидные листья, тогда как деревья с пирамидальной кроной — эллиптические. Генетический анализ подтвердил, что все 30 образцов хурмы, вероятно, принадлежат к разным сортам, что и было определено морфологически. Однако, 25 образцов имели загрязнение, что может повлиять на точность последующих результатов. Материалы, собранные в ходе этой работы, будут использованы в дальнейшем для установления генетического родства рассмотренных сортов хурмы и начала формирования банка зародышевой плазмы этой культуры в Азербайджане.

Abstract. Persimmon is one of the main export crops in Azerbaijan. The aim of the study was to assess the genetic diversity of persimmon in Azerbaijan. The studies were conducted in June-July 2023. Persimmon plantations in the Sheki-Zagatala economic region were studied. 30 plants were selected that differed in morphological parameters and probably belonged to different varieties. During direct field work, each plant was described by the following parameters: tree height, crown shape, length, shape and color of leaves, color and size of flowers, monoecious or dioecious plant. Genetic material was extracted according to the Doyle & Doyle (1987) protocol, purified by electrophoresis and purity tested using a spectrophotometer. As a result, it was suggested that tall persimmon trees often have a pyramidal crown shape, while short trees have a wide oval shape.

Also, trees with an oval crown often have oval or heart-shaped leaves, while trees with a pyramidal crown have elliptical leaves. Genetic analysis confirmed that all 30 persimmon samples probably belong to different varieties. 25 samples had contamination. The materials collected during this work will be used in the future to establish the genetic relationship of the persimmon varieties examined in Azerbaijan.

Ключевые слова: *Diospyros*, селекция, плодовые культуры, садоводство, экстракция, контаминация.

Keywords: *Diospyros*, selection, fruit crops, horticulture, extraction, contamination.

Хурма (*Diospyros L*) – это фрукт, происхождение которого связывают с Восточно-Азиатским регионом, где он является достаточно популярным. Хурму ценят за приятный вкус, высокое содержание антиоксидантов и микроэлементов, в частности употребление хурмы связывают с профилактикой дефицита йода. В Европе и Америке популярность этого фрукта дополнительно обусловлена его экзотичностью [1].

История выращивания хурмы в Азербайджане предположительно начинается в IV веке н.э. и связана с Японией, откуда, как предполагают, и завезли первые растения. В последние годы существования Российской империи, территории Азербайджана были основным поставщиком этого фрукта внутри государства, этот статус окончательно укрепился за Азербайджанской народной республикой во времена СССР [2].

Из более 500 видов, в стране выращивается 3, принадлежащих к роду *Diospyros L*, один из них *Diospyros lotus*, или хурма Кавказская, даже занесен в Красную книгу [3].

Сейчас, согласно данным базы FAOSTAT за 2019 г, Азербайджан вошел в 6 крупнейших производителей хурмы в мире, зафиксировав сбор почти 150 тыс т плодов. Среди краев Азии, что является регионом, который осуществляет наибольший вклад в производство хурмы, Азербайджан занял 4 место, уступив лишь Китаю, Корею и Японии. В этом же отчете FAOSTAT также указано, что Азербайджан демонстрирует тенденцию к наиболее быстрому приросту сбора урожайности, на мировом уровне, что достигает от 4 до 10% [4].

В период с 2019 по 2022 годы добыча хурмы на 510% удовлетворяла внутренний спрос Азербайджана, что побудило С. Гаджиева и С. Джафарова в разные годы внести этот фрукт в перечень сельскохозяйственной продукции с неиспользованным экспортным потенциалом [5, 6]. Между работами авторов с 2022 по 2024 годы прошло два года, за которые произошел как рост экспорта так и повышение производительности выращивания хурмы в стране [6].

Согласно оценке CAGR (Compound annual growth rate), проводившейся в 2024 г, прогнозируется значительный рост мирового рынка хурмы в промежутке с 2023 до 2031 года [7]. В данных условиях, а также из-за изменения климата, выращивание хурмы начали в ряде стран, для которых эта культура не была широко присуща ранее: в Бразилии, Италии, Австралии, Новой Зеландии и т.д. [8-10].

Ряд авторов из разных регионов, такие как Ф. Хиль-Муньюс, М. Бласко, Й. Донг и Л. Ванг, отмечают важность осознанной селекционной работы с сортами хурмы, поскольку от этого зависят органолептические признаки полученных плодов и их пригодность к употреблению и хранению [11-13]. Эти и другие авторы, в частности П. Пече и Т. Хуршид отмечают, что сейчас распространена проблема неконтролируемого перекрестного опыления и распространенных ошибок в маркировке, что вместе с отсутствием централизованных банков зародышевой плазмы во многих странах, приводит к нецелевому использованию земельных, материальных и человеческих ресурсов для выращивания плодов с

неудовлетворительными или нежелательными органолептическими характеристиками: чрезмерной терпкостью, вязущим вкусом, слишком тонкой кожурой что делает невозможным транспортировку и длительное хранение и т.д. [11-15].

Именно с неконтролируемым перекрестным опылением связывают дифференциацию сортов хурмы на четыре типа в зависимости от их терпкости и текстуры. Некорректная маркировка же часто является проблемой стран, где начали выращивать фрукт не так давно [8-9, 14-15].

Судя по опыту З. Муратан и Л. Шевчук осознанная работа с генетическим разнообразием выращиваемых сейчас сортов также может позволить зафиксировать определенные признаки зональности и найти генетические признаки, отвечающие за различие характеристик растений и, соответственно, их плодов, выращиваемых в различных климатических условиях и на разной высоте [16-17].

Несмотря на то, что культура выращивания хурмы в Азербайджане достаточно древняя и длится более тысячелетия, пока в стране нет общего банка зародышевой плазмы этих растений и упорядоченной статистики по распространенности и состоянию выращивания различных сортов. Целью данной работы является первичный этап сбора данных о разнообразии генотипов плодовых деревьев хурмы, в районах где ее наиболее активно выращивают.

Материалы и методы

Исследование проводилось в областном научном центре Национальной академии наук (НАН) Шекинского района Азербайджана, в отделе биохимии растений.

Для работы было отобрано 30 образцов различных сортов хурмы рода *Diospyros L.* - одного из трех, встречающихся на территории Азербайджана, в частности Шеки-Загатальского экономического района, где и было проведено исследование. Для выбора конкретных регионов использованы отчетные данные о состоянии выращивания хурмы за последние годы [18, 19]. Частные сады, которые собственно предоставляли материалы для исследования, были расположены в четырех районах: Balakən, Zaqatala, Qax и Şəki. В каждом из этих районов для полевых исследований в течение июня 2023 года было выбрано по два населенных пункта.

В качестве материала для экстракции ДНК было решено использовать листья растений. Сбор проводили в конце июня и в начале июля 2023 года, сразу после завершения фазы цветения. Основные морфологические характеристики деревьев из которых отбирались образцы, были описаны. Отбирались молодые органы среднего размера и без видимых повреждений, с таким расчетом, чтобы получить не менее 20 г зеленой массы для каждого из образцов. Транспортировка к месту проведения основной части исследования проводилась в пределах 2-3 часов.

При подготовке к дальнейшей работе, листья были промыты под проточной водой, для очистки от механического загрязнения. Избыток воды убрали с помощью бумажных полотенец. Далее проведена поверхностная стерилизация путем погружения образцов в 0,5% раствор гипохлорида натрия на время от 4 до 5 минут, для уменьшения вероятности попадания постороннего генетического материала в финальные образцы.

Собственно экстракцию ДНК было проведено по стандартному бесплатному протоколу СТАВ (cetyltrimethylammonium bromide), модификации Doyle & Doyle (1987) [20].

Отобрано по 50 мг зеленой массы для каждого из образцов. Для облегчения разрушения клеточных покровов применена гомогенизация с использованием жидкого азота. Полученный мелкофракционный порошок распределен по эпидорфам, объемом 2 мл. В

каждый добавлено 750 мл 2%-го раствора заранее подготовленного СТАВ буфера. Последний из компонентов буфера - β-меркаптоэтанол вносился уже перед самым использованием.

Инкубирование проходило при 64°C и длилось 45 минут, после чего раствор был последовательно дважды перенесен в хлороформ-изоамиловый спирт и один раз в изопропанол температурой -20°C. После инкубации и каждого из этапов промывки происходило центрифугирование в течение 10 минут и при 12 000 оборотов. Первые два раза отобрано супернатант, осадок ДНК, полученный при последнем этапе центрифугирования промыто 70% этанола. Высушивание продолжалось до следующего дня, в открытых эпиндорфах, накрытых стерильной фильтровальной бумагой.

Дополнительная очистка образцов от посторонних нуклеиновых кислот осуществлена с помощью РНК-азы. Образец растворен в растворе хлорида натрия и инкубирован при 37°C в течение 30 минут. В качестве детергента использовали ТЕ буфер, после чего очищенную ДНК повторно промывали этиловым спиртом.

Концентрацию ДНК в полученных образцах определяли с использованием метода электрофореза в агарозном геле. Чистота проверена путем определения разницы поглощения ультрафиолетовых лучей в диапазоне от 220 до 320 нм длиной, с помощью метода спектрофотометрии [21].

Полученные результаты использовали для трактовки генетического разнообразия сортов хурмы исследуемого региона.

Результаты

Забор материала проведен с меньшей территориальной однородностью. Было получено 30 образцов, неравномерно распределенных по административным единицам. В районе Балакен собрано 11 образцов — почти 37% от всего исследуемого материала. Большинство образцов, как собранных в этом районе так и с учетом других населенных пунктов, пришлось на Геракли — 6 комплектов листьев с деревьев предположительно разных сортов. Еще по 1 образцу получено в двух других населенных пунктах данного района Куллар и Айлыгбина. Следующий по количеству образцов район — Шеки. Всего получено 8 образцов, распределенных как 5 и 3 между Баккал и Гейнюк. В районе Гах полученных образцов было 6, и они равномерно распределились между Зерне и Лакит. Меньше всего образцов в итоге получено в Загатала: 3 в Мамрух и 2 в Узунгазмалаг — суммарно 5 для всего района. Каждый образец был закодирован буквенно-цифровым обозначением. Они состояли из двух букв, соответствующих первым буквам названия района и населенного пункта в которых проводился сбор материала, и двухцифрового номера присвоенного индивидуально (Таблица).

Таблица
БУКВЕННО-ЦИФРОВЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ ОБРАЗЦОВ,
СООТВЕТСТВУЮЩИХ РЕГИОНАМ И НАСЕЛЕННЫМ ПУНКТАМ СБОРА

№	Название образцов	Регион, где были собраны образцы	Деревня, где были собраны образцы
1.	BG-02	Балакен	Геракли
2.	BA-03	Балакен	Айлыгбина
3.	ZU-01	Загатала	Узунгазмалаг
4.	BG-03	Балакен	Геракли
5.	QL-03	Гах	Лакит
6.	ZM-03	Загатала	Мамрух

№	Название образцов	Регион, где были собраны	Деревня, где были собраны
7.	ZM-02	Загатала	Мамрух
8.	BG-06	Балакен	Геракли
9.	ŞB-03	Шеки	Баккал
10.	ŞG-01	Шеки	Гейнюк
11.	ŞB-05	Шеки	Баккал
12.	BA-01	Балакен	Аджилыкбина
13.	ŞB-04	Шеки	Баккал
14.	ŞG-03	Шеки	Гейнюк
15.	BG-05	Балакен	Геракли
16.	BG-01	Балакен	Геракли
17.	BG-07	Балакен	Геракли
18.	ŞB-02	Шеки	Баккал
19.	QZ-03	Гах	Зерне
20.	QZ-04	Гах	Зерне
21.	ZM-01	Загатала	Мамрух
22.	ZU-02	Загатала	Узунгазмалаг
23.	QL-01	Гах	Лакит
24.	QL-02	Гах	Лакит
25.	BA-02	Балакен	Аджилыкбина
26.	BQ-01	Балакен	Куллар
27.	BG-04	Балакен	Геракли
28.	ŞG-02	Шеки	Гейнюк
29.	ŞB-01	Шеки	Баккал
30.	QZ-05	Гах	Зерне

В дальнейшем образцы будут упоминаться в тексте с использованием индивидуального кода.

Описание полученного материала

Каждый образец листьев был получен из растения, имевшего какой-то характерный сортовой признак или комбинацию признаков, которая на морфологическом уровне отличала его от других. Образец BG-02 собран с пятилетнего дерева около 7 м высотой, с широкой пирамидальной кроной и мелкими белыми цветками. Цветки разнополые, растение однодомное. Собственные листья 10-15 см длиной, эллиптической формы, заостренные на конце и с зубчатыми краями. Его цвет темно-зеленый, насыщенный, поверхность блестящая. Листовая пластина достаточно жесткая.

Следующий образец BA-03, был получен из сравнительно невысокого четырехлетнего дерева, высотой 4,5 м. Форма кроны широкая и округлая, довольно сильно отличается от предыдущего образца. Листья 8-12 см длиной, овальные, слегка заостренные на конце, также с зубчатыми краями и светло-зеленого яркого цвета без особого блеска. Цветки обоеполые, мелкие и белые. Мужские и женские цветки находились на одном растении.

Дерево с которого отобран следующий образец из того же района BG-06, также было не очень высоким и достигало 5 м в высоту. Крона подобна предыдущей описанной - округлая и широкая. Листья сердцевидные, с зубчатыми краями, темно-зеленого цвета и с блестящей поверхностью. Средний размер листьев этого сорта 8-12 см в длину. Цветы, как и в предыдущих случаях, мелкие белые и обоеполые, а растение однодомное.

Так же однодомное растение образца ВG-05. Его цветы мелкие белые и обоеполые. Крона широкая и пирамидальная, а высота дерева чуть больше 7 м. Листья овальные, слегка заостренные на конце, с ровными краями, светло-зеленые, 10-15 см длиной и без специфического блеска.

Образец ВG-01 был собран с самого высокого дерева 12 м высотой. Его крона была широкой округлой формы, листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 10-15 см длиной. Мелкие белые цветы разнополые и размещаются на разных деревьях. Образец был отобран у растения с женскими цветками.

ВG-07: дерево высотой 7,5 м, с широкой пирамидальной кроной и мелкими белыми разнополыми цветками. Растение однодомное. Отобранные листья эллиптической формы, заостренные на конце, с зубчатыми краями, насыщенного темно-зеленого цвета, блестящие, 12-18 см длиной.

ВG-04: дерево высотой 4 м, форма кроны широкая, округлая. Листья овальные, слегка заостренные на конце, с зубчатыми краями, светло-зеленые и примерно 8-12 см длиной. Растение однодомное, с мелкими белыми разнополыми цветками.

ВG-03: взрослое дерево достигало 6,5 м в высоту, крона широкая, округлая. Цветки мелкие, белые, обоеполые. Растение однодомное. Листья овальные, слегка заостренные на конце, с зубчатыми краями, светло-зеленые, блестящие. Их длина составляла 8-12 см.

Дерево образца ВА-01 также принадлежало к невысоким — 5 м высотой, с характерной для невысоких деревьев хурмы широкой округлой кроной. Для этого сорта характерны специфического вида листья: сердцевидные, с зубчатыми краями, 8-12 см длиной. Основной цвет этих листьев был блестящий темно-зеленый, но светлые и желтые пятна придавали им пестрый вид. Само растение однодомное, с типичными белыми разнополыми цветками.

Предпоследний образец из Балакен это ВА-02. Дерево высотой 5 м, с широкой овальной кроной. Листья по форме овальные, заостренные на конце слабо, с зубчатыми закругленными краями, светло-зеленого цвета и длиной 8-12 см.

ВQ-01 - последний образец из Балакен и единственный из Куллар. Дерево высотой 7 м, с широкой пирамидальной кроной. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 12-18 см длиной. Цветы типичные, разнополые, расположены на одном растении. Плоды этого сорта черные, что отличает его от уже рассмотренных растений.

Следующий блок включает образцы отобранные в районе Загаталла. ZU-01 — взрослое дерево достигало чуть более 4 м в высоту. Крона широкая, округлая, немного напоминает таковую у яблони. Листья сердцевидной формы, края зубчатые, листовая пластина темно-зеленого цвета с характерным блеском. Длинной 8-12 см. Однодомное растение с типичными для хурмы цветками. Для плодов характерна плотная твердая мякоть. Для дерева с которого был собран образец ZU-02 характерна относительно большая высота, оно достигало около 9,5 м. Крона широкая, округлая, больше присуща более низким сортам. Листья 12-15 см длиной, эллиптические, типично заостренные на конце, с присущими большинству растений хурмы зубчатыми краями. Цвет листовой пластины темно-зеленый, присутствует характерный блеск. Однодомное растение с типичными для своего рода мелкими белыми цветками.

Еще один образец отобран с дерева с небольшой высотой и характерным для него морфотипом — ZM-01. Материнское растение однодомное, с типичными цветками, широкой округлой кроной и высотой около 6,5 м. Листья типичные овальные, слегка заостренные на конце, с зубчатыми краями, светло-зеленые, длиной 8-12 см. Характерным для этого сорта является «румянец» - большие округлые красные пятна на оранжевой кожуре.

ZM-02 — образец отобран с невысокого дерева высотой 4,5 м, для которого при этом была характерна широкая пирамидальная форма. Листья, подобно предыдущему образцу, эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, однако при этом больше и достигают 10-15 см длиной. Для этого сорта присущ светлый желто-оранжевый цвет кожуры и сравнительно небольшой размер плодов.

Последний образец из этого района ZM-03. Собранный с невысокого шестилетнего дерева, едва достигавшего 4 м. Типичная широкая округлая форма кроны. Листья сердцевидные, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 8-12 см длиной. Однодомное растение с типичными цветками, несколько меньшего размера. Цветы были расположены на ветвях группами. Плоды мелкие, ярко-оранжевого цвета.

Растения с которых были отобраны образцы листьев в районе Qax довольно похожи как между собой, так и с теми, что описаны выше, поэтому для них всех учтены характеристики плодов.

Характеристики растения с которого отобрано QL-01 были следующие. Высота взрослого дерева: 5-7 м. Форма кроны: широкая, округлая, листья овальные, слегка заостренные на конце, с зубчатыми краями, светло-зеленые и 8-12 см длиной. Однодомное растение с типичными цветами. Плоды темно-коричневые, приближенные к черному, и с характерным шоколадным привкусом.

QL-02 — взрослое дерево этого сорта достигало 5,5 м в высоту. Крона широкая, округлая, с густой листвой. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 10-14 см длиной. Цветы мелкие, белые, обоеполые, обоеполые. Плоды крупные, круглые, желто-оранжевые, с плотной мякотью, сладкие с медовым привкусом.

QL-03 — высота взрослого дерева 4-5 м. Крона широкая, округлая, с поникшими ветвями. Листья сердцевидные, заостренные на конце, с зубчатыми краями, светло-зеленые, 8-10 см длиной. Цветы мелкие, белые, обоеполые, обоеполые. Плоды небольшие, овальные, оранжевые с красным румянцем, с мягкой мякотью, сладкие с терпким привкусом.

QZ-04 — дерево вырастает до 9 м в высоту. Крона широкая, пирамидальная. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 12-16 см длиной. Цветки мелкие, белые, однополые (мужские и женские цветы на разных деревьях). Плоды средние, круглые, желто-оранжевые, с мягкой мякотью, сладкие с терпким привкусом.

QZ-05 — дерево 6 м высотой. Крона широкая, округлая, листья сердцевидные, заостренные на конце, с зубчатыми краями, светло-зеленые, 10-12 см длиной. Цветы мелкие, белые, обоеполые, обоеполые. Плоды крупные, овальные, темно-оранжевые, с сочной мякотью, сладкие с медовым привкусом.

QZ-06 — Дерево достигало около 7 м в высоту. Крона широкая, пирамидальная. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 12-14 см длиной. Цветы мелкие, белые, обоеполые, обоеполые. Плоды средние, круглые, оранжевые с красным румянцем, с ароматной мякотью, сладкие с терпким привкусом.

Деревья выбранные для отбора материала в районе Шеки в целом отличались от уже рассмотренных средней высотой.

Дерево ŞB-01 достигало до 14 м в высоту. Крона была широкой пирамидальной формы. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 12-18 см длиной. Цветы мелкие, белые, однополые, однополые. Двудомное растение.

Высота взрослого дерева SB-02 составляла около 10 м. Крона широкой округлой формы. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 10-12 см длиной. Цветы мелкие, белые, обоеполые, обоеполые. Плоды небольшие, круглые, ярко-оранжевые.

Дерево образца SB-03 достигало 10 м, имело типичную пирамидальную широкую крону. Листья типичные, блестящие, темно-зеленого цвета и характерной эллиптической формы, при этом достигали до 15 см, что больше всех рассмотренных в ходе исследования сортов.

Дерево сорта SB-04 достигало 11 м в высоту. Крона широкая, раскидистая. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, светло-зеленые, 8-10 см длиной. Цветки мелкие, белые, обоеполые, обоеполые. Плоды средние, овальные, темно-коричневые, почти черные, сладкие с шоколадным привкусом.

SB-05 — дерево достигает 10 м в высоту. Крона широкая, округлая, листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 12-14 см длиной. Цветы мелкие, белые, однополые, однополые. Растение двудомное.

Высота взрослого дерева SG-01 составляла почти 12 м. Крона широкая, пирамидальная. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые и блестящие, 14-16 см длиной. Цветы мелкие, белые, обоеполые, обоеполые. Плоды крупные, сердцевидные, оранжевые с красным румянцем, с мягкой, почти желеобразной мякотью и карамельным привкусом.

Дерево SG-02 подобно предыдущим достигало 10 м в высоту. Крона широкая, пирамидальная. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 12-14 см длиной. Нетипичными были цветы: среднего размера, белые, характерной колоколообразной формы, но также обоеполые. Плоды крупные, круглые, желто-оранжевые, с плотной мякотью.

Нетипичные цветы присущи растению из которого отобран последний образец SG-03 . Само дерево этого сорта также высокое — до 10 м. Крона широкая, пирамидальная. Листья эллиптические, заостренные на конце, с зубчатыми краями, темно-зеленые, блестящие, 14-16 см длиной. Цветы мелкие, фиолетового цвета и обоеполые.

Таким образом описаны общие морфологические признаки исследуемых сортов.

Выделение генетического материала

Экстракция ДНК была проведена по стандартному протоколу СТАВ, концентрация и чистота полученного генетического материала была проверена с помощью электрофоретического разделения и спектрофотометрии соответственно. Результаты показали, что во всех 30 образцах содержится разное количество ДНК. Наименьшая концентрация — 53,8 мкг/мкл выделена для образца BG-02 , а наибольшая для QZ-03 — 2446,0 мкг/мкл (Таблица 2).

Таблица 2

КОНЦЕНТРАЦИЯ (мкг/мкл) И ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВЫДЕЛЕННОЙ ДНК (мкг/мкл)

№ n/n	Образцы	ДНК-индикаторы		№ n/n	Образцы	ДНК-индикаторы	
		концентрация	концентрация			концентрация	загрязнение
1.	BG-02	53.8	1.20	16.	BG-01	83.1	1.15
2.	BA-03	26.4	1.8	17.	BG-07	587.5	2.07
3.	ZU-01	665.9	2.11	18.	SB-02	571.4	2.12
4.	BG-03	92.1	2.19	19.	QZ-03	2446.0	2.06
5.	QL-03	117.2	1.55	20.	QZ-04	109.3	2.10

№ n/n	Образцы	ДНК-индикаторы		№ n/n	Образцы	ДНК-индикаторы	
		концентрация	концентрация			концентрация	загрязнение
6.	ZM-03	56.7	1.74	21.	ZM-01	492.0	2.25
7.	ZM-02	677.2	1.84	22.	ZU-02	19.4	1.82
8.	BG-06	661.8	1.47	23.	QL-01	2413.1	2.09
9.	ŞB-03	670.2	2.11	24.	QL-02	600.2	2.05
10.	ŞG-01	721.0	2.04	25.	BA-02	258.4	2.27
11.	ŞB-05	418.1	2.14	26.	BQ-01	866.5	2.05
12.	BA-01	761.6	1.91	27.	BG-04	700.0	2.21
13.	ŞB-04	783.4	2.14	28.	ŞG-02	263.6	2.40
14.	ŞG-03	361.4	1.91	29.	ŞB-01	1176.9	2.18
15.	BG-05	468.2	1.15	30.	QZ-05	2013.1	2.13

Условно чистой однако можно считать ДНК только 5 образцов: BA-03, ZM-02, BA-01, ŞG-03 и ZU-02. Еще для 6 образцов зафиксировано вероятное белковое загрязнение. Это образцы BG-02, QL-03, ZM-03, BG-06, BG-05, BG-01. Остальные образцы скорее всего содержат примеси РНК или других соединений.

Несмотря на большое разнообразие сортов, подтвержденное и оценкой морфологических показателей, и первичным обзором результатов выделения генетического материала, остается еще много работы по дальнейшей работе по изучению генетических связей между отдельными сортами и выявлению целевых для селекции генов. Также определены направления, требующие усовершенствования методик выделения и очистки генетического материала для получения качественных результатов в будущем.

Обсуждение

Выращивание хурмы в Шеки-Загатальском экономическом районе получило свое развитие ввиду совпадения ряда важных обстоятельств. Прежде всего это особенности климата и почвы, соответствующие потребностям этих растений, также регион расположен в предгорьях Кавказских гор, где есть много склонов, которые хорошо подходят для выращивания хурмы - склоны обеспечивают защиту от ветров и хороший дренаж. З. Муратан и Л. Шевчук выделяют эти факторы как наиболее важные для выращивания растений рода *Diospyros* [16, 17].

Э. Беллини и Т. Хуршид отмечают, что недостаток одного или ряда этих условий является препятствием к выращиванию хурмы в других странах [8, 10].

Однако, несмотря на то, что условия для выращивания хурмы в Шеки-Загатальском районе в целом являются оптимальными, они часто уступают ряду центральных регионов. Поэтому успешность этого направления в данном регионе можно связать еще и с административными и урбанистическими особенностями: более низкой интенсивностью застроек, сравнительно небольшим количеством населения и близостью к странам-импортеров продукта [6, 18-19].

Выбор конкретного экономического региона опирался на карту составленную А. Стрефом на основе отчета В. Хеннена 2016 года [18]. Согласно этим данным, четыре северных района Шеки-Загатальского региона, имели разную пригодность к выращиванию хурмы. Наиболее оптимальными авторы определили условия района Şəki, что вероятно связано с преобладанием низменностей и лучшим доступом к влаге. Несколько менее подходящими признали условия района Qax, что имеет больше территорий, находящихся на

большей высоте. Такая же тенденция наблюдалась и для северных регионов - Загаталла и Балакен [22].

Однако трудно говорить здесь о корреляции высоты и особенностей морфологии деревьев хурмы и высотой или местом их выращивания. Очевидно из результатов морфологического анализа, что особенности тех или иных аспектов развития скорее коррелируют с сортом растения. Работы Э. Беллини, А. Мовват, М. Ямада и других кроме принадлежности к сорту, как значительные факторы морфологических различий выделяют способ посадки, подход к обрезке и способа выращивания в целом [9, 23-24]. Без владения такими данными об исследуемых растениях, можно отметить, что часто растения описаны на территории более приемлемых для них условий, имели большие средние размеры листьев и достигали больших показателей высоты. Особенно это заметно на примере хурмы района Щеки по сравнению с районом Балакен. Так, разница в длине листовой пластинки деревьев из этих районов в среднем составляла 1,5-2 см.

Четкая корреляция прослеживалась между высотой деревьев и формой их кроны. Деревья выше 7 м чаще имели пирамидальную крону, ниже — округлую и широкую. Кроме роста определенная зависимость была и между формой кроны и формой листьев. Деревья с овальной кроной чаще имели сердцевидные и овальные листья, а деревья с пирамидальной — эллиптические. Но эти зависимости прослеживались не во всех случаях.

Подобные выводы, относительно зависимости формы кроны от высоты дерева описаны К. Ченом для растений смешанных лесов [25].

Форма листьев, в свою очередь, если учитывать данные анализа Я. Су, может зависеть больше от высоты дерева [26].

В общем, анализ морфологических характеристик для идентификации конкретных сортов очевидно следует применять с осторожностью, но он может быть составной частью работы по предварительному отбору материала для генетических исследований.

Следующим блоком работы является собственно оценка генетического разнообразия. Залогом успешного установления генетических связей и потенциального определения целевых для селекции генов является качественное выделение и очистка генетического материала. Оценка генетического разнообразия предшествовала селекционной работе К. Гуана в Китае, И. Титирики в Румынии, С. Парк в Корее, а также в других [27-31].

Работы упомянутых авторов были опубликованы в период между 2020 и 2024 годами, что дополнительно подтверждает актуальность геномного скрининга разнообразия хурмы по состоянию на сегодня, и о тенденции к распространению более осознанного подхода как к селекции, так и к использованию земель и системность в распространении существующих и новых сортов. Данная тенденция присутствует не только в случае выращивания хурмы. Оценка генетического разнообразия в разное время осуществлялась различными авторами для селекции таких культур как клубника, персики, виноград, цветная капуста, соя, зерновые культуры и т.д. [31-36].

Во всех этих работах определяется проблематика неструктурированного подхода к выращиванию культурных растений и хаотического селекционирования. Перспективы и преимущества интеграции генетики в селекционную работу основательно в своей работе описал Р. Бернардо, где среди прочего поддержал создание банков зародышевой плазмы и определил это одним из трех весомых аспектов развития сельскохозяйственных и садовых культур [37].

Протоколы экстракции ДНК в целом достаточно похожи в большинстве работ. Для экстракции ДНК большинство авторов используют ту или иную модификацию протокола Doyle & Doyle, с последующим выделением с помощью электрофореза [27-29, 31-33, 36].

Однако, учитывая то, что большинство образцов, а именно 25 из 30 не были очищены до оптимального уровня, есть смысл пересмотреть методы очистки, которые применялись. Несмотря на то, что после экстракции первичную очистку от посторонних нуклеиновых кислот, в частности РНК, проводили с помощью применения РНК-аз, большинство образцов, а именно 19 из 30 были загрязнены именно посторонними РНК. Белковое загрязнение, обнаруженное в 6 образцах вероятнее всего осталось вследствие несовершенного разделения в ходе электрофореза. А. Руссо и др. показали эффективность дополнительной очистки ДНК путем погружения в раствор с карбоксилированными магнитными шариками после последовательной спиртовой экстракции, которую проводили по другому протоколу, однако приближенно к методике, которая использовалась в данном исследовании. Это замедлило собственно процесс экстракции, ведь кроме собственно времени взаимодействия с шариками было проведено еще последовательные этапы разделения полученной смеси. Проверка с помощью спектрофотометра показала относительную чистоту полученных образцов [38].

С. Хасан, в свою очередь в ходе попыток оптимизировать выделение ДНК из растительных тканей обнаружила, что генетический материал выделенный из семян хризантемы был более качественным и чистым, чем полученный из листьев [39].

Еще более оптимизированным является подход предложенный П. Раджетом, который не предусматривает экстракции и очистки, а извлекает целевые фрагменты ДНК для непосредственно полимеразной цепной реакции (ПЦР) с помощью поливинилового пластира с микроиглами [40].

Часто же авторы идут по пути именно обработки РНКазми с последующим электрофорезом. Такую последовательность действий использовали в подобных исследованиях С. Виланова, З. Ли, Д. Джонсон и другие [41-43].

Результаты данных авторов в целом приближены к полученным здесь: достаточно большая — от 20% до 60% доля контаминированных образцов, у всех авторов доля контаминации РНК, о которой указывают значения спектрофотометрии выше 2, также преобладают над белковым загрязнением.

В общем, выращивание хурмы в Шеки-Загатальском районе Азербайджана демонстрирует значительный успех благодаря благоприятному климату, почвам, склонам и административным особенностям региона. Проведенные исследования по экстракции и очистке ДНК хотя и показали загрязнение части образцов, открывают путь к оптимизации методов очистки, что позволит получить более точные результаты. Эти результаты и дальнейшие исследования в области генетики хурмы в ШЗЕР имеют значительный потенциал для улучшения селекционной работы, сохранения ценных сортов и развития этой перспективной культуры.

Выводы

В ходе данной работы был произведен осмотр садов хурмы в четырех районах Шеки-Загатальского экономического района, где сохранился один из древнейших обычаев выращивания этого фрукта. На основе морфологических характеристик, было в итоге отобрано 30 образцов листьев с деревьев которые, как предполагалось, принадлежат к разным сортам. Сами растения были описаны согласно схеме. Несмотря на трудности, связанные с описанием и трактовкой полученных данных, сделано предположение о наличии корреляции между высотой дерева и формой кроны, а также формы листьев. Так, среди описанных сортов, деревья выше 7 м чаще имели пирамидальную крону, тогда как ниже - широкую и овальную. Также деревья с овальной кроной чаще имели овальные или

сердцевидные листья, тогда как деревья с пирамидальной — эллиптические, хотя вероятно данный показатель зависит скорее от высоты, чем от формы кроны.

Работа с экстракцией и очисткой генетического материала предварительно подтвердила, что все 30 образцов скорее всего принадлежат растениям разных сортов, что и было предположено на основе морфологических характеристик. Однако окончательные выводы требуют дополнительных исследований по выбору и сравнению целевых генов и определения родства этих образцов. Однако, для предварительной качественной оценки генетического разнообразия использование морфологических характеристик оказалось эффективным.

Также проверка чистоты полученного генетического материала в 25 из 30 случаев показала наличие загрязнения, в частности рибонуклеиновыми кислотами и белками, поэтому дальнейшей работе с выделенной ДНК будет предшествовать совершенствование методик очистки, для получения наиболее корректных результатов.

Эффективная селекционная работа, которая будет основываться на данной работе, имеет перспективу к выведению сортов, которые лучше подходят к экспорту в отдаленные страны без потери ценности и качества фруктов хурмы, а также улучшить существующие подходы к выведению новых сортов.

Список литературы:

1. Sevda J. F., Faridə A. A., Kamala M. A. The study of quality indices of the persimmon fruit Gurbanova O. Sevda, Akhundov F. Piri, Gasymova A. Afat, Nabiyev A. Ahad.
2. Akparov Z., Asgerov A., Mammadov A. Agrodiversity in Azerbaijan // Biodiversity, Conservation and Sustainability in Asia: Volume 1: Prospects and Challenges in West Asia and Caucasus. 2021. P. 479-499. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59928-7_18
3. Azərbaycan Qırmızı Kitabı. 2021. https://www.azerbaijans.com/content_1706_az.html
4. FAOSTAT. 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
5. Hajiyeva S. Market GAP analysis: untapped potential for export-oriented agricultural products in Azerbaijan // Creșterea economică în condițiile globalizării. 2022. P. 570-576. <https://doi.org/10.36004/nier.cecg.IV.2022.16.30>
6. Shalbusov N., Fikretzade F., Huseyn R. The international competitiveness of Azerbaijani fruit and vegetable products. 2020.
7. Persimmon Market Share Likely to Grow At a CAGR. 2024.
8. Khurshid T. Persimmon industry in Australia and New Zealand // VII International Symposium on Persimmon 1338. 2021. P. 21-24. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1338.5>
9. Mowat A. D., George A. P. Persimmon // Handbook of environmental physiology of fruit crops. 2018. P. 209-232.
10. Bellini E., Giordani E. Germplasm and breeding of persimmon in Europe // III International Symposium on Persimmon 685. 2004. P. 65-74. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.685.6>
11. Gil-Muñoz F. et al. Analysis of genetic diversity among a set of accessions from the IVIA's persimmon collection. 2018. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1195.7>
12. Dong Y., Sun W., Yue Z., Gong B., Yang X., Wu K., Xu Y. Phenotypic diversity and relationships of fruit traits in persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) germplasm resources // Agriculture. 2023. V. 13. №9. P. 1804. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091804>
13. Wang L., Li H., Suo Y., Han W., Diao S., Mai Y., Fu J. Development of EST-SSR markers and their application in the genetic diversity of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) // Trees. 2021. V. 35. P. 121-133. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02024-4>

14. Peche P. M., Pio R., Badenes M. L., Naval M., Gil-Muñoz F., Bianchini F. G., Farias D. D. H. Genetic diversity, yield, and fruit quality of persimmon in the tropics // *Pesquisa Agropecuária Brasileira*. 2023. V. 58. P. e03242. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03242>
15. Khurshid T. Challenges and opportunities for the Australian persimmon industry // VII International Symposium on Persimmon 1338. 2021. P. 99-104. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1338.15>
16. Murathan Z. T. Comparison of the Bioactive and Nutrient Profiles of Persimmon Fruits Grown Under Different Ecological Conditions // *Erwerbs-Obstbau*. 2023. V. 65. №3. P. 539-546. <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00846-3>
17. Shevchuk L. M., Vintskovska Y. Y., Derevianko N. V., Dervianko V. M. Biochemical composition of Persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) bred in Ukraine // *Journal of Horticultural Research*. 2023. V. 31. №1. <https://doi.org/10.2478/johr-2023-0001>
18. Van Berkum S. Market and competitiveness analysis of the Azerbaijan agricultural sector: an overview. 2017.
19. Sahibkar K. T., İqtisadigöstəriciləri T. Ə., Toplu S. Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi. 2014.
20. Doyle J. DNA protocols for plants // *Molecular techniques in taxonomy*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1991. P. 283-293. https://doi.org/10.1007/978-3-642-83962-7_18
21. Schleif R. F., Wensink P. C. Measuring nucleic acid concentration and purity // *Practical Methods in Molecular Biology*, Springer-Verlag, New York. 1984.
22. Alizadeh A. A., ogly Guliyev I. S., Kadirov F. A., Eppelbaum L. V. Geosciences of Azerbaijan. Heidelberg: Springer, 2016. V. 1. P. 237. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27395-2>
23. Bellini E. Cultural practices for persimmon production. 2002.
24. Yamada M. Persimmon Propagation, Orchard Planting, Training and Pruning in Jap // *Advances in horticultural science [rivista dell'ortofloroftutticoltura italiana]*. 22 (N. 4), 2008. 2008. P. 1000-1005.
25. Chen Q., Gao T., Zhu J., Wu F., Li X., Lu D., Yu F. Individual tree segmentation and tree height estimation using leaf-off and leaf-on UAV-LiDAR data in dense deciduous forests // *Remote Sensing*. 2022. V. 14. №12. P. 2787. <https://doi.org/10.3390/rs14122787>
26. Su Y., Hu T., Wang Y., Li Y., Dai J., Liu H., Guo Q. Large-scale geographical variations and climatic controls on crown architecture traits // *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*. 2020. V. 125. №2. P. e2019JG005306. <https://doi.org/10.1029/2019JG005306>
27. Guan C., Zhang Y., Zhang P., Chachar S., Wang R., Du X., Yang Y. Germplasm conservation, molecular identity and morphological characterization of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) in the NFGP of China // *Scientia Horticulturae*. 2020. V. 272. P. 109490. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109490>
28. Titirică I., Netcu F., Bîrsoghe C., Roman I. The performance of the persimmon grown in the southern of romania // *Scientific Papers. Series B. Horticulture*. 2023. V. 67. №2.
29. Park S., Park Y. O., Park Y. Population Genetic Analysis in Persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) Based on Genome-Wide Single-Nucleotide Polymorphisms // *Plants*. 2023. V. 12. №11. P. 2097. <https://doi.org/10.3390/plants12112097>
30. Samarina L. S. et al. Genetic diversity in *Diospyros* germplasm in the western caucasus based on SSR and ISSR polymorphism // *Biology*. 2021. V. 10. №4. P. 341. <https://doi.org/10.3390/biology10040341>

31. Pincot D., Cole G., Knapp S., Feldmann M. Genetic gains underpinning a little-known strawberry Green Revolution // *Nature Communications*. 2024. V. 15. №1. <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46421-6>
32. Gogorcena Y., Sánchez G., Moreno-Vázquez S., Pérez S., Ksouri N. Genomic-based breeding for climate-smart peach varieties // *Genomic designing of climate-smart fruit crops*. Cham : Springer International Publishing, 2020. P. 271-331. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97946-5_8
33. Puglisi D., Las Casas G., Ferlito F., Nicolosi E., Di Guardo M., Scollo F., Distefano G. Parents' selection affects embryo rescue, seed regeneration and the heredity of seedless trait in table grape breeding programs // *Agriculture*. 2022. V. 12. №8. P. 1096. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081096>
34. Tan H., Wang X., Fei Z., Li H., Tadmor Y., Mazourek M., Li L. Genetic mapping of green curd gene Gr in cauliflower // *Theoretical and Applied Genetics*. 2020. V. 133. P. 353-364. <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03466-2>
35. Vogel J. T., Liu W., Olhott P., Crafts-Brandner S. J., Pennycooke J. C., Christiansen N. Soybean yield formation physiology—a foundation for precision breeding based improvement // *Frontiers in plant science*. 2021. V. 12. P. 719706. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.719706>
36. Haroon M., Wang X., Afzal R., Zafar M. M., Idrees F., Batool M., Imran M. Novel plant breeding techniques shake hands with cereals to increase production // *Plants*. 2022. V. 11. №8. P. 1052. <https://doi.org/10.3390/plants11081052>
37. Bernardo R. Reinventing quantitative genetics for plant breeding: something old, something new, something borrowed, something BLUE // *Heredity*. 2020. V. 125. №6. P. 375-385. <https://doi.org/10.1038/s41437-020-0312-1>
38. Russo A., Mayjonade B., Frei D., Potente G., Kellenberger R. T., Frachon L., Schlüter P. M. Low-input high-molecular-weight DNA extraction for long-read sequencing from plants of diverse families // *Frontiers in Plant Science*. 2022. V. 13. P. 883897. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.883897>
39. Hasan S., Prakash J., Vashishtha A., Sharma A., Srivastava K., Sagar F., Mishra S. Optimization of DNA extraction from seeds and leaf tissues of *Chrysanthemum* (*Chrysanthemum indicum*) for polymerase chain reaction // *Bioinformation*. 2012. V. 8. №5. P. 225. <https://doi.org/10.6026/97320630008225>
40. Paul R., Ostermann E., Gu Z., Ristaino J. B., Wei, Q. DNA extraction from plant leaves using a microneedle patch // *Current protocols in plant biology*. 2020. V. 5. №1. P. e20104. <https://doi.org/10.1002/cppb.20104>
41. Vilanova S., Alonso D., Gramazio P., Plazas M., García-Fortea E., Ferrante P., Prohens J. SILEX: a fast and inexpensive high-quality DNA extraction method suitable for multiple sequencing platforms and recalcitrant plant species // *Plant Methods*. 2020. V. 16. P. 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00652-y>
42. Li Z., Parris S., Sasaki C. A. A simple plant high-molecular-weight DNA extraction method suitable for single-molecule technologies // *Plant methods*. 2020. V. 16. P. 1-6. <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00579-4>
43. Johnson G. et al. Ethanol preservation and pretreatments facilitate quality DNA extractions in recalcitrant plant species // *Applications in Plant Sciences*. 2023. V. 11. №3. P. e11519. <https://doi.org/10.1002/aps3.11519>

References:

1. Sevda, J. F., Faridə, A. A., & Kamala, M. A. The study of quality indices of the persimmon fruit Gurbanova O. Sevda, Akhundov F. Piri, Gasymova A. Afat, Nabiyev A. Ahad.

2. Akparov, Z., Asgerov, A., & Mammadov, A. (2021). Agrodiversity in Azerbaijan. *Biodiversity, Conservation and Sustainability in Asia: Volume 1: Prospects and Challenges in West Asia and Caucasus*, 479-499. https://doi.org/10.1007/978-3-030-59928-7_18
3. Azərbaycan Qırmızı Kitabı. 2021. https://www.azerbaijans.com/content_1706_az.html
4. FAOSTAT. 2022. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
5. Hajiyeva, S. (2022). Market GAP analysis: untapped potential for export-oriented agricultural products in Azerbaijan. In *Creșterea economică în condițiile globalizării* (pp. 570-576). <https://doi.org/10.36004/nier.cecg.IV.2022.16.30>
6. Shalbuzov, N., Fikretzade, F., & Huseyn, R. (2020). The international competitiveness of Azerbaijani fruit and vegetable products.
7. Persimmon Market Share Likely to Grow At a CAGR. 2024.
8. Khurshid, T. (2021, September). Persimmon industry in Australia and New Zealand. In *VII International Symposium on Persimmon 1338* (pp. 21-24). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1338.5>
9. Mowat, A. D., & George, A. P. (2018). Persimmon. *Handbook of environmental physiology of fruit crops*, 209-232.
10. Bellini, E., & Giordani, E. (2004, October). Germplasm and breeding of persimmon in Europe. In *III International Symposium on Persimmon 685* (pp. 65-74). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2005.685.6>
11. Gil-Muñoz, F., Zuriaga, E., Badenes, M. L., & Naval, M. M. (2018). Analysis of genetic diversity among a set of accessions from the IVIA's persimmon collection. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1195.7>
12. Dong, Y., Sun, W., Yue, Z., Gong, B., Yang, X., Wu, K., ... & Xu, Y. (2023). Phenotypic diversity and relationships of fruit traits in persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) germplasm resources. *Agriculture*, 13(9), 1804. <https://doi.org/10.3390/agriculture13091804>
13. Wang, L., Li, H., Suo, Y., Han, W., Diao, S., Mai, Y., ... & Fu, J. (2021). Development of EST-SSR markers and their application in the genetic diversity of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.). *Trees*, 35, 121-133. <https://doi.org/10.1007/s00468-020-02024-4>
14. Peche, P. M., Pio, R., Badenes, M. L., Naval, M., Gil-Muñoz, F., Bianchini, F. G., ... & Farias, D. D. H. (2023). Genetic diversity, yield, and fruit quality of persimmon in the tropics. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 58, e03242. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.pab2023.v58.03242>
15. Khurshid, T. (2021, September). Challenges and opportunities for the Australian persimmon industry. In *VII International Symposium on Persimmon 1338* (pp. 99-104). <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2022.1338.15>
16. Murathan, Z. T. (2023). Comparison of the Bioactive and Nutrient Profiles of Persimmon Fruits Grown Under Different Ecological Conditions. *Erwerbs-Obstbau*, 65(3), 539-546. <https://doi.org/10.1007/s10341-023-00846-3>
17. Shevchuk, L. M., Vintskovska, Y. Y., Derevianko, N. V., & Dervianko, V. M. (2023). Biochemical composition of Persimmon fruit (*Diospyros kaki* L.) bred in Ukraine. *Journal of Horticultural Research*, 31(1). <https://doi.org/10.2478/johr-2023-0001>
18. Van Berkum, S. (2017). Market and competitiveness analysis of the Azerbaijan agricultural sector: an overview.
19. Sahibkar, K. T., İqtisadigöstəriciləri, T. Ə., & Toplu, S. (2014). Azərbaycan Respublikasının Dövlət Statistika Komitəsi.

20. Doyle, J. (1991). DNA protocols for plants. In *Molecular techniques in taxonomy* (pp. 283-293). Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-83962-7_18
21. Schleif, R. F., & Wensink, P. C. (1984). Measuring nucleic acid concentration and purity. *Practical Methods in Molecular Biology*, Springer-Verlag, New York.
22. Alizadeh, A. A., ogly Guliyev, I. S., Kadirov, F. A., & Eppelbaum, L. V. (2016). *Geosciences of Azerbaijan* (Vol. 1, p. 237). Heidelberg: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-27395-2>
23. Bellini, E. (2002). Cultural practices for persimmon production.
24. Yamada, M. (2008). Persimmon Propagation, Orchard Planting, Training and Pruning in Jap. *Advances in horticultural science [rivista dell'ortoflorofutticoltura italiana]*. 22 (N. 4), 2008, 1000-1005.
25. Chen, Q., Gao, T., Zhu, J., Wu, F., Li, X., Lu, D., & Yu, F. (2022). Individual tree segmentation and tree height estimation using leaf-off and leaf-on UAV-LiDAR data in dense deciduous forests. *Remote Sensing*, 14(12), 2787. <https://doi.org/10.3390/rs14122787>
26. Su, Y., Hu, T., Wang, Y., Li, Y., Dai, J., Liu, H., ... & Guo, Q. (2020). Large-scale geographical variations and climatic controls on crown architecture traits. *Journal of Geophysical Research: Biogeosciences*, 125(2), e2019JG005306. <https://doi.org/10.1029/2019JG005306>
27. Guan, C., Zhang, Y., Zhang, P., Chachar, S., Wang, R., Du, X., & Yang, Y. (2020). Germplasm conservation, molecular identity and morphological characterization of persimmon (*Diospyros kaki* Thunb.) in the NFGP of China. *Scientia Horticulturae*, 272, 109490. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109490>
28. Titirică, I., Netcu, F., Bîrsoghe, C., & Roman, I. (2023). The performance of the persimmon grown in the southern of romania. *Scientific Papers. Series B. Horticulture*, 67(2).
29. Park, S., Park, Y. O., & Park, Y. (2023). Population Genetic Analysis in Persimmons (*Diospyros kaki* Thunb.) Based on Genome-Wide Single-Nucleotide Polymorphisms. *Plants*, 12(11), 2097. <https://doi.org/10.3390/plants12112097>
30. Samarina, L. S., Malyarovskaya, V. I., Reim, S., Koninskaya, N. G., Matskiv, A. O., Tsaturyan, G. A., ... & Ryndin, A. V. (2021). Genetic diversity in *Diospyros* germplasm in the western caucasus based on SSR and ISSR polymorphism. *Biology*, 10(4), 341. <https://doi.org/10.3390/biology10040341>
31. Pincot, D., Cole, G., Knapp, S., & Feldmann, M. (2024). Genetic gains underpinning a little-known strawberry Green Revolution. *Nature Communications*, 15(1). <https://doi.org/10.1038/s41467-024-46421-6>
32. Gogorcena, Y., Sánchez, G., Moreno-Vázquez, S., Pérez, S., & Ksouri, N. (2020). Genomic-based breeding for climate-smart peach varieties. In *Genomic designing of climate-smart fruit crops* (pp. 271-331). Cham: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-97946-5_8
33. Puglisi, D., Las Casas, G., Ferlito, F., Nicolosi, E., Di Guardo, M., Scollo, F., ... & Distefano, G. (2022). Parents' selection affects embryo rescue, seed regeneration and the heredity of seedless trait in table grape breeding programs. *Agriculture*, 12(8), 1096. <https://doi.org/10.3390/agriculture12081096>
34. Tan, H., Wang, X., Fei, Z., Li, H., Tadmor, Y., Mazourek, M., & Li, L. (2020). Genetic mapping of green curd gene Gr in cauliflower. *Theoretical and Applied Genetics*, 133, 353-364. <https://doi.org/10.1007/s00122-019-03466-2>
35. Vogel, J. T., Liu, W., Olhoft, P., Crafts-Brandner, S. J., Pennycooke, J. C., & Christiansen, N. (2021). Soybean yield formation physiology—a foundation for precision breeding

based improvement. *Frontiers in plant science*, 12, 719706.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.719706>

36. Haroon, M., Wang, X., Afzal, R., Zafar, M. M., Idrees, F., Batool, M., ... & Imran, M. (2022). Novel plant breeding techniques shake hands with cereals to increase production. *Plants*, 11(8), 1052. <https://doi.org/10.3390/plants11081052>

37. Bernardo, R. (2020). Reinventing quantitative genetics for plant breeding: something old, something new, something borrowed, something BLUE. *Heredity*, 125(6), 375-385. <https://doi.org/10.1038/s41437-020-0312-1>

38. Russo, A., Mayjonade, B., Frei, D., Potente, G., Kellenberger, R. T., Frachon, L., ... & Schlüter, P. M. (2022). Low-input high-molecular-weight DNA extraction for long-read sequencing from plants of diverse families. *Frontiers in Plant Science*, 13, 883897. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.883897>

39. Hasan, S., Prakash, J., Vashishtha, A., Sharma, A., Srivastava, K., Sagar, F., ... & Mishra, S. (2012). Optimization of DNA extraction from seeds and leaf tissues of Chrysanthemum (*Chrysanthemum indicum*) for polymerase chain reaction. *Bioinformation*, 8(5), 225. <https://doi.org/10.6026/97320630008225>

40. Paul, R., Ostermann, E., Gu, Z., Ristaino, J. B., & Wei, Q. (2020). DNA extraction from plant leaves using a microneedle patch. *Current protocols in plant biology*, 5(1), e20104. <https://doi.org/10.1002/cppb.20104>

41. Vilanova, S., Alonso, D., Gramazio, P., Plazas, M., García-Forteza, E., Ferrante, P., ... & Prohens, J. (2020). SILEX: a fast and inexpensive high-quality DNA extraction method suitable for multiple sequencing platforms and recalcitrant plant species. *Plant Methods*, 16, 1-11. <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00652-y>

42. Li, Z., Parris, S., & Saski, C. A. (2020). A simple plant high-molecular-weight DNA extraction method suitable for single-molecule technologies. *Plant methods*, 16, 1-6. <https://doi.org/10.1186/s13007-020-00579-4>

43. Johnson, G., Canty, S. W., Lichter-Marck, I. H., Wagner, W., & Wen, J. (2023). Ethanol preservation and pretreatments facilitate quality DNA extractions in recalcitrant plant species. *Applications in Plant Sciences*, 11(3), e11519. <https://doi.org/10.1002/aps3.11519>

Работа поступила
в редакцию 22.01.2025 г.

Принята к публикации
29.01.2025 г.

Ссылка для цитирования:

Бахшалиева Н. З. Оценка генетического разнообразия хурмы в Шеки-Загатальском экономическом районе Азербайджана // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №3. С. 336-352. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/112/41>

Cite as (APA):

Bakhshaliyeva, N. (2025). Evaluation of Genetic Diversity of Persimmon in Sheki-Zagatala Economic Region of Azerbaijan. *Bulletin of Science and Practice*, 11(3), 336-352. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/112/41>