

РАПРОСТРАНЕНИЕ ИНВАЗИОННОГО ВИДА – *PROSOPIS JULIFLORA* (MIMOSACEAE) В ФУДЖЕЙРЕ (ОБЪЕДИНЕННЫЕ АРАБСКИЕ ЭМИРАТЫ)

© 2021 Бялт В.В.^{a, b, *}, Коршунов М.В.^{c, **}

^a Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург 197376, Россия

^b Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет, Санкт-Петербург 194021, Россия

^c Национальный парк и заповедник Вади Вурая, правительство Фуджейры, 1, эмират Фуджейра, ОАЭ
e-mail: *byalt66@mail.ru, VByalt@binran.ru; **mikh.korshunov@gmail.com

Поступила в редакцию 28.02.2020. После доработки 24.12.2020. Принята к публикации 02.02.2021.

В статье проанализирован вторичный ареал мескита, или просописа июлецветного (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC. (Mimosaceae или Fabaceae s. l.) в эмирате Фуджейра, Объединённые Арабские Эмираты (ОАЭ). Изучены особенности его распространения, прорастания семян и ранних этапов развития проростков. Мескит появился на территории эмиратов в XX в., один из первых гербарных сборов датирован 1983 г. Во вторичном ареале чаще всего он встречается в антропогенных местообитаниях: в садах, вдоль заборов, близ дорог, на пустырях, реже на улицах и т. п. *P. juliflora* успешно натурализуется и создаёт устойчивые самовоспроизводящиеся популяции. Он обладает комплексом специфических гелио-мезоморфных признаков строения, что позволяет ему успешно приживаться на относительно открытых, умеренно влажных и даже сухих или засоленных местообитаниях, конкурировать с аборигенными видами акаций (*Acacia tortilis*, *A. ehrenbergii*) и просописов (*P. cineraria*). Такие особенности, как высокая всхожесть семян, значительная морфологическая, размерная и временная изменчивость прематурных особей *P. juliflora*, выявленные в данной работе, несомненно, способствуют успешной натурализации вида во вторичном ареале и его широкому распространению по всему эмирату. В связи с большой агрессивностью мескита, необходимо разработать методику борьбы с этим растением в условиях ОАЭ, что позволит остановить его бесконтрольное расселение в регионе. Составлена карта распространения вида в Фуджейре и на прилегающих территориях, наглядно показывающая масштаб бедствия. Разработан и применён метод оценки инвазии по пятибалльной шкале, базирующийся на репродуктивной успешности вида. Проведён анализ структуры экотопов на ранних стадиях проникновения *P. juliflora* на примере больших пустырей (площадью 2 и 1.2 га) в пос. Мерба (Mirbah) и г. Фуджейра (Fudjairah) на побережье Оманского залива.

Ключевые слова: *Prosopis juliflora*, мимозовые, Fabaceae s.l., ОАЭ, география растений, инвазии, чужеродный вид, вторичный ареал, всхожесть семян, проростки.

DOI: 10.35885/1996-1499-2021-14-1-38-50

Введение

Внедрение чужеродных видов является в настоящее время значительной частью природных изменений, часто ведёт к существенным потерям биологического разнообразия и экономической значимости экосистем, подверженных биологическим инвазиям [Виноградова и др., 2010].

Некоторые виды мимозовых, например, *Leucaena leucosephala* (Lam.) de Wit, *Pithecelobium dulce* (Roxb.) Benth. и др., создают локальные инвазии, процесс их распространения пока наблюдается лишь на ограниченной территории, однако поведение этих видов в ближайшем будущем может оказаться

весьма агрессивным. Одним из таких видов является *Prosopis juliflora* (Sw.) DC. – мескит, мескитовое дерево, или просопис июлецветный, относящийся к семейству мимозовых (Mimosaceae R. Br.) или к подсемейству мимозовых семейства бобовых (Fabaceae Lindl. subfam. Mimosoideae DC.) (LPWG, 2017). Его первичный ареал охватывает Мексику, часть Южной Америки и Карибского бассейна (Антигуа и Барбуда, Багамские о-ва, Барбадос, Бразилия, Колумбия, Коста-Рика, Куба, Доминиканская Республика, Эквадор, Сальвадор, Гватемала, Гаити, Гондурас, Ямайка, Нидерландские Антильские острова, Никарагуа, Панама, Перу, Филиппины, Пуэрто-Ри-

ко; юг Соединенных Штатов, Венесуэла) [Burkart, 1976; Pasiecznik et al., 2001; *Prosopis juliflora...*, 2019; Roskov et al., 2019].

В природе *P. juliflora* может формировать деревья и кустарники различной формы: деревья с вертикально расположенными ветвями, деревья с горизонтально расположенными ветвями и плоскими вершинами, деревья с горизонтальными и почти лежащими ветвями, касающимися верхушками земли [Pasiecznik et al., 2001]. Деревья и кустарники, как правило, состоят из нескольких ветвящихся от земли стволов. Для деревьев с горизонтальным положением ветвей первоначально характерно вертикальное их положение, которое постепенно сменяется горизонтальным, и иногда ветви становятся висющими на дистальных концах, почти касающихся земли (принимают шатрообразную форму). Горизонтальное расположение ветвей чаще встречается у более молодых растений, с возрастом ветви становятся более вертикально направленными. Молодые ветви в кроне обычно имеют зелёный или зеленовато-коричневый цвет и обычно они по форме зигзагообразные [Perry, 1998].

В условиях эмирата Фуджейра чаще всего встречаются деревья с повисающими ветвями (шатрообразные), что, по-видимому, позволяет растениям лучше бороться с жарой в летний период, а заодно и с конкурентами. Под шатрообразной кроной, несомненно, создаётся своеобразный микроклимат, сохраняется больше влаги и не нагревается сильно почва, а также нет конкуренции со стороны местных видов, которые не могут нормально расти в тени дерева.

Prosopis juliflora обычно размножается семенами, а не вегетативно, но легко может отрастать от оставшихся при вырубке пня и корней [Pasiecznik et al., 2001; Pasiecznik, Smith, 2004]. В основном, семена распространяются крупным рогатым скотом и другими животными, которые потребляют бобы в пищу, и семена разносятся в их навозе [Pasiecznik et al., 2001; Gunasekera, 2009]. Известно, что не все семена мескита прорастают в первый год, и всходы могут появляться в течение 10 лет [Norton et al., 2009], что может служить важным приспособлением, позволяющим виду

выбирать наиболее подходящие условия для развития. Кроме того, эта особенность значительно осложняет борьбу с данным растением.

Мескит впервые введён в культуру на острове Цейлон (сейчас Шри-Ланка) в 1880 г. и, как инвазивный вид, стал серьёзной проблемой во многих тропических странах [Sirmah et al., 2009]. В настоящее время *P. juliflora* является агрессивным инвазионным сорняком [Pagad, 2019; и др.] в Африке, Азии, Австралии, как в сухих, так и во влажных тропиках. Он приводится как чужеродный вид для 64 стран мира (Австралия, Бахрейн, Китай, Гавайи, Индия, Индонезия, Иран, Ирак, Кувейт, Мадагаскар, Маврикий, Мьянма, Непал, Оман, Пакистан, Папуа – Новая Гвинея, Филиппины, Саудовская Аравия, Южный Йемен, Шри-Ланка, Тайвань, ОАЭ, Вьетнам, Йемен и многие другие) [ILDIS, 2005; Pagad, 2019; *Prosopis juliflora...*, 2019; Roskov et al., 2019]. Наиболее сложная ситуация с агрессивным поведением вида сложилась в Австралии, Индии, Шри-Ланке, Нигерии, Судане, Сомали, Сенегале, Южной Африке, Эфиопии и ряде других стран, в том числе в ОАЭ.

В соседнем к ОАЭ Катаре, *Prosopis juliflora* ведёт себя очень агрессивно [Norton et al., 2009]. Первоначально его специально высаживали вокруг городов и деревень с целью мелиорации, но теперь вид натурализовался и распространился в пустынных районах Катара. Некоторые авторы [Norton et al., 2009] отмечают, что это опасный инвазионный вид на полуострове, который может серьёзно конкурировать с местными деревьями и кустарниками. Поэтому многие муниципалитеты в регионе пытаются уничтожить мескит с помощью яда, сжигания или выкорчёвывания, что оказалось не очень эффективно, поскольку это растение производит большое количество семян, которые могут периодически прорастать в течение длительного времени после выкорчёвывания и снова занимать освобождённые площади.

В Бахрейне *P. juliflora* уже в конце 1980-х гг. начал дичать на поливных землях, уходить в пустыню и образовывать небольшие рощи, особенно в районе Сахира (Sakhir) [Cornes, Cornes, 1989]. Причём, авторами это воспри-

нимается как достаточно положительное явление («forms pleasant shady groves»).

В Аравию этот вид интродуцирован в середине XX в., поэтому было важно оценить его современное распространение и биологические особенности в условиях Эмиратов, что мы и попытались сделать на примере эмирата Фуджейра, расположенного на северо-востоке страны: на побережье Оманского залива и на склонах прилегающих гор Хаджар (Hadjar).

В Омане и Йемене [Ghazanfar, 1992; Wood, 1997] мескит числится только как культивируемый вид. В 4-м издании «Flora of Saudi Arabia» он не приводится совсем [Migahid, 1996], хотя имеется хорошая фотография этого растения, сделанная на о. Фрарсан [Frarsan] в явно диком месте, опубликованная гораздо раньше [Collenette, 1985]. Но в последних флорах [Jongbloed et al., 2003; Karim, Fawzi, 2007] данный вид уже включён в список наряду с аборигенными *Prosopis cineraria* и *P. farcta*.

В 2010 г. вышла статья, посвящённая флоре Фарисанского архипелага, расположенного в Красном море и принадлежащего Саудовской Аравии [Hall et al., 2010]. В этой статье одной из наиболее серьёзных проблем со стороны инвазионных видов названа угроза от *Prosopis juliflora*, большие заросли которого образовались на Фарасан-аль-Кабире. Причём *Prosopis* агрессивно замещает местные акациевые редколесья (Acacia woodlands) и активно распространяется в самые густые леса из акации Эренберга (*Acacia ehrenbergiana* Hayne) в районе Аль-Мухаррак. Полевые наблюдения на Фарасане показывают, что *Prosopis juliflora* способствует исчезновению местной акации Эренберга и сообществ с её участием.

В последние годы мескит широко распространился в культуре в Аравии и даже начал натурализоваться в некоторых её районах. Поэтому вполне прогнозируемо дальнейшее продвижение и активная инвазия вида в центральные и северные районы ОАЭ из уже освоенных им мест. Процесс расселения может идти постепенно и незаметно для исследователей, так как *P. juliflora* не представляет прямой опасности для здоровья человека.

Иногда зарастание пустырей этим растением даже приветствуется местными жителями в условиях отсутствия крупных деревьев и кустарников в составе скудной здешней растительности.

В ОАЭ первый гербарный сбор *P. juliflora*, с которым нам удалось ознакомиться, был собран в эмирате Абу-Даби и датируется 1983 г., но, очевидно, что вид культивировался здесь и раньше. До недавнего времени он не приводился в списках видов растений ОАЭ [Western, 1989; и др.].

Распространение *P. juliflora* должно быть подвергнуто дальнейшей тщательной ревизии, чтобы своевременно выявить очаги появления вида в новых областях. Это растение представляет собой трудно и дорого истребляемый сорняк. В связи с этим, важной задачей является своевременное исследование вторичного ареала, способов размножения, жизненной формы, онтогенеза и других биологических особенностей *P. juliflora*. В данной работе изучено поведение *P. juliflora* на ранних этапах развития в природных условиях с целью определения адаптивных механизмов, позволяющих виду натурализоваться за пределами первичного ареала. Также мы попытались оценить степень инвазии вида на примере эмирата Фуджейра, составить предварительную точечную карту распространения вида и оценить основные пути инвазии на его территории. Поскольку, по проведённой нами предварительной черновой оценке присутствия просописа в местах распространения в эмирате Фуджейра, вид находится на этапе 3 инвазии по стандартам австралийского Департамента окружающей среды и первичных отраслей штата Виктория [Fleming et al., 2017], то просопис может быть как полностью искоренён, так и его популяции могут быть взяты под наблюдение.

В нашей работе мы не останавливались специально на влиянии *P. juliflora* на местную растительность, так как этому вопросу именно в ОАЭ было посвящено обстоятельное исследование Али Эль-Кеблэви (Ali El-Keblawy) [El-Keblawy, 2007]. В упомянутой работе автор изучил негативное влияние *P. juliflora* на аборигенные растительные сообщества и почвенные химические процессы в

двух регионах ОАЭ. Пять мест были выбраны им случайным образом: три – в Шардже, с 73 точками, и два – в Рас Аль-Химе с 37 точками. Результаты показали, что негативный эффект *P. juliflora* на сопутствующую флору значительно зависит от плотности и размера нависающей кроны. Большие индивидуумы с большей плотностью кроны оказывают значительно более негативное влияние на ассоциированные растения. Все изучаемые параметры сообществ (плотность популяции, частота встречаемости видов, видовое богатство и равномерность распространения связанных однолетних и многолетних видов) были значительно ниже под кронами *P. juliflora*, чем вне их крон. Также выявлено, что мескит оказывает большее влияние на однолетние травянистые растения, чем на многолетние. Количество однолетников (изучено 22 вида) со значительным снижением плотности и / или частоты встречаемости под кустами *P. juliflora* было достоверно больше, чем количество многолетников (изучено 14 видов). При этом плотность проростков *P. juliflora* наоборот была выше под кронами того же вида, чем в стороне от них, что указывает на небольшой или отсутствующий аллелопатический эффект (автоингибирование) в полевых условиях. Согласно исследованию этих авторов, *P. juliflora* улучшает некоторые признаки почвы путём значительного снижения рН и увеличения К, N и Р и органического вещества. Отсюда они делают вывод, что разнообразие видов растений на месте инвазии *P. juliflora* может быть увеличено после его ликвидации.

Целью нашего исследования было изучение распространения, биологических особенностей и степени инвазивности *P. juliflora* на территории эмирата Фуджейра, а также первичная оценка необходимости дальнейших мер борьбы с ним.

Методы и материалы

Распространение *Prosopis juliflora* на территории эмирата Фуджейра изучалось с января 2019 по май 2020 г. в разные сезоны года. Исследования традиционным для флористики маршрутным методом [Щербаков, Майо-

ров, 2006а, 2006б] были проведены в ноябре – декабре 2019 г., повторные посещения точек находок проводились с января 2019 по август 2020 г. Маршруты были привязаны к основным трассам и дорогам, а также населённым пунктам Фуджейры (см. рис. 1). При этом маршрут и места находок фиксировались с помощью GPS, собирались контрольные гербарные образцы (выборочно), которые сейчас хранятся в гербарии Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН – БИН РАН (LE) и в Научном Гербарии Фуджейры (предлагаемый акроним – FSH).

Нами разработана более удобная для наших целей оценка инвазии *Prosopis juliflora* по 5 категориям, позволяющая быстро и объективно в полевых условиях оценить эту категорию в зависимости от успешности размножения на подвергающейся инвазии территории. Такой подход делает возможным контроль распространения исследуемого вида на конкретных точках и частях ареала, а не на всём вторичном ареале на этой территории в целом. Главные цели категорической оценки в нашем исследовании: а) создание базы данных для дальнейшего мониторинга популяции просописа; б) определение основных мест для начала противодействия инвазии; в) поиск паттернов в распространении вида на вторичном ареале. Более детальное обоснование методики и примеры её возможного применения запланированы в публикации статьи «Противодействие инвазии *Prosopis juliflora* (Mimosaceae) в Фуджейре (ОАЭ)» и далее в этой статье приводится не будут. Эта методика оценки отличается как от методики австралийского Департамента окружающей среды и первичных отраслей штата Виктория [Fleming et al., 2017], так и от методики оценки инвазии проективным покрытием вида, определяемым с помощью дронов, как например, в работе Кетэма Бэке-ле [Bekele et al., 2018].

Выявленные места инвазий мескита были разделены нами на 5 категорий (1–5) по степени освоения участка этим видом, начиная с первичного проникновения семян и молодого не плодоносящего подростка (1), и заканчивая полным захватом территории взрослыми

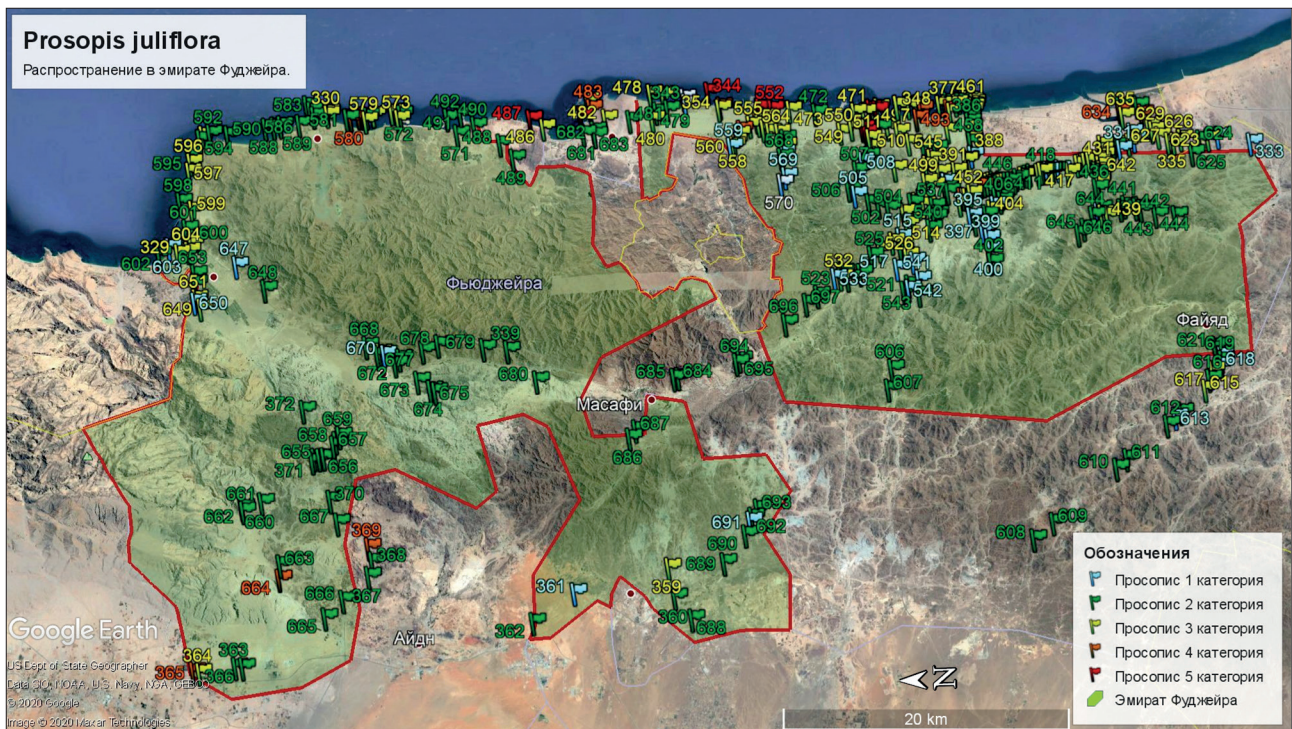


Рис. 1. Карта распространения *Prosopis juliflora* в эмирате Фуджейра (окрашен зелёным цветом, а граница – красным) и в ближайших окрестностях. Цифрами (см. Обозначения на рисунке) и соответствующими флажками разного цвета обозначена категория инвазии (см. ниже в тексте).

ми деревьями, с подавлением и вытеснением местных видов растений (5):

1 – всходы этого года и поросль, не достигшие репродуктивного возраста, отдельные или в группах; процент проективного покрытия любой;

2 – отдельные или в группах кустарники и деревья, достигшие репродуктивного возраста, но без подроста; проективное покрытие – менее 1/3, или до 33% ($\pm 8\%$);

3 – отдельные или в группах кустарники и деревья, достигшие репродуктивного возраста, с подростом; проективное покрытие – до 1/3, или от 33% ($\pm 8\%$);

4 – группы кустарников и деревьев репродуктивного возраста с подростом, между которыми есть небольшие прогалины с местной растительностью, проективное покрытие – от 1/3 до 2/3, или 33–67% ($\pm 8\%$);

5 – сплошные заросли кустарников и деревьев репродуктивного возраста, кроны смыкаются, даже подрост своего вида не может вырасти, либо экстремально угнетён, проективное покрытие – более 2/3, или 67% ($\pm 8\%$).

Данная работа направлена на практическую оценку популяции *P. juliflora*, поэтому, в

виду сложности точной оценки проективного покрытия при практическом использовании метода на большом объёме материала и необходимости обследовать большую площадь в разумные сроки, допускается некоторая ошибка при оценке проективного покрытия. С практической точки зрения, это обуславливается также особенностями биологии просописа: а) быстрый рост в течение всего года; б) образование шатрообразной кроны, быстро увеличивающей площадь, занимаемую кронами мескита. Для более точной оценки рекомендуется использовать аэроснимки, например, с дронов или средствами лёгкой авиации.

Карта распространения *P. juliflora* на территории эмирата Фуджейра составлена на основе программы Google Earth (общее распространение в Эмирате). Для наглядности мы обозначили на карте находки мескита флажками разного цвета в зависимости от категории инвазии.

Карту составляли как на основании гербарных сборов из гербариев БИН РАН (LE) и Научного Гербария Фуджейры (FSH), так и с учётом личных наблюдений на местности в 2019–2020 гг. (см. рис. 1). Ранние этапы развития растений изучали в природных усло-

виях на примере проростков, найденных под деревьями мескита.

Для первичного исследования развития популяции вида на антропогенно нарушенной территории, а также для оценки и сравнения степени инвазии мы провели обследование двух больших пустырей: 1) 28.11.2019 г. в пос. Мерба (Mirbah) (25°15'41.67" с. ш., 56°21'29.11" в. д. – точка 349 на карте, см. рис. 1); 2) 05.04.2020 г. в г. Фуджейра (Fujairah) (25°15'94.43" с. ш., 56°34'18.87" в. д. – точка 733 на карте). Были заложены две пробные площадки величиной 2.00 га и 1.16 га. Изученные пустыри были выровнены под строительство. Через первый участок проходят многочисленные полевые дороги к соседним виллам. На нём отсутствуют крупные деревья, кроме одного большого сухого дерева на краю. На втором есть заброшенный котлован под фундамент, примерно 2 м глубиной, но в течение многих лет оба участка не используются по назначению. Для удобства подсчётов мы отметили границы площадок и разбили площадки на сектора. Потом посекторно были посчитаны все экземпляры *Prosopis juliflora* и *Acacia tortilis*, которые там растут. При этом мы разделили их на три группы: 1) проростки первого года; 2) подрост второго года; 3) генеративные растения третьего года и старше. Данные, полученные на этих площадках, не могут быть экстраполированы на всю популяцию в данном регионе без дальнейших обследований других площадок, но наглядно демонстрируют репродуктивный потенциал мескита.

Основные сокращения, принятые в статье: LE – Гербарий высших растений БИН РАН в Санкт-Петербурге; FSH – Научный Гербарий Фуджейры при национальном парке Вади Вурайя (условное сокращение), UAE – United Arab Emirates.

Результаты

Мы обследовали территорию эмирата Фуджейра и некоторые прилегающие районы других эмиратов (Рас-Аль-Хайма, Шарджа и др.) с января 2019 по май 2020 г. в разные сезоны года для уточнения вторичного ареала *Prosopis juliflora* в Фуджейре. Были собраны

контрольные гербарные образцы из различных мест эмирата и ОАЭ в целом, которые хранятся в Гербариях БИН РАН (LE) и Научном Гербарии Фуджейры (FSH).

Почти во всех представленных местах *P. juliflora* успешно цветёт и завязывает полноценные плоды. Во многих местообитаниях образует значительные по площади заросли. Особенно интересны находки, сделанные в разное время в одном и том же районе, как например, в пригороде Сакамкам г. Фуджейра в 2018 и 2020 гг. Все повторные находки свидетельствуют об устойчивости популяций и расширении ареала вида как в прибрежных районах, так и в центре эмирата. Карта распространения вида в ОАЭ представлена на рисунках 1, 2, 3 и 4.

На карте хорошо видно, что наиболее массово по количеству находок этот вид встречается в предгорьях гор Хаджар (Hajar) на побережье Оманского залива (так называемый «Eastern Beach»). Здесь область его распространения тянется почти непрерывной полосой вдоль шоссе между городами Аль-Фуджейра и Дибба на границе с Оманом (его северным анклавом – Мусандамом (Musandam)), и уходит в прилегающие долины. Много этого растения в Аль-Фуджейре и вдоль шоссе на Дубай. Необходимо заметить, что этот вид массово одичал также на побережье Персидского залива в эмиратах Абу-Даби, Дубай, Шаржа, Ум-аль-Квайн и Рас-аль-Хайма. В ряде мест мескит специально использовался для закрепления барханов, там он сейчас массово одичал и натурализовался. Что касается горной части Фуджейры (центральный регион), то *Prosopis juliflora* только начинает туда проникать, постепенно продвигаясь вдоль шоссе от побережья внутрь гор эмирата, через перевалы и по долинам.

По полученным нами данным, чаще всего в Фуджейре мескит встречается в антропогенно нарушенных местообитаниях: вблизи от автомобильных дорог, на пустырях, реже на улицах поселений, у оград садов и питомников, в погибших садах, иногда в вади (арабское название сухих русел рек и эрозионных речных долин временных или периодических водных потоков, заполняемых, главным образом, только после сильных ливней, в пу-

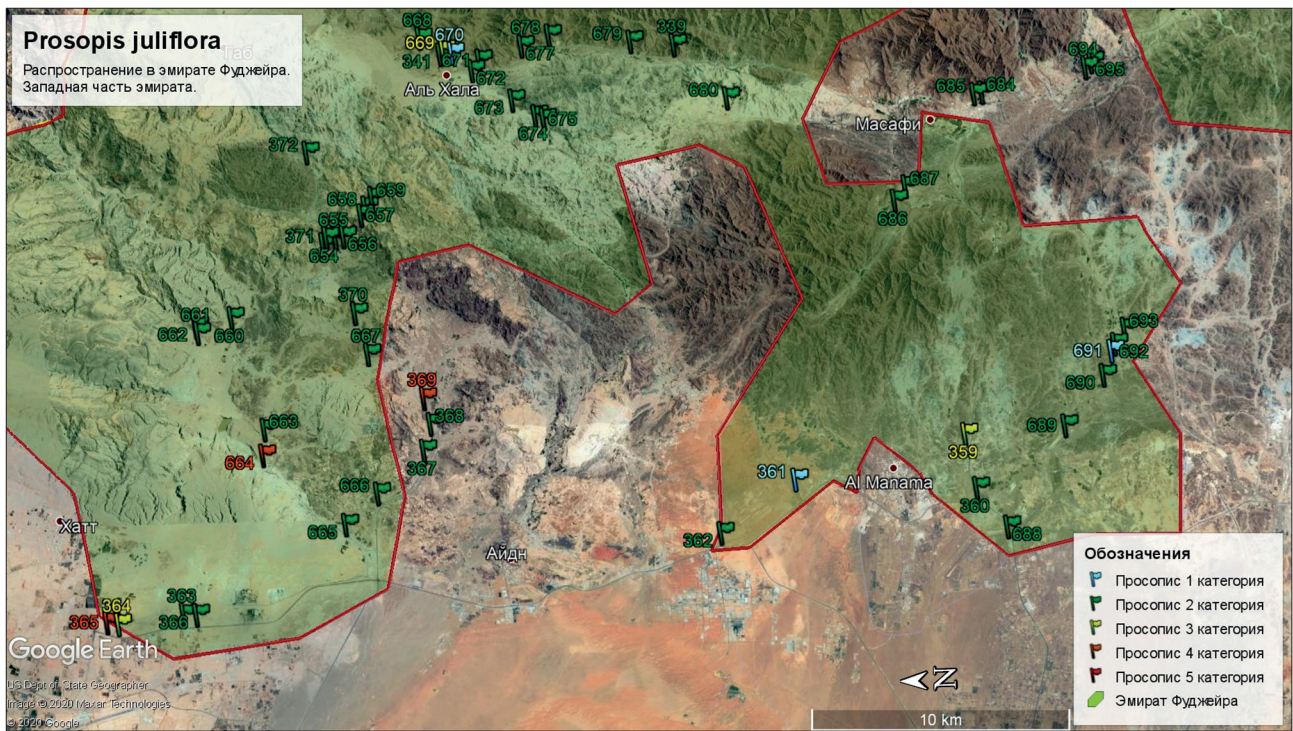


Рис. 2. Карта распространения *Prosopis juliflora* в западной части эмирата Фуджейра (окрашен зелёным цветом, а граница – красным) и в ближайших окрестностях. Цифрами (см. Обозначения на рисунке) и соответствующими флажками разного цвета обозначена категория инвазии (см. выше в тексте).

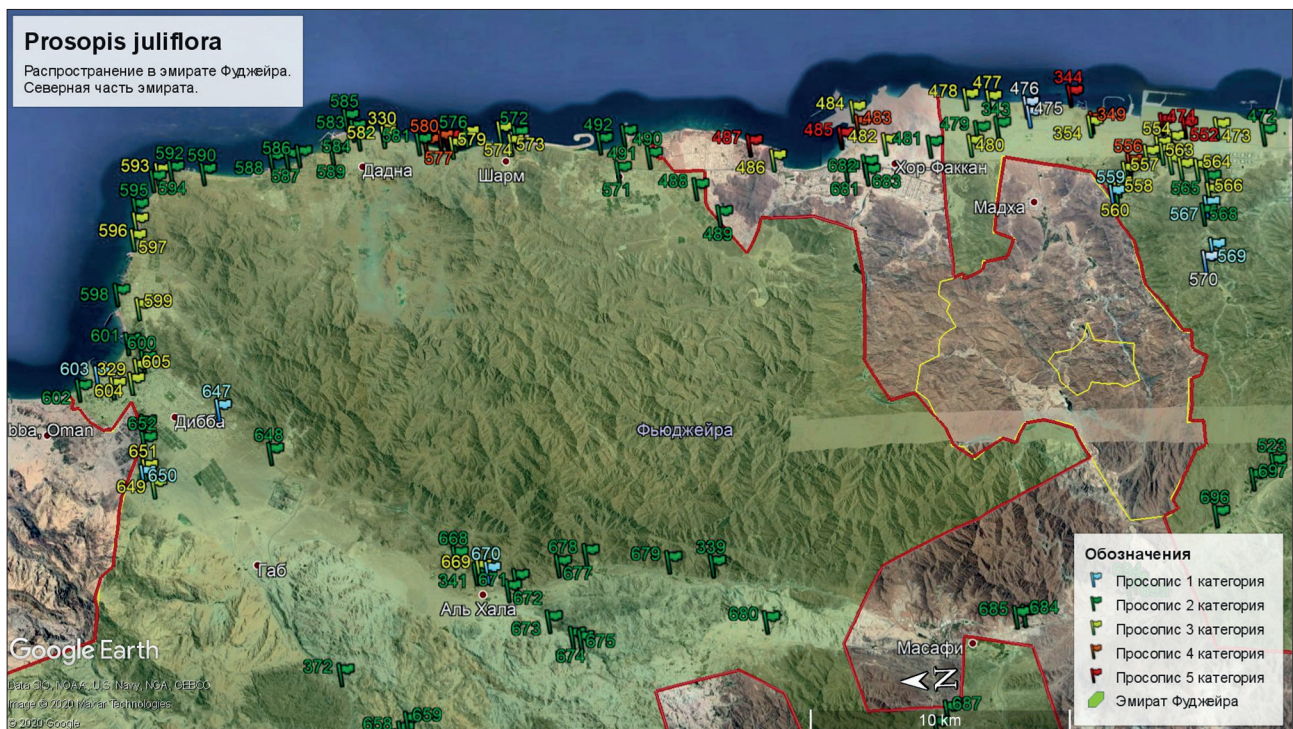


Рис. 3. Карта распространения *Prosopis juliflora* в северной части эмирата Фуджейра (окрашен зелёным цветом, а граница – красным) и в ближайших окрестностях. Цифрами (см. Обозначения на рисунке) и соответствующими флажками разного цвета обозначена категория инвазии (см. выше в тексте).

стынях и горах Аравийского полуострова [Вади..., 1960]) с садами. Особенно часто он встречается на дне пересыхающих прудов и на пустырях близ побережья моря.

Мы предполагаем, что существует три основных способа распространения данного вида от мест изначального произрастания (из культуры или первичной инвазии): 1) жи-

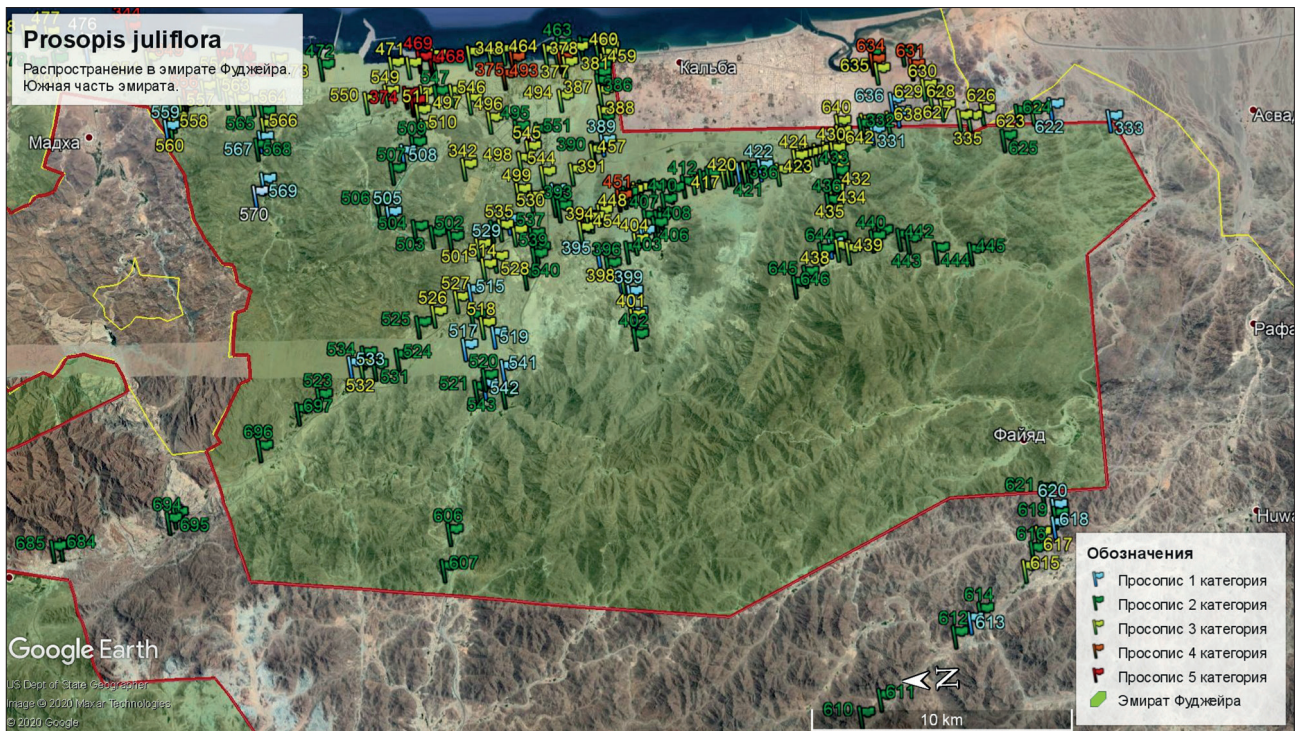


Рис. 4. Карта распространения *Prosopis juliflora* в южной части эмирата Фуджейра (окрашен зелёным цветом, а граница – красным) и в ближайших окрестностях. Цифрами (см. Обозначения на рисунке) и соответствующими флажками разного цвета обозначена категория инвазии (см. выше в тексте).

вотными на достаточно большое расстояние (на несколько километров), 2) ураганскими ветрами во время штормов и бурь (десятки и сотни метров) и 3) прорастание семян под материнским растением (на несколько метров вокруг). При этом, как показали наши наблюдения за прорастанием семян мескита из навоза копытных животных, ослы оказались самыми эффективными разносчиками растения в Фуджейре. Большое число одичавших животных свободно бродят вдоль дорог на пустырях, поднимаются в горы и вادي и постепенно разносят это растение по эмирату. Попавший в новое место мескит очень быстро его захватывает, практически не имея конкурентов среди местной флоры.

При обследовании двух пустырей, на первом участке мы насчитали 2339 (1170/га) экземпляров проростков первого года жизни, 161 (81/га) экземпляр второго года жизни и 179 (90/га) генеративных растений третьего года и старше. На втором участке – 3850 (3319/га) экземпляров проростков первого года жизни, 324 (277/га) экземпляра второго года жизни и 123 (106/га) генеративных растения третьего года и старше. На диаграмме

(рис. 5) хорошо видно, что большая часть (90–95%) проростков погибает, скорее всего, во время летней жары, в первый же год жизни, тогда как двухлетний подрост, переживший этот первый неблагоприятный период, уже хорошо адаптирован к местным условиям и значительно меньше гибнет в дальнейшем, и большинство растений этого возраста переходят в генеративную стадию развития. Мы предполагаем, что большее количество одно- и двухлетних экземпляров на 2-м участке связано с наличием мест скопления дождевой влаги из-за близости гор и меньшим количеством полевых дорог. Видимо, соотношение одно- и двухлетних семян будет сохраняться и в дальнейшем, тогда как соотношение двухлетних, трёхлетних и многолетних экземпляров будет изменяться в сторону увеличения количества взрослых растений, пока весь пустырь не зарастёт мескитом полностью (как это можно наблюдать на соседних участках, непосредственно примыкающих к пустырям).

Необходимо подчеркнуть, что на пустыре имеются подрост и семена местного вида акации – *Acacia tortilis* (Forssk.) Hayne. Одна-

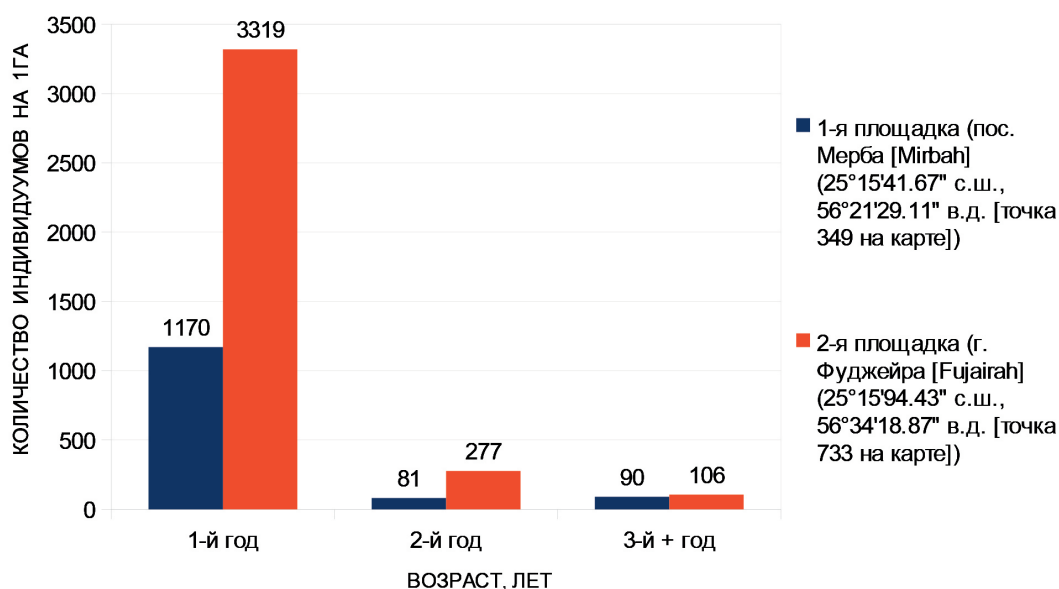


Рис. 5. Распределение по возрасту деревьев мескита (*Prosopis juliflora*) на двух произвольно выбранных площадках на территории эмирата Фуджейра, ОАЭ (для обеих площадок данные по количеству особей на 1 га в среднем).

ко, их количество в десятки раз меньше, чем проростков мескита, что вполне может свидетельствовать о меньшей жизнеспособности местной акации на исследованных нами пустырях: На первом участке нами найдено всего 10 двухлетних и два экземпляра старше 3 лет, а на втором – только две акации двухлетнего возраста. Однолетних всходов акации нам не удалось найти вообще. По нашему мнению, меньшее количество местной акации на втором участке по сравнению с первым может объясняться высокой засоленностью почвы здесь, о чём свидетельствует обилие солянок *Suaeda aegyptiaca* (Hasselq.) Zohary, *Salsola imbricata* Forssk., *Seidlitzia rosmarinus* Ehrenb. ex Bunge, *Frankenia pulverlenta* L. и др.

Обсуждение

По полученным нами данным, чаще всего мескит в Фуджейре встречается в антропогенно нарушенных местообитаниях: вблизи автомобильных дорог, на пустырях, реже – на улицах поселений, у оград садов и питомников, в погибших садах, иногда в вади с садами. Особенно часто он встречается на дне пересыхающих прудов и на пустырях близ побережья моря. Много находок приурочено к дорогам, в связи с этим наиболее вероятно, что основным путём распространения *P.*

juliflora в ОАЭ являются автомобильные дороги и примыкающие к ним пустыри. Анализ гербарных сборов и наблюдения в природе показали, что в Фуджейре особи *P. juliflora* проходят все фенофазы и завязывают плоды. В культуре мы наблюдали очень старые экземпляры этого растения, с толстыми стволами (например, в ноябре 2019 г. в саду близ фермы на перевале в горах Хаджар на границе с Рас-аль-Хаймой). Такое поведение вида подтверждает и факт успешной его натурализации в эмирате, где он не только хорошо прижился, но и начал активно захватывать новые участки, как вокруг посадок в садах и парках, так и вне мест культивирования. В изученном нами фитоценозе на пустыре в посёлке Мерба (Mirbah), *P. juliflora*, случайно вселённый сюда человеком, прекрасно существует уже много лет (отмечен нами здесь ещё в 2017 г.), его популяция постепенно расширяет границы.

Кроме того, мы наблюдали однолетние проростки мескита непосредственно под кронами материнских растений, без наличия навоза копытных. Особенно много (иногда до 10–15) таких проростков мы встретили на второй изученной площадке через несколько дней после мощного ливня. Это вполне может свидетельствовать о том, что свежие семена могут прорасти после дождей без скарификации.

Однако, доля прорастающих семян при этом не высока (не более 5–10%) – плодов с семенами под кронами можно наблюдать очень много, но всходы попадают единично. Многие бобы со временем повреждаются паразитическими жуками *Algarobius prosopis* (LeConte, 1858) из семейства листоедов (Chrysomelidae), прогрызающими характерные круглые отверстия в местах расположения семян.

При высокой плотности особей при прорастании из навоза ослов и ощутимой внутривидовой конкуренции наблюдается значительная гетерогенность растений по степени развития и виталитетности, при этом смертность оказывается очень высокой в условиях отсутствия полива и экстремальной летней жары в ОАЭ. Способность реагировать на неблагоприятные условия повышением индивидуальной изменчивости, вероятно, может являться адаптивным механизмом, благоприятствующим успешному захвату и удержанию пространства во вторичном ареале. Как показали наши исследования, наиболее мощные особи с высокими темпами развития могут заканчивать прегенеративный период за 2–3 года и уже в середине второго вегетационного сезона переходить к цветению, особи низкой жизнеспособности могут оставаться в иммаатурном состоянии и на третьем году жизни. Такая вариабельность онтогенеза (сокращение или, наоборот, пролонгация отдельных периодов развития в зависимости от экологических условий) увеличивает гетерогенность популяции, повышая конкурентоспособность вида. Если учесть, что мы имеем дело с древесными растениями, то начало цветения и плодоношения в конце второго – начале третьего года жизни показывает весьма впечатляющую жизнеспособность вида в новом для него регионе (чего не наблюдается, например, у местных видов – *Acacia tortilis* или *Prosopis cineraria*). Важно также отметить, что *Prosopis juliflora* является весьма устойчивым к засолению почв. Мы наблюдали его в погибших пальмовых садах в районе пос. Аль-Бидия [Al Bidīya] и в Аль-Фуджейре и других местах. Сады погибли здесь после мощного урагана, случившегося несколько лет назад, и морская вода затопила всё побережье. После этого произошло сильное засо-

ление почв, что привело к полной гибели садов вдоль низкого берега Оманского залива. Однако несколько солеустойчивых кустарников и деревьев до сих пор растут в этих местах среди погибших пальм и фруктовых деревьев – *Lawsonia inermis* L. (Lythraceae), *Aziderachta indica* A. Juss. (Meliaceae), *Salvadora persica* L. (Salvadoraceae) и *Prosopis juliflora*. При этом мескит остаётся зелёным и даже цветёт и плодоносит в этих крайне неблагоприятных условиях (хотя его самосева и подроста мы здесь не наблюдали).

Интересно отметить, что на второй изученной нами площадке в г. Фуджейра встречается большое число (до 15–20) однолетних проростков мескита непосредственно среди густых зарослей шведки египетской (*Suaeda aegyptiaca* (Hasselq.) Zohary), образующей большие пятна на выровненных участках и в небольших понижениях, временно заливаемых дождевыми осадками в зимне-весенний период. Шведка египетская является характерным приморским галофитом вдоль Оманского залива. При этом, как оказалось, *Prosopis juliflora* вполне может с ней конкурировать, демонстрируя выдающуюся солеустойчивость, не являясь настоящим галофитом, как виды *Suaeda* [Pasiiecznik et al., 2001; и др.]. Кроме того, в Фуджейре мы практически не встречали другие инвазивные виды древесных растений (такие как, *Azadirachta indica* L. или *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) в подобных местообитаниях.

Устойчивость мескита к высокой инсоляции и засолению почв позволяет ему расти и нормально развиваться близ дорог и на пустырях, где на протяжении всего вегетационного сезона уровень инсоляции высок, а при дальнейшем расселении осваивать более или менее освещённые биотопы, которые может заселять на 100% и полностью изменять их внутри шатрообразной кроны. Именно такие открытые местообитания являются потенциально благоприятными для заселения *P. juliflora*, здесь он может успешно конкурировать с видами природной флоры, в частности, другими представителями мимозовых – акациями и местными просописами, а в дальнейшем и вытеснять их и образовывать монодоминантные сообщества. Таким образом,

проведённый анализ показал, что *P. juliflora* встречается во многих сотнях мест Фуджейры (см. карту, рис. 1), где он эффективно натурализуется и постепенно увеличивает площадь расселения. Также он показывает достаточно высокую всхожесть семян, иногда до 150–200 штук на 1 м² при определённых условиях, например, в местах скопления навоза ослов (личные наблюдения на двух замеренных площадках), значительную гетерогенность и пластичность особей исследуемого вида на ранних этапах развития, которые могут способствовать успешному закреплению его во вторичном ареале. Кроме того, нами найдены места, где мескит стал внедряться в естественные сообщества на горных склонах (на высотах до 200 м над ур. моря), уходя из нарушенных местообитаний приморской зоны Фуджейры. С нашей точки зрения, это весьма тревожный знак, требующий особого внимания. Необходимо разработать эффективную методику борьбы с *P. juliflora* в местах массовой агрессии вида в эмирате, чтобы не допустить в дальнейшем полного захвата им уникальных местных экосистем (до которых он пока ещё не добрался).

Выводы

1. Во всех населённых пунктах эмирата Фуджейра мескит (*Prosopis juliflora*) проявляет ту или иную степень инвазии. Чаще всего он встречается в антропогенно нарушенных местообитаниях. Также он продолжает активно распространяться вдоль дорог и в нижней части пологих вади.

2. Деление по категориям инвазии позволило нам выявить основные очаги и направления распространения просописа на территории эмирата Фуджейра, что видно на рисунках 1–4.

3. Места находок вида приурочены к побережью, пустырям и обочинам, дамбам, то есть к предгорным равнинам, в том числе с признаками засоления почвы. В то же время, есть несколько находок на склонах гор и низких каменистых холмах, что демонстрирует способность мескита расти в горных условиях в эмирате Фуджейра, на данный момент – в единичных случаях.

4. Анализ данных прорастания и развития от прематурного до взрослого состояния выявил как хорошую всхожесть (от 10–15 до 150–200 штук на 1 м² в дождливый период – личные наблюдения), так и вариабельность форм *P. juliflora* на ранних стадиях развития. Жизнеспособность проростков в условиях ОАЭ не очень высокая: большая часть проростков первого года погибает (90–95%), но при этом их может быть очень много в целом (до нескольких тысяч на 1 га). Совокупность хорошей всхожести, вариабельности форм и большого количества проростков обеспечивает быструю натурализацию вида во вторичном ареале и его широкое распространение по территории эмирата.

5. Необходимо разработать эффективную методику борьбы с *P. juliflora* в местах массовой агрессии вида в эмирате с учётом особенностей его биологии в местных условиях: хорошая всхожесть семян, быстрый рост, раннее плодоношение, толерантность к засолению, наличие нескольких агентов распространения (ослы, ураганы) и др.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Его Превосходительству Салему аль Захми (Директору офиса Наследного Принца), а также к. б. н. В.М. Коршунову (главному зоологу национального парка Вади Вурая Правительства эмирата Фуджейра), за помощь в проведении полевых работ и за большой вклад в реализацию настоящего исследования. [The authors express their gratitude to H.E. Salem Al Zahmi (Director of H.H. Crown-Prince Office) and to Dr. Vladimir M. Korshunov (General Zoologist of Wadi Wurayah National Park and Reserve Department, Government of Fujairah) for their assistance in conducting field work and for their great contribution to the implementation of this study].

Финансирование работы

Работа частично выполнена в рамках государственного задания по плановой теме номер АААА-А19-119031290052-1 «Сосудистые растения Евразии: систематика, флора, растительные ресурсы». [The work was performed

as part of a state assignment on a planned topic number AAAA-A19-119031290052-1 “Vascular plants of Eurasia: taxonomy, flora, plant resources”].

Конфликт интересов

Авторы заявляют, что у них нет конфликта интересов.

Соблюдение этических стандартов

Статья не содержит никаких исследований с участием животных в экспериментах, выполненных кем-либо из авторов.

Литература

- Вади // Краткая географическая энциклопедия / Глав. ред. А.А. Григорьев. М.: Советская энциклопедия, 1960. Том 1. 563 с.
- Виноградова Ю.К., Майоров С.Р., Хорун Л.В. Чёрная книга флоры Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. 512 с.
- Щербаков А.В., Майоров С.Р. Инвентаризация флоры и основы гербарного дела: Методические рекомендации / Под ред. проф. В.С. Новикова. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006а. 50 с.
- Щербаков А.В., Майоров С.Р. Полевое изучение флоры и гербаризация растений / Летняя учебно-производственная практика по ботанике. Ч. 1. М.: Изд. каф. высших растений биол. ф-та МГУ, 2006б. 86 с.
- Bekele K., Haji J., Legesse B., Shiferaw H., Schaffner U. Impacts of woody invasive alien plant species on rural livelihood: Generalized propensity score evidence from *Prosopis* spp. invasion in Afar Region in Ethiopia // Pastoralism: Research, Policy and Practice. 2018. 8:28. <https://doi.org/10.1186/s13570-018-0124-6>.
- Burkart A. A monograph of the genus *Prosopis* (Leguminosae subfam. Mimosoideae). Part 2. Catalogue of the recognized species of *Prosopis* // Journal of the Arnold Arboretum. 1976. Vol. 57. No. 4. P. 450–525.
- Collenette Sh. An illustrated guide to the flowers of Saudi Arabia. London: Scorpion publishing Ltd., 1985. 514 p., col. ills.
- Cornes C.D., Cornes M.D. The Wild Flowering plants of Bahrain. IMMEL Publishing, London, 1989. 272 p., col. ills.
- El-Keblawy A., Al-Rawai A. Impacts of the invasive exotic *Prosopis juliflora* (Sw.) DC on the native flora and soils of the UAE // Plant Ecology. 2007. Vol. 190. No. 1. P. 23–35. DOI:10.1007/s11258-006-9188-2.
- Fleming P.J.S., Ballard G., Reid N.C.H., Tracey J.P. Invasive species and their impacts on agri-ecosystems: issues and solutions for restoring ecosystem processes // The Rangeland Journal. January 2017. <https://doi.org/10.1071/RJ17046>
- Ghazanfar S.A. An Annotated Catalogue of the Vascular Plants of Oman and their Vernacular Names // Scripta Botanica Belgica 2. National Botanic Garden of Belgium. Meise, Belgium, 1992. 152 p.
- Gunasekera L. Invasive Plants: A guide to the identification of the most invasive plants of Sri Lanka. Colombo, 2009. P. 101–102.
- Hall M., Llewellyn O.A., Miller A.G., Al-Abbasi T.M., Al-Wetaid A.H., Al-Harbi R.J., Al-Shammari K.F. Important plant areas in the Arabian Peninsula: 2. Farasan Archipelago // Edinburgh Journal of Botany. 2010. Vol. 67. No. 2. P. 189–208. DOI:10.1017/S0960428610000089
- ILDIS – International Legume Database & Information Service. 2005. *Prosopis juliflora*. Version 10.01, November 2005 // (www.ildis.org). (Проверено 25.01.2021).
- Jongbloed M., Feulner G., Böer B., Western A.R. The Comprehensive Guide to the Wild Flowers of the United Arab Emirates. Abu Dhabi, UAE, 2003. 576 p., col. ills.
- Karim F.M., Fawzi N.M. Flora of the United Arab Emirates. Al-Ain: United Arab Emirates University, 2007. 2 vols. (UAE University Publications; 98). Vol. 1. 1–444 p., ills.; vol. 2. 1–502 p., ills.
- LPWG – The Legume Phylogeny Working Group. A new subfamily classification of the Leguminosae based on a taxonomically comprehensive phylogeny // Taxon. 2017. Vol. 66. No. 1. P. 44–77. <http://doi:10.12705/661.3>.
- Migahid A.M. Flora of Saudi Arabia. Ed. 4. Riyadh: King Saud University Press, 1996. Vol. 2. 282 p., ills.
- Norton J.A., Abdul Majid S., Allan D.R., Al Safran M., Böer B. and Richer R. An Illustrated Checklist of the Flora of Qatar. Unesco office in Doha, 2009. 95 p., col. ills.
- Pagad S. Global Register of Introduced and Invasive Species- Australia. Invasive Species Specialist Group ISSG, 2019. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/3pz20c> accessed via GBIF.org on 2020-01-04.
- Pasiecznik N.M., Felker P., Harris P.J.C., Harsh L.N., Cruz G., Tewari J.C., Caboret K., Maldonado L.J. The *Prosopis juliflora*-*Prosopis pallida* Complex: A. Monograph. HDRA, Coventry, UK, 2001. 172 p.
- Pasiecznik N.M., Smith H. Identifying Tropical *Prosopis* Species. A field guide. Coventry, UK: Henry Doubleday Research Association, 2004. 30 p.
- Perry G. *Prosopis* // In book: Flora of Australia. Mimosaceae (excl. *Acacia*), Caesalpiniaceae. Melbourne: CSIRO Australia, 1998. Vol. 12. P. 7–13.
- Prosopis juliflora* (Sw.) DC. in GBIF Secretariat (2019). GBIF Backbone Taxonomy. Checklist dataset <https://doi.org/10.15468/39omei> accessed via GBIF.org on 2020-01-04.
- Roskov Y., Ower G., Orrell T., Nicolson D., Bailly N., Kirk P.M., Bourgoin T., DeWalt R.E., Decock W., Nieukerken E. van, Zarucchi J., Penev L., (eds.). Species 2000: Naturalis. Digital resource at www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019. Leiden, the Netherlands, 2019.
- Sirmah P., Dumarcay S., Masson E., Gerardin Ph. Unusual amount of (-)-mesquitol from the heartwood of *Prosopis juliflora* // Natural Product Research. 2009. Vol. 23. No 2. P. 183–189.

DISTRIBUTION OF INVASIVE SPECIES *PROSOPIS JULIFLORA* (MIMOSACEAE) IN FUJAIRA (UAE)

© 2021 Byalt V.V.^{a, b, *}, Korshunov M.V.^{c, **}

^a Komarov Botanical Institute of the Russian Academy of Sciences of the Russian Federation, St. Petersburg 197273, Russia

^b Saint Petersburg State Forestry Technical University, St. Petersburg 194021, Russia

^c Wadi Wurayah National Park and Reserve, Government of Fujairah, P.O. Box 1, UAE
e-mail: *byalt66@mail.ru, VByalt@binran.ru; **mikh.korshunov@gmail.com

The article analyzes the secondary area in the Emirate of Fujairah, as well as the peculiarities of seed dispersing, seed germination and early seedling development of Mesquite, or *Prosopis juliflora* – the alien species of Mimosaceae, which appeared on the territory of the Emirates in the twentieth century, and one of the first collected herbarium specimen is dated 1983. In the secondary area most often, the Mesquite is found in anthropogenic habitats: in gardens, as well as near roads, on waste grounds, less frequent on the streets of settlements, garden fences etc. In regions represented by herbarium collections, *P. juliflora* is successfully naturalized and creates stable self-sustaining populations. It has a complex of specific helio-mesomorphic features that allow it to take root successfully in relatively open moderately wet, and even dry or saline habitats and compete with native species of acacia (*Acacia tortilis*, *A. ehrenbergii*) and local prosopis (*P. cineraria*). Characteristics such as good germination, significant morphological, dimensional and temporal variability of premature individuals of *P. juliflora*, identified in this work, undoubtedly contribute to the successful naturalization of the species in the secondary range and its wide distribution throughout the Emirate. Due to the high aggressiveness of Mesquite, it is necessary to develop a method of dealing with this plant in the UAE, which will stop its uncontrolled settlement in the region. We have compiled a map of Mesquite distribution in Fujairah and surrounding areas, which clearly shows the scale of the disaster. A method for assessing invasion on a five-level scale based on reproductive success has been developed and applied. The structure of ecotopes at an early and middle stage of penetration of *P. juliflora* was analyzed using large wastelands (2 and 1.2 ha) in the village Mirbah and the city of Fujairah on the coast of the Gulf of Oman.

Key words: *Prosopis juliflora*, Mimosaceae, Fabaceae s.l., UAE, plant geography, invasion, alien species, secondary range, seed germination, seedlings.