

УДК 630\*8; 631.6

**ФЛОРИСТИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЭКОСИСТЕМ ДИКОЙ ФИСТАШКИ (*PISTACIA ATLANTICA* DESF.) В АРИДНЫХ И ПОЛУАРИДНЫХ ЗОНАХ ДЖЕЛЬФЫ (АЛЖИР)**

© 2025 г. Р. Бударбала\*, Л. Кадик\*, Н. Герраш\*, \*\*, И. Суффи\*,  
Х. Дума\*\*\*, К. Марзуг\*\*\*

\*Университет наук и технологий Хуари Бумедьена, факультет биологических наук,  
Лаборатория растительной экологии и окружающей среды  
Алжир, 16111, г. Алжир, Баб Эззуар, Эл-Алия, д. 32. E-mail: rbouderbala@usthb.dz

\*\*Университет М'Хамеда Бугара Бумердеса, кафедра биологии  
Алжир, 35000, г. Бумердес, QF7G+6P4

\*\*\*Университет Яхья Фареса Медеа, факультет естественных наук,  
кафедра естественных наук и жизни  
Алжир, 26000, г. Медеа

Поступила в редакцию 12.09.2024. После доработки 02.02.2025. Принята к публикации 01.03.2025.

Цель нашей работы – изучить уникальные экосистемы «дайя» путем сравнения экологии фисташковых сообществ (дикой фисташки – *Pistacia atlantica* Desf.) на двух территориях, произрастающих в различных геоморфологических и биоклиматических условиях в провинции Джельфа (Алжир). Мы провели флористическую опись двух территорий и с помощью факторного анализа соответствий, а также подчеркнув основные экологические градиенты, которые контролируют распространение растений, выделили группы, которые характеризуют каждую из территорий.

Для достижения нашей цели фитоэкологические исследования были проведены по 80 точкам. Было обнаружено 106 видов, среди разнообразия которых преобладали виды Asteraceae, Роасеае, Fabaceae и Brassicaceae. В биологическом спектре преобладали терофиты, в меньшей степени – гемикриптофиты и хамефиты, что указывает на ухудшение окружающей среды.

Основным экологическим градиентом, выявленным по результатам факторного анализа соответствий, стал геоморфологический компонент, который влияет на влажность почвы и распределение растений по территории. Очевидна разница между менее деградировавшей экосистемой «дайя» в Бунтуми и экосистемой Буседрайя, которая деградировала сильнее из-за антропогенных нарушений.

*Ключевые слова:* дайя, дикая фисташка, *Pistacia atlantica* Desf., флористическое разнообразие, экология.

**DOI: 10.24412/1993-3916-2025-2-80-90**

**EDN: HYOFVM**

В настоящее время природные ресурсы степного региона Алжира сильно деградируют в результате множества факторов: проблем, связанных с перевыпасом скота, значительным расширением населения, ростом площадей зерновых культур и периодическими засухами. Экосистемы «дайя», образованные дикой фисташкой (*Pistacia atlantica* Desf.), представляют собой неглубокие, округлые углубления, в которых скапливается дождевая вода. Они характеризуются суглинистой почвой с выцветшими от засоления участками, с густой и разнообразной растительностью, изменение которой зависит от морфологической эволюции. Дайи – это большой филогенетический ресурс степей и лесов, стремительно деградирующий под усилившимся воздействием человеческой деятельности, которая со временем может привести к их полному исчезновению (Le Houerou, 1959; Le Houerou et al., 1975; Djebaili, 1978; Aidoud-Lounis, 1997; Aidoud et al., 1997).

По мнению А. Монжаузе (1968), благодаря своему ботаническому значению, социальной и лесоводческой ценности дикая фисташка воплощает в себе уникальный дух Северной Африки. Однако экологические службы обратили на этот вид внимание совсем недавно – в исследованиях

2000-х гг. (Benhassaini et al., 2007). В Алжире этот таксон обычно встречается в степи на высоте 700-1200 м н.у.м. БС, где годовое количество осадков едва превышает 100 мм, а средние температуры лета поднимаются выше 45°C (Benaradj et al., 2013). По мнению Н. Benhassaini с соавторами (2012), фисташковое дерево исключительно выносливо и может переносить низкие уровни эдафической влажности – до 4 г/л. Этот вид можно спорадически встретить в степи, в регионе Вади-мзаб в Гардайе, Мехрии, Эль-Байеде, на юге Лагуате и регионе Джельфа (Айн-Усера и Мессаад). Его ареал простирается до Центральной Сахары, в частности, до региона Хоггар (Monjauze, 1980).

Ботаническим, фитосоциологическим и экологическим аспектам фисташкового дерева посвящены многочисленные исследования (Benhassaini, 2007; Ben Ahmed et al., 2020; Bonnet-Rey, 1937; Monjauze, 1968; Abdelkrim, 1977; Alyafi, 1979; Monjauze, 1982; Belhadj, 2007), а его дендрометрические характеристики, такие как радиальный рост и климатическая чувствительность, были изучены ранее (Ifticene-Habani, 2011, 2016).

В последние десятилетия степные и сахарские регионы Алжира подвергались интенсивным антропогенным и климатическим воздействиям, которые привели к сильной деградации фисташковых дайн. Для разработки мер по их сохранению необходимо понимать, как функционируют этих деликатные экосистемы, поэтому наша работа использует методологию количественного и качественного анализа, которая сравнивает флору двух мест произрастания *Pistacia atlantica*. Выбор именно этих мест продиктован их экологической сложностью, в т.ч. их близостью к городским дорогам, биоклиматом и осуществляемым на них антропогенным воздействием.

Наше исследование построено на 80 фитозокологических обследованиях методом субъективной выборки, которые были проведены для двух участков Алжира: дайна Буседрайя в Айн-Усере (к северу от Джельфы) и дайна Бунтуми в Мессааде (к югу). В нашем анализе задействованы такие параметры, как флористический состав, биологические типы, фитогеографическое распределение и индексы разнообразия ( $H'$ ,  $E'$  и  $IS$ ). Мы провели факторный анализ соответствий, чтобы определить, как экологические факторы повлияли на флористическую смесь группировок фисташки. Объединив эту информацию с полевыми наблюдениями, мы сможем представить подробную картину экологических процессов в экосистемах фисташковых лесов.

### Материалы и методы

**Места исследования.** Благодаря своему расположению на границе Сахарского Атласа и высокогорья фисташковые дайки в Джельфе как нельзя лучше подходят для экологических исследований. Эта территория составляет 77% всей площади в 2499000 га и представляет собой степной биотоп, который, являясь переходной зоной между полуаридным и сахарским климатами, может стать прибежищем для оригинальных флористических сообществ. Выпадение осадков в Джельфе неравномерно: с 1990 по 2019 гг. их среднегодовое количество составляло 304.30 мм. Сухой сезон длится с мая по сентябрь. Климат полусухой, с прохладными зимними термическими колебаниями (ONM, 2000).

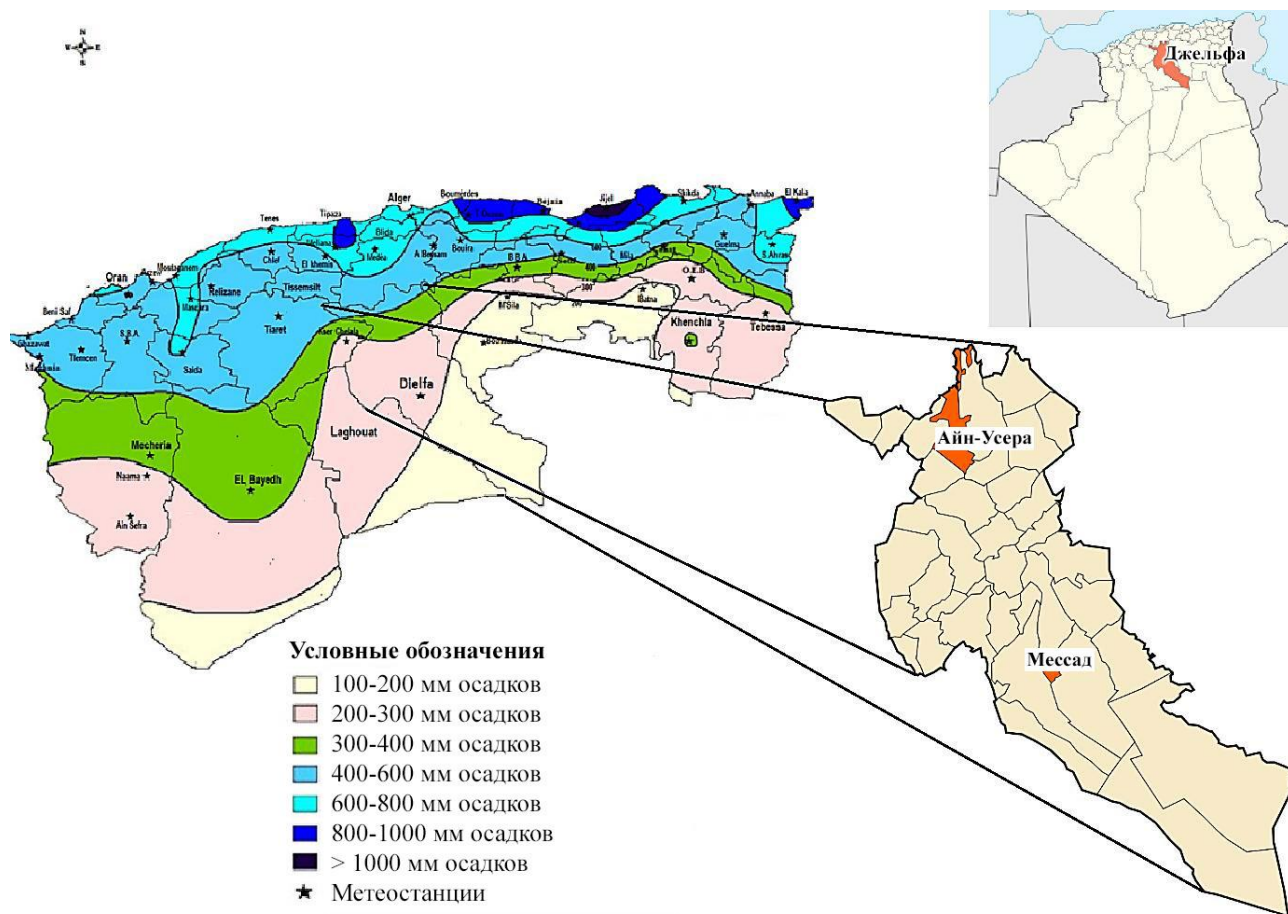
Для исследования мы выбрали 2 места: дайню Буседрайя к северу от Джельфы, между изогиями 300 и 400 мм, и дайню Бунтуми к югу от Джельфы, между 100 и 200 мм. Эти места различаются по своим геоморфологическим и биоклиматическим особенностям и подвержены различному антропогенному воздействию (рис. 1, 2). Ниже приведены географические координаты данных участков.

**Участок 1 – Мессаад:** 3.534° 10' 0" с.ш., 3° 30' 0" в.д., площадь – 14776 га, минимальная высота – 750 м н.у.м., максимальная высота – 1010 м н.у.м., средняя высота – 880 м н.у.м.

**Участок 2 – Айн-Усера:** 2.9044435° 26' 56" с.ш., 2° 54' 16" в.д., площадь – 80949 га, минимальная высота – 650 м н.у.м., максимальная высота – 950 м н.у.м., средняя высота – 800 м н.у.м.

**Методология.** Мы провели качественный и количественный учет, обследовав растительность с использованием выровненных квадратных точек из работы P. Daget и J. Poissonet (1997), в соответствии с которой растительность и свойства поверхности почвы описывается каждые 20 метров. Затем с помощью этой информации можно определить общее растительное покрытие, а также частоту встречаемости почвенных элементов на поверхности, лишенной растительности. Для идентификации таксонов мы использовали работы по флоре Алжира: P. Quézel и S. Santa (1962) и P. Ozenda (1977).

Фитоэкологические обследования мы проводили на минимальной площади в 200 м<sup>2</sup>. Для качественного учета был использован метод субъективной выборки. Флористическое разнообразие дайки можно определить двумя способами: количественно, вычислив индекс Жаккара, индекс сходства Серенсена и индекс удельного разнообразия Шеннона, и качественно, проанализировав данные фитоэкологических обследований, включая биологическое, таксономическое и фитогеографическое разнообразие.



**Рис. 1.** Территория исследования.

*Статистический анализ.* В изучении экологии растений факторный анализ соответствий широко используется еще с прошлого века (Roux, 1967). Мы применили его, чтобы выделить группы растений и экологические факторы, влияющие на их распределение. Мы использовали программное обеспечение R, чтобы в факторном пространстве выделить последовательности групп растений по основным экологическим градиентам, используя данные собственных флористических исследований, преобразованных в таблицу Excel. Последнее представлено факторными осями (Bonin, 1978; Bonin et al., 1983). На основе флористического состава, который меняется в зависимости от экологической и антропогенной истории района учета, выделяются различные группы растений и определяются их фитоэкологические характеристики (Aidoud-Lounis, 1997). Принадлежность видов к систематическим группам родов и семейств используется для оценки систематического разнообразия.

С помощью факторного анализа соответствий мы обработали в общей сложности 80 точек. Анализ был проведен на основе доминирования/обилия 106 видов, обнаруженных в ходе исследований.

Нахождение экологической значимости связанных факториальных осей стал возможен благодаря экологической интерпретации расположения как функции направления предпочтительного

удлинения облака точек (Akkouche, 2023; Wartenberg et al., 1987). Мы провели анализ на основе исследований и видов с высоким абсолютным и относительным вкладом в соответствии с первичной факторной осью.



**Рис. 2.** Два участка исследования.

### Результаты и обсуждение

*Выбор факториальных осей.* Первые две оси дают значимую информацию, согласно выводам факторного анализа (табл. 1). Однако показатели инерции по осям 3, 4 и 5 довольно скромны и не дают дополнительной информации, поэтому дальнейшая работа ведется только с осями 1 и 2.

В таблице 1 приведены собственные значения и коэффициенты инерции первичных факторных осей факторного анализа соответствий.

**Таблица 1.** Собственные значения и коэффициенты инерции факториальных осей.

Номер	Собственное значение	Общее отклонение	Суммарное собственное значение	Суммарное общее отклонение
1	15.08542	18.62397	15.08542	18.62397
2	8.96655	11.06982	24.05197	29.69379
3	4.75987	5.87639	28.81185	35.57018
4	3.08030	3.80284	31.89215	39.37303

*Факторная карта обследований и их экологической и флористической значимости. Факторная карта утверждений анализа соответствий.* Экологическая значимость каждой оси связана с экологической силой, влияющей на распределение растительности. Для определения этой силы мы использовали результаты исследований, виды с высоким вкладом и их автоэкологию, поскольку они обеспечивают высокую детализацию и точность.

На факториальном плане 1-2 рисунка 3 изображены два набора исследований (группа I и II) с близким экологическим родством (Ozanda, 1982).

Группа I расположена на положительной половине оси 1. Она состоит из исследований, проведенных в Бентуми, где широко распространены лотосовое дерево (*Ziziphus lotus*) и дикая фисташка (*Pistacia atlantica*). Растительный покров в этой группе варьирует от 45 до 75%, содержание подстилки – от 15 до 35%. Пленка зимней наледи тонкая и едва покрывает 15%. В группе присутствует от 15 до 30 видов в зависимости от точки описания: точки 1, 10 и 46 отличались

заметным флористическим богатством, поскольку в каждой из них было отмечено до 32 видов. Группа I очень требовательна к плодородию и стабильности почвы. Некоторые виды трав, такие как плевел (*Lolium rigidum*), костер (*Bromus rubens*), ячмень (*Hordeum murinum*) и двулопастник (*Schismus barbatus*) обычно произрастают на слабопесчаных почвах. Мы обнаружили присутствие гелиофильного вида ковыля (*Stipa barbata*). Кроме того, присутствовал вид сафлора (*Carthamus lanatus*), который приурочен к гумусовым суглинисто-песчаным почвам (Alyafi, 1979).

*Группа II.* Сюда вошли исследования, проведенные на участке Буседрайя, где *P. atlantica* более распространена. В 7 точках (R57, R58, R61, R62, R64, R70, R78) был обнаружен *Ziziphus lotus*. Растительный покров в этой группе колеблется от 35 до 60%. Процент подстилки средний, едва ли выше 20%. По сравнению с Бентуми у группы II более низкое флористическое богатство. В целом в ней насчитывается от 8 до 15 видов в зависимости от точки описания. Присутствие видов в точках R52, R56, R73, R74, R76 и R79 оказалось минимально – не более 5.

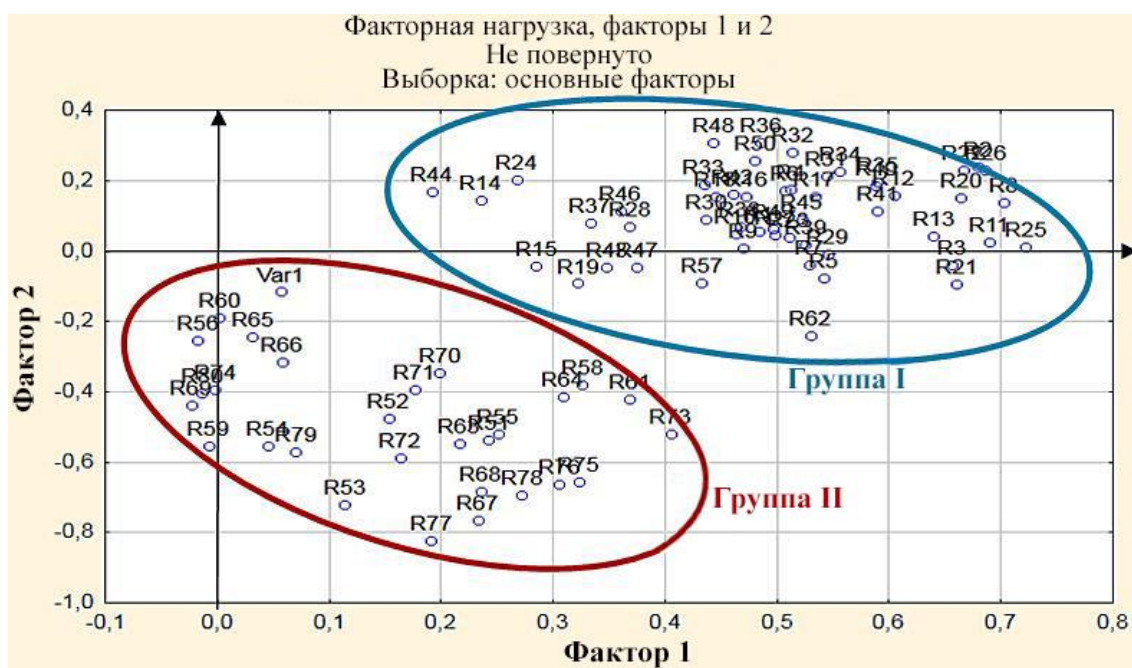


Рис. 3. Факториальная карта по осям 1-2.

*Качественная и количественная оценка.* Биологические и хорологические типы дают качественное описание, тогда как флористическое богатство, индексы Соренсена, Шеннона и Эквити – количественное.

*Систематическое разнообразие.* Согласно анализу флоры, участок Бентуми отличался наибольшим флористическим богатством: 26 семейств, 64 рода и 74 вида. На участке Буседрайя насчитывалось 22 семейства, 50 родов и 55 видов (рис. 4). Доминируют (в порядке убывания) семейства Asteraceae, Poaceae, Fabaceae, Brassicaceae и Residaceae.

*Биологическое разнообразие.* Распределение биологических видов на уровне двух отобранных участков показано на рисунке 5. Видно доминирование терофитов, на долю которых приходится более половины биологического спектра. Таким образом, на исследуемом участке мы наблюдаем явление, известное как терофития (Aidoud, 1989).

Нижеследующая схема описывает, как различные жизненные формы вносят вклад в растительные материалы:

- терофиты > гемикриптофиты > хамефиты > геофиты > фанерофиты в даие Бентуми;
- терофиты > гемикриптофиты = хамефиты > геофиты > фанерофиты в даие Буседрайя.

Терофиты доминируют в Бентуми и составляют 66%, или 49 видов. В Буседрайе они также широко распространены – 51%, или 28: *Adonis dentata Delile*, *Aegilops ventricosa Taush*, *Astragalus mareoticus*, *Calendula aegyptiaca*, *Coronilla scorpioides*, *Erodium triangulare*, *Euphorbia helioscopia*,

*Medicago arabica, Plantago amplexicaulis, Sinapis alba, Trigonellaanguina, Filagospatulata spp., Lotus roudaire, Malva egyptica, M. parviflora.*

*Фитогеографическое разнообразие.* Хорологическое разнообразие места наших исследований можно оценить по фитогеографическому спектру.

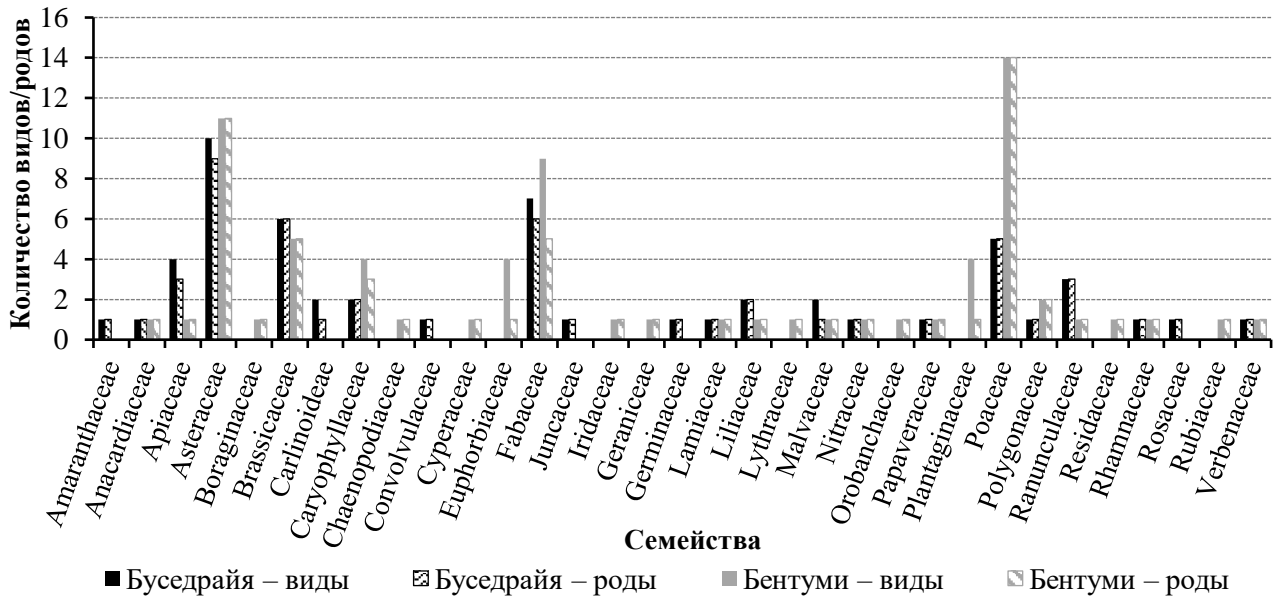


Рис. 4. Систематический состав двух районов исследования.

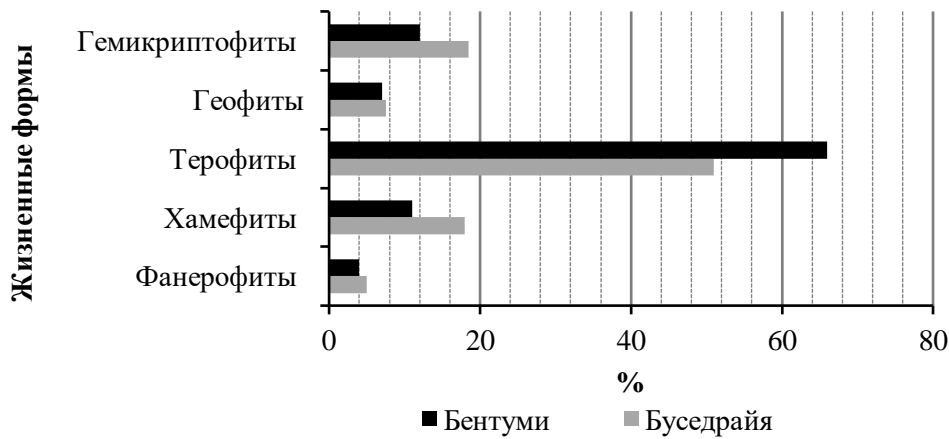


Рис. 5. Жизненные формы растений в двух районах исследования.

Средиземноморский аспект, который ярко выражен в даие Бентуми, представлен 40 видами (рис. 6). Далее следуют Эндемичный и Средиземноморско-индийский аспекты с 7 видами каждый. За ними – Сахаро-индийский аспект с 6 видами. Не более 3 видов содержат в себе Евро-арабский, Сахарский, Средневропейский, Сахаро-арабский и Мультирегиональный аспекты.

Средиземноморский аспект также представлен наибольшим количеством видов в Буседрайе – 21. За ним с 7 видами в каждом следуют Сахаро-сандийский и Южно-европейский аспекты. Эндемичный аспект представлен 4 видами. Западносредиземноморский, Средиземно-иберо-мавританский и Сахаро-индийско-средиземноморский представлены 1 видом каждый.

*Количественная оценка флористического разнообразия 2 территорий исследования.* Результаты этой оценки обобщены в таблице 2, из которой видно, что в Бентуми насчитывается 73 вида, а в Буседрайе – 55. Уникальное флористическое богатство Бентуми подтверждается индексом Шеннона-Уивера (H'), который оказался равен 1.75, тогда как в Буседрайе он составил 3.42.

Индекс равенства (англ. «equity index») для Бентуми оказался низким – 0.38 по сравнению с 0.68

в Буседрае.

Факторный анализ соответствий позволил нам сосредоточиться на экологических элементах, влияющих на распределение растительных групп в исследуемом регионе. Факторы представлены в виде осей.

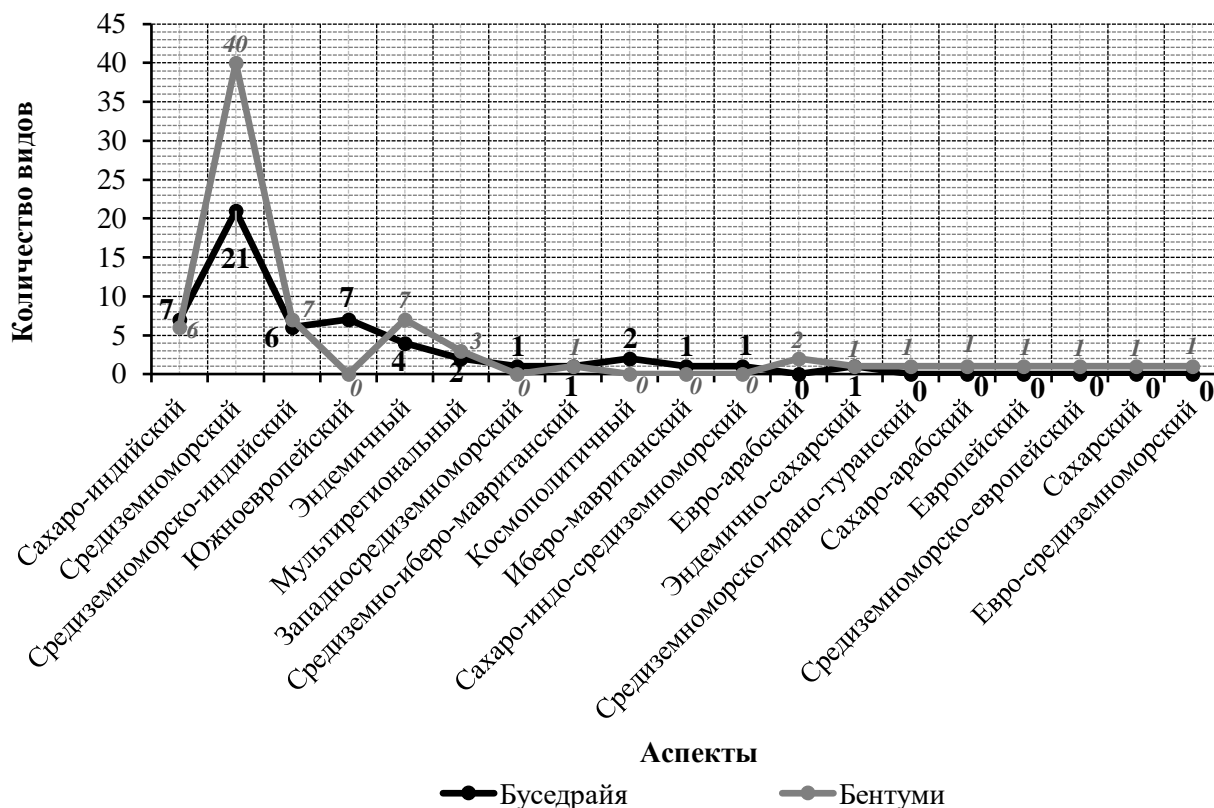


Рис. 6. Фитогеографические аспекты двух районов исследования.

Таблица 2. Количественные результаты флористического разнообразия двух районов исследования.

	Буседрая	Бентуми
Удельное богатство (S)	55	73
Индекс Шеннона (H'): $H' = -\sum P_i \log_2 P_i$	1.75	3.42
Индекс равенства (E): $E = -H' / \log_2 S$	0.68	0.38
Индекс Соренсена (IS): $IS = 2C / (a + b)$	34.37%	—

Группа I находится на позитивной стороне оси 1, а группа II – на негативной. Исследования, проведенные в Бентуми, во впадине с застойной несоленой водой, представлены группой I. Рельеф этого места плоский, с илесто-глинистой и песчано-суглинистой текстурой и средней влажностью почвы. Эта группа отличается флористическим богатством.

К растениям группы I относятся *Medicago laciniata* (Le Houerou, 1959), *Astragalus mareoticus* (Alyafi, 1979) и *Euphorbia guyoniana*, которые свидетельствуют о сильной засушливости территории. Кроме того, в ней встречаются рудеральные однолетники, которые свидетельствуют о перевыпасе: *Schismus barbatus*, *Filago spathulata* и *Eruca vesicaria* (Le Houerou, 1959). По данным J.C. Celles (1975), все эти виды предпочитают суглинистые почвы. *Plantago albicans* обитает, как правило, в незасоленных впадинах и на суглинистых почвах (Djebaili, 1984).

Группа II находится в русле вади в Буседрае и отличается низким флористическим богатством. Согласно M. Rouget (1980), это место состоит из желобов с плоским, глазированным дном. Сток из этих районов устремляется в более широкие пространства и впадины. Рудеральные однолетники из

этой группы, такие как *Eruca vesicaria*, *Filago spathulata* и *Malva parviflora*, указывают на переувлажнение скота (Le Houerou, 1959). С этой группой также связаны суглинистые почвы (Celles, 1975). Основная масса видов, например, *Bromus rubens*, *Paronychia argentea* и *Hordeum murinum*, довольно требовательна к плодородию и стабильности почвы в данном регионе. *Plantago albicans* – обычный вид на цементированных песчаных почвах (Ozenda, 1982), однако M. Pouget (1980) описал его как вид, которому подходит песчаная поверхность. Кроме того, мы обнаружили *Paronychia capitata* – индикаторный вид с уклоном в ксерогенность (Kadik, 2005).

Изучив особенности двух участков исследования, можно сделать вывод, что ось 1 указывает на геоморфологический градиент. Последний регулирует влажность почвы, оказывая значительное влияние на рост растений, особенно фисташковых деревьев.

На положительной стороне оси 2 объединены исследования с обоих участков. Их характеризует присутствие видов открытых местообитаний. Мы обнаружили *Chrysanthemum macrocarpum* (Quézel, Santa, 1962-1963) – эндемика Сахары, который предпочитает как открытые пространства, так и песчаные глинистые почвы. Кроме того, мы нашли *Astragalus mareoticus* – индикатор деградации экосистем Сахары при перевыпасе скота (Djebaili et al., 1983); этот вид предпочитает каменистые, скелетные почвы. *Peganum harmala* – еще одно растение, свидетельствующее о чрезмерном выпасе и пост-культурном характере данной территории.

На отрицательной стороне оси 2 показаны виды, сравнительно устойчивые к сухости, дефициту воды и песчаным почвам, например, *Retama retam* и *Cutandia dichotoma*. Мы также нашли *Moricandia arvensis* – вид северной Сахары, однолетник, который, согласно P. Ozenda (1982), приурочен к ксерофильным и пустующим землям. *Pistacia atlantica* произрастает здесь довольно открытыми группами с *Asparagus horridus*, *Plantago albicans* и *Stipa barbata* – видами, указывающие на присутствие степи и обезлесивания.

В результате ось 2 показывает градиент нарушенности и деградации, что позволяет назвать Бентуми менее деградированным местообитанием в положительной части, а Буседрайю – более деградированным в отрицательной. Причинами такой деградации может быть деятельность человека, например, перевыпас, строительство дорог, заготовка древесины и выращивание зерновых.

Семейства Poaceae и Asteraceae наиболее представлены на обоих участках. В степи и Сахарском Атласе эти семейства очень распространены (Ozenda, 1977). Семейство Fabaceae с 5 родами стоит на третьем месте, а сразу за ним следует Brassicaceae.

Asteraceae, Poaceae и Fabaceae имеют почти глобальное распространение (Good, 1974), в то время как распространение других семейств зависит от климата (Aidoud-Lounis et al., 1997).

Некоторые семейства, например, Anacardiaceae, Lamiaceae, Nitraceae, Geraniaceae, Papaveraceae и Rhamnaceae, представлены одиночными родами и видами.

Иные семейства, включая Boraginaceae, Cyperaceae, Euphorbiaceae, Residaceae и Plantaginaceae, не были представлены в Буседрайе, а еще 6 (Amaranthaceae, Carlinoideae, Convolvulaceae, Juncaceae, Germinaceae и Rosaceae) отсутствовали в Бентуми.

Обилие терофитов указывает на адаптацию растительности к неблагоприятной среде пустыни. Суровость климата и деятельность человека, которые постепенно ухудшают условия для появления новых видов, также связаны с этой терофитизацией (Benaradj et al., 2012). По мнению P. Daget (1980), терофитизация является характерной чертой сухих зон, т.к. это попытка растений защититься от сурового климата.

Доля геофитов низкая и в среднем составляет не более 7% в Бентуми и 8% в Буседрайе. Это подтверждается исследованием M. Barbero с соавторами (1989) о том, что геофиты регрессируют и исчезают в зонах распространения газонов и степей. Они имеют сравнительно большее значение в предлесной зоне, чем в засушливых формациях.

Мы смогли подтвердить ухудшение состояния растительного покрова, поскольку фанерофиты (*Ziziphus lotus*, *Retama retam* и *P. atlantica*) были представлены в Бентуми на низком уровне – 4%, что вполне логично, если учесть, что в данном регионе активно используется древесина, а вырубки освобождают место под посевы. Несмотря на редкую встречаемость этих фанерофитов, их биомасса делает их доминирующими. Мы нашли фисташковое дерево высотой 15.5 м и диаметром кроны 12 м. Кусты колючего джуджуа окружают подножия более мелких фисташковых деревьев, обеспечивая им защиту от уничтожения выпасом.

В Буседрае (Айн-Усера) фисташка встречается несколько реже – всего 5% (*P. atlantica*, *Ziziphus lotus*, *Acacia seyal*).

Фитогеографическое распределение флористических компонентов на обоих участках имеет сходный характер. Оно характеризуется преобладанием Средиземноморского аспекта, что закономерно, учитывая биогеографическое положение района исследований в средиземноморском регионе. Как отмечали P. Quézel и S. Santa (1962-1963), значительная часть ярко выраженных средиземноморских черт характеризует флору средиземноморского региона.

Эндемизм является фундаментальным понятием в фитогеографии, относится к эволюции флоры и имеет большое значение для понимания растений. Средиземноморский регион является одним из самых богатых эндемиками регионов планеты (Quézel, 1995), уровень его эндемизма может превышать 50%. Такой эндемизм наблюдался и в регионе наших исследований. Близость данного района к Сахаро-Аравийской биогеографической зоне может объяснить различия между Средиземноморско-сахаро-аравийским, Средиземноморско-сахаро-индийским и Сахаро-индийским аспектами. По данным P. Quézel (1987), этот аспект широко распространен в средней и южной Сахаре. Его обнаруживают смешанным с растениями северной Сахары и средиземноморья. Перекрытие между Европейским и Европейско-средиземноморским аспектами минимально. Это можно объяснить более теплым климатом в районе исследования, который неблагоприятен для развития такого фитогеографического типа, известного своими мультикультурными чертами.

Кроме того, на обеих территориях наблюдается незначительное совпадение между Космополитическим и Мультирегиональным аспектами.

В Бентуми насчитывается 74 вида, что указывает на более высокое флористическое богатство, чем Буседрая с 55 видами. Это можно объяснить наличием как молодых, так и зрелых фисташковых деревьев.

Индекс Шеннона ( $H'$ ) в Бентуми составил 3.42, что говорит о среднем разнообразии. Индекс Шеннона для Буседраи составил 1.75, что указывает на низкий уровень разнообразия. Скорее всего, индекс разнообразия и видовое богатство коррелируют (Ramade, 1994; Lacoste, Salanon, 1999).

Индекс сходства позволяет провести флористическое сравнение данных территорий. По мнению A. Hirche (1995), если индекс сходства не превышает 50%, то доля общих видов низкая или средняя, что свидетельствует о значительной динамике растительности. Для нашего случая индекс сходства составил 34.37%, а, следовательно, количество общих видов среднее или низкое.

Индекс равенства в Бентуми низкий, а значит, лишь несколько видов доминируют в пространстве. В Буседрае этот индекс составил 0.68, что означает почти равное распределение особей между различными видами.

Доля общих видов низкая или средняя, так как индекс сходства не превышал среднего значения в 50%. Это свидетельствует о значительной динамике в растительности, с 65.63% новых видов.

### Выводы

Флора даи Бентуми и Буседрая богата и весьма схожа. В ней преобладают *Roaceae*, *Asteraceae* и *Fabaceae*, за которыми следуют *Urticaceae* и *Resedaceae*. Распределение биологических типов на 2 территориях исследования показывает явное преобладание терофитов – более 65%.

Кроме того, фитогеографический спектр характеризуется относительно высокой долей компонентов из средиземноморского и Сахаро-индийского регионов.

В Бентуми более высокое таксономическое богатство, чем в Буседрае, что подтверждает специфическое разнообразие изучаемых регионов. Причиной такого богатства может быть самое высокое значение индекса Шеннона-Уивера ( $H'$ ).

Причиной деградации данных территорий является влияние ряда социально-экономических (земледелие, перевыпас скота, чрезмерная эксплуатация) и климатических (водная эрозия, череда засушливых лет) факторов. Из-за этого фисташковое дерево, представляющее собой удивительное экологическое и эволюционное наследие страны, находится под угрозой исчезновения. Для разработки плана действий по сохранению и восстановлению экосистем фисташки необходимо более тщательное их изучение.

*Благодарности.* Особая благодарность Белабиаду Динидину из Национального института лесных

исследований и инженеру лесного хозяйства Хазарчи Ахмеду за помощь с проведением полевых выездов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Abdelkrim S.* 1977. Etude approchée des Dayas du Sud de l'Atlas Saharien // *Ecologie Végétale*. Algérie: Université H. Boumediene. 36 p.
- Abdelkrim S., Medouini K.* 1997. L'apport de l'école sigmatiste à la connaissance des groupements végétaux de l'Algérie // *Historique et Perspectives*. Colloques phytosociologiques XXVII Bailleul. P. 716-725.
- Aidoud A.* 1989. Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques du sud oranais: phytomasse, productivité primaire et application pastorales. Thèse Doctorat 3<sup>ème</sup> cycle. Algérie: Université H. Boumediene. 180 p.
- Aidoud A., Aidoud-Lounis F., Slimani H.* 1997. Effects of grazing on soil and desertification // *Ecological Basis of Livestock Grazing in Mediterranean Ecosystems* / ed. V.P. Papanastasis. Workshop, October 1997. Greece: University of Thessaloniki. P. 133-148.
- Aidoud-Lounis F.* 1997. Contribution à la connaissance des groupements à sparte (*Lygeum spartum* L.) des Hauts Plateaux Sud-Oranais; étude phyto-écologique et syntaxonomique. Thèse Doctorat 3ème Cycle. Algérie: Université H. Boumediene. 256 p.
- Akkouche S.* 2024. Study of the Impact of Dune Fixation on Land Use in the Semi-arid Stage: Djelfa, Algeria // *Arid Ecosystems*. Vol. 14. No. P. 227-237.
- Alyafi J.* 1979. Approches systématiques et écologiques du genre *Pistacia* L. dans la région méditerranéenne. Thèse Doctorat. Es Sciences Université. Aix Marseille III. 123 p.
- Barbero M., Loisel R., Quézel P.* 1989. Perturbation et incendies en région méditerranéenne // *Estud. Pyrenaicos*. Vol. 12. P. 409-419.
- Belhadj S.* 2001. Les pistacheraies algériennes : Etat actuel et dégradation // ed. B.E. Ak. 11 GREMPA Seminar on Pistachios and Almonds, September 1-4, 1999. Sanliurfa, Turkey. Cahiers Options Méditerranéennes. Vol. 56. P. 107-109.
- Belhadj S.* 2007. Étude éco-botanique de *Pistacia atlantica* Desf. (Anacardiaceae) en Algérie, préalable à la conservation des ressources génétiques de l'espèce et sa valorisation. Thèse Doctorat d'État en sciences agronomiques. Tizi Ouzou: Université Mouloud Mammeri.
- Benaradj A., Bouazza M., Boucherit H.* 2012. Diversité floristique du peuplement à *Pistacia atlantica* Desf. dans la région de Béchar (Sud-ouest algérien) // *Mediterranea serie de estudios biologicos, época II*. No. 23. P. 66-89.
- Benaradj A., Hasnaoui O., Bouazza M.* 2013. Approach Phytoecological of *Pistacia atlantica*. Desf. in the Saharan Atlas (Region of Bechar, Algeria) // *Research & Reviews: Journal of Botanical Sciences*. No. 2 (4). P. 1-5.
- Benaradj A., Bouazza M., Boucherit H.* 2015. Ecologie du groupement à *Pistacia atlantica* dans l'atlas saharien oranais (Bechar-Algérie) // *Fl. Medit*. Vol. 25. P. 87-94.
- Benhassaini H., Zoheir M., Laid H., Moulay M.B.* 2007. Phytoécologie de *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* dans le Nord-Ouest Algérien // *Sécheresse*. Vol. 18 (3). P. 199-205.
- Benhassaini H., Fetati A., Kaddour H., Belkhodja M.* 2012. Effect of salt stress on growth and accumulation of proline and soluble sugars on plantlets of *Pistacia atlantica* Desf. subsp. *atlantica* used as rootstocks // *Biotechnol. Agron. Soc. Environ*. Vol. 16 (2). P. 159-165.
- Ahmed B., Yousfi Z., Viaene M., Dejaegher J., Demeyer B., Heyden K.* 2020. Four *Pistacia atlantica* subspecies (*atlantica*, *cabulica*, *kurdica* and *mutica*): A review of their botany, ethnobotany, phytochemistry and pharmacology // *Journal Ethnopharmacol*. Vol. 265. Article No. 113329.
- Bonin G.* 1978. Contribution à la connaissance de la végétation des montagnes de l'Apennin méridional. Thèse doc. d'État Aix-Marseille III. 318 p.
- Bonin G., Aubert G., Barbero M., Gamisans J., Gruber M., Loisel R., Quézel P., Sandoz H., Thinon M., Vedrenne G.* 1983. Mise en évidence de la dynamique de quelques écosystèmes forestiers et préforestiers méditerranéens aux étages méditerranéens s.l. à l'aide de taxons indicateurs // *Végétatio*. Vol. 54. P. 79-96.
- Capot-Rey R.* 1937. La région des dayas, Melange offerts à E.F. Gauchier. P. 107-130.
- Celles J.C.* 1975. Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo-constinois (Algérie). Thèse Doct. France: Univ. Nice.
- Cherif N.* 1988. Contribution à l'étude de la végétation de quelques dayas entre Messaad et Laghouat: végétation-phytomasse // *Ecologie Végétale*. Alger: Univ. H. Boumediene.
- Emberger L.* 1930. La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux // *Rev. Gén. Bot*. Vol. 42. P. 641-662.
- Daget P.* 1977. Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (Cas des thérophytes) // *Recherches d'écologie théorique: les stratégies adaptatives* / eds. R. Barbault, P. Blandin, J.A. Meyer. Paris: Maloine. P. 89-114.
- Daget P.* 1980. Mediterranean bioclimate General characteristics and modes of definition // *Vegetatio*. Vol. 34. P. 1-20.
- Daget P., Poissonet J.* 1997. Biodiversité et végétation pastorale // *Rev. Elev. Med. Vét. Pays trop*. Vol. 50. No. 2.

P. 141-144.

- Djebaili S.* 1978. Recherches phytosociologiques sur la végétation des Hautes plaines steppiques et de l'Atlas saharien. Thèse Doctorat d'Etat. Sci. Thech. France: Langdoc. Montpellier.
- Djebaili S.* 1984. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. Alger: OPU. 177 p.
- Djebaili S., Djellouli Y., Daget P.* 1989. Les steppes paturées des hauts plateaux algériens // Revue Fourrage. No. 120. P. 393-400.
- Good R.* 1974. The geography of flowering plants. 4<sup>th</sup> ed. London: Longman. 557 p.
- Hirche A.* 1995. Contribution à l'étude de l'image satellitaire à l'inventaire cartographique et phytoécologique d'une zone présaharienne cas de Ouled Djellal. Thèse de Magister. Alger: Univ. Scien.Tech. H. Boumediene.
- Ifticene-habani N.* 2011. Etude dendroécologique du pistachier de l'Atlas (*Pistacia atlantica* Desf.) dans la région steppique. Cas de la wilaya de Djelfa. Thèse de Magister. Alger: Univ. Scien.Tech. H. Boumediene.
- Ifticene-habani N., Messaoudene M.* 2016. Croissance radiale et sensibilité au climat du Pistachier de l'Atlas, *Pistacia atlantica* Desf. // Bois et forêts des tropiques. No. 329 (3). P. 3-15.
- Kadi-hanifi H.* 1998. L'Alfa en Algérie. Syntaxonomie, relation milieu – végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doctorat. Alger : Univ. Scien. Tech. H. Boumediene.
- Kadik L.* 2005. Etude phytosociologique et phytoécologique des formations à Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) de l'étage bioclimatique semi-aride algérien. Thèse Doctorat. Alger: Univ. Scien. Tech. H. Boumediene.
- Lacoste A., Salanon R.* 1999. Eléments de biogéographie et d'écologie. Edité par Nathan. paris, 9 rue mechain, 75014. 281 p.
- Le Houerou H.N.* 1959. Recherche écologique et floristique sur la végétation de la Tunisie méridionale. Mémoire No. 8. Alger: Univ. d'Alger; Institut de recherches sahariennes. Vol 1. 281 p.; Vol. 2. 227 p.
- Le Houerou H.N., Claudin I., Haywood M.* 1975. Etude phytoécologique du Hodna // FAO, UNIP/SF ALG. Vol. 9. 154 p.
- Monjauze A.* 1980. Connaissance du Betoum. (*Pistacia atlantica* Desf.) // Revue Forestiere Francaise. Vol. 32 (4). P. 357-363.
- Monjauze A.* 1968. Répartition et écologie de *Pistacia atlantica* Desf. en Algérie // Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. No. 56. P. 1-127.
- Monjauze A.* 1982. Le pays des dayas et *Pistacia atlantica* Desf. dans le Sahara algérien // Revue Forestiere Francaise. Vol. XXXIV. No. 4. P. 277-291.
- ONM.* 2000. Office National de la Météorologie. Algérie.
- Ozenda P.* 1977. Flore du Sahara. 2<sup>ème</sup> ed. Paris: CNRS. 622 p.
- Ozenda P.* 1982. Les végétaux dans la biosphère. Paris: Doin. 431 p.
- Pouget M.* 1980. Les relation sol-Végétation dans les steppes Sud-algéroises. Trav. et Doc. ORSTOM. 555 p.
- Quézel P., Santa S.* 1962-1963. Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris: CNRS. Vol. 1. 565 p.; Vol. 2. 1170 p
- Quézel P.* 1987. Incidence of exogenous factors on the regeneration of *Pinus halepensis* after fires // Ecologia Mediterranea. Vol. 13. P. 51-56.
- Quézel P.* 1995. La flore du bassin méditerranéen: Origine, mise en place, endémisme // Ecologia Mediterranea XXI (1/2). 19-39 p.
- Quézel P., Médail F.* 2003. Écologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Paris, France: Elsevier, Coll. Environnement. 592 p.
- Ramade F.* 1994. Eléments d'écologie, écologie fondamentale. 2<sup>ème</sup> éd. Paris: Ediscience International. 824 p.
- Roux G.* 1967. A propos de quelques méthodes de classification en phytosociologie // Revue de Statistique Appliquée. P. 15-2.