
РЕКОНСТРУКЦИЯ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ЗАПАДНОЙ САХАРЕ В ПЕРИОД РАННЕГО ГОЛОЦЕНА

А.В. Лебедева

Экологический факультет
Российский университет дружбы народов
Подольское шоссе, 8/5, Москва, Россия, 113093

На основе палинологического анализа разрезов рыхлых отложений в регионе Себкха Имлили (Западная Сахара) рассмотрены ландшафтно-климатические изменения региона в голоцене. Представлены первые палеоэкологические данные Западной Сахары, позволяющие понять историю развития экосистем данной территории, на основе доминирующих видов растительности выделены более влажные и более сухие периоды.

Ключевые слова: палеоклимат, Западная Сахара, пыльца, климатические изменения, спорово-пыльцевой метод.

Проблема глобального изменения климата как в настоящее время, так и на протяжении геологического времени является сегодня одной из актуальных проблем. Такие явления, как повышение средней температуры атмосферного воздуха и океанических вод, таяние ледников, поднятие уровня моря, изменения растительного покрова являются важными индикаторами изменения климата [7]. Климат голоцена (11 700 лет назад и до нашего времени) можно охарактеризовать как достаточно ровный. Однако в нем наблюдались короткие периоды с резкими климатическими изменениями, частота которых увеличивалась ко второй его половине [6].

Сахара представляет собой яркий пример последствий климатических изменений и их влияния на экосистему [5]. Сахара не всегда была пустыней с очень сухим климатом. Период между 10 000 и 4500 лет назад характеризуется наличием флоры, представленной по большей части растениями из семейства злаков некоторыми древесными породами, такими как *Celtis integrifolia* L., *Lannea* A. Rich., *Rhus* L., *Alchornea* Sw., *Securinega virosa* (Roxb. ex Willd.) Baill. [3; 4]. В конце этого периода, 5500 лет назад, Сахара перешла в разряд пустынных экосистем.

Целью данной работы являлось изучение изменения природной среды в Западной Сахаре в период голоцена на основе палинологического анализа разрезов рыхлых отложений, отобранных в районе Себкха Имлили (23°16,433 с.ш.; 15°55,380 з.д.). Себкха Имлили представляет собой территорию, расположенную на юге Марокко в 200 км от границы с Мавританией [9]. Особенностью этой территории является то, что в ней расположены небольшие водоемы, которые постоянно наполнены соленой водой. Данный регион весьма своеобразен. Себкха Имлили характеризуется уникальной гидрологической обстановкой и является до сих пор не изученной влажной экосистемой [9]. Данная работа предоставляет первые палеоэкологические данные, позволяющие понять историю развития Западной Сахары.

Был проведен спорово-пыльцевой анализ 23 образцов, отобранных на разной глубине почвенным буром длиной 450 см. Обработка проб выполнялась по стандартной щелочной методике. С помощью таксономического атласа [8] для всех обнаруженных в пробах пыльцевых зерен была определена таксономическая принадлежность (до семейства), на основе чего была построена спорово-пыльцевая диаграмма (рис. 1). Возраст образцов был датирован радиоуглеродным методом. Шесть образцов из двадцати трех, взятых на глубине 0—100 см (2400—1800 лет назад) и пять образцов на глубине от 200 до 300 см (3500—2950 лет назад) не содержали пыльцевых зерен. Отсутствие пыльцы на данных уровнях можно объяснить, опираясь на генезис отложений. Свободные от пыльцы уровни представлены в основном песками и серыми глинами, а горизонты с пыльцой — зеленой глиной с наличием органических остатков и органическими глинами.

Время, лет назад

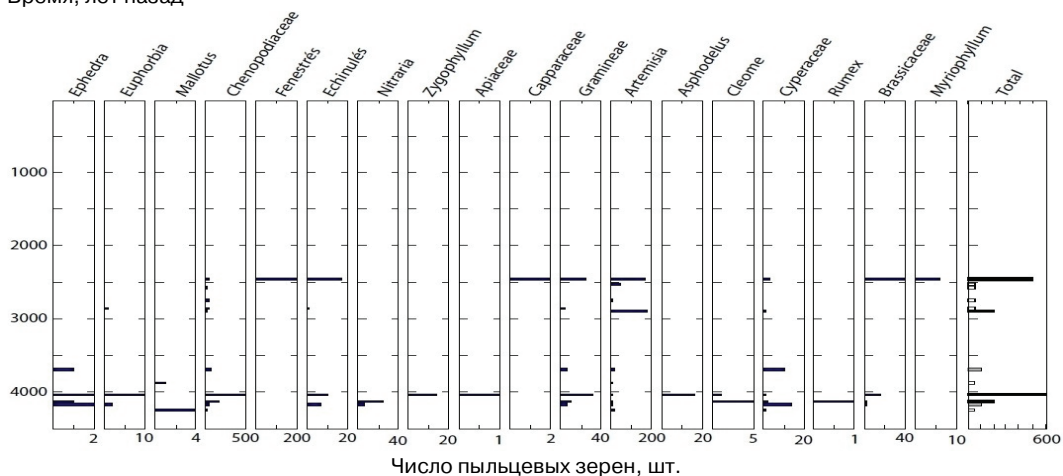


Рис. 1. Спорово-пыльцевая диаграмма почвенного профиля участка Сабкха Имлили

На основе полученных результатов было выделено четыре периода времени. Пыльцевые зерна не содержались в слоях, соответствующих следующим двум периодам: 2400—1800 лет назад и 3500—2950 лет назад, а число пыльцевых зерен от 10 до 600 соответствовало двум другим периодам: 2950—2400 и 4500—3500 лет назад. Состав таксономических единиц пыльцевых зерен в слоях, отвечающих этим двум периодам, различается. В слое, соответствующем временному промежутку 2950—2400 лет назад, наблюдается преобладание пыльцы полыни из семейства сложноцветных (*Artemisia* L., *Asteraceae*), тогда как в слое, соответствующем второму отрезку времени, доминируют маревые (*Chenopodiaceae*). Пыльца этих двух таксономических единиц представлена в отложениях всех четырех выделенных периодов времени.

Для полыни и маревых характерен континентальный климат с холодной зимой и сухим летом [2]. Однако полынь нуждается в большем количестве влаги в период роста, чем маревые [10].

Данная диаграмма показывает количественные изменения пыльцы полыни и маревых в зависимости от периода времени. Чтобы лучше понять связь между этими преобладающими таксонами, было вычислено отношение между числом пыльцевых зерен полыни и маревых по формуле $Artemisia/Artemisia + Chenopodiaceae$, $A/A + C$ (рис. 2). Данное отношение отражает изменение влажности и часто используется как индикатор увлажнения природной среды [2]. В период от 2900 до 2400 лет назад этот показатель высок (0,75—0,95), что указывает на повышенную влажность в этот временной интервал. В период с 4500 по 3500 лет назад данный показатель низок (0,002—0,24), что может свидетельствовать о более сухом климате. Разные значения коэффициента, варьирующие от 0,002 до 0,95, говорят о том, что в климате голоцена присутствовали периоды с резкими климатическими изменениями.

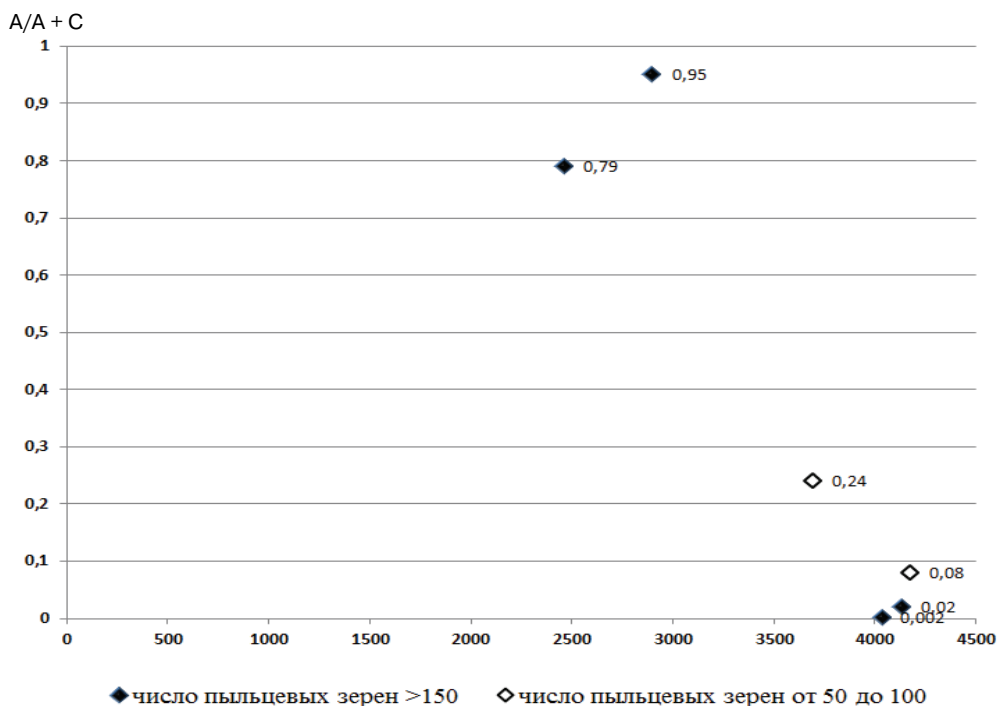


Рис. 2. Отношение $Artemisia/Artemisia + Chenopodiaceae$, $A/A + C$

В слоях, соответствующих периодам между 2500—2400 и 3000—2800 лет назад, наблюдается максимальное содержание пыльцевых зерен полыни, которая предпочитает полусухой климат. Ввиду того, что развитие сложноцветных в целом и полыни в частности зависит напрямую от количества осадков, можно предположить, что климат голоцена в те периоды, когда в данном регионе произрастала полынь, был, вероятно, более влажным, чем в настоящее время. В слоях, соответствующих периодам между 2500—2400 и 3000—2800 лет назад, наблюдается максимальное содержание пыльцевых зерен полыни, которая предпочитает полусухой климат с количеством осадков от 150 до 300 мм/год. В настоя-

щее время среднегодовое количество осадков в этом регионе меньше 150 мм/год и сложноцветные встречаются редко. Можно предположить, что наличие в отложениях этого периода пыльцы сложноцветных свидетельствует о более влажном климате, поскольку растения этого семейства предпочитают более влажные условия.

Большое количество пыльцы маревых наблюдается в слое, соответствующем периоду от 4100 до 4000 лет назад. Растения семейства маревых в основном произрастают в условиях более сухого климата. К тому же согласно полученным данным усиление засушливости климата местообитания ведет к увеличению числа их пыльцевых зерен. Таким образом, можно предположить, что климат в этот период был относительно сухим.

Исходя из полученных результатов, можно выделить два основных периода: относительно влажный, с преобладанием пыльцы полыни, и сухой, с преобладанием пыльцы маревых. Анализ полученных данных показывает, что за последние 4500 лет в Западной Сахаре происходили значительные изменения растительности и климата. Климат голоцена был, вероятно, нестабильным. Для исследователей спорными остаются причины климатических изменений. Возможно, изменения влажности могли быть связаны либо с вариацией температур воды вдоль берегового холодного Канарского течения, либо с широтным перемещением внутри тропической зоны конвергенции [2].

Автор выражает благодарность руководителям со стороны *Centre national de la recherche scientifique* (CNRS) (Монпелье, Франция) Матье Карре (*Matthieu Carré*) и Рашиду Шеддади (*Rachid Cheddadi*) за бесценное внимание и содействие в осуществлении исследования с возможностью получения уникальных данных по изученной территории, [Е.А. Карпухиной] и Ю.В. Уланской за помощь и содействие в написании работы и ряд важных замечаний.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] *DeMenocal P.* Abrupt onset and termination of the African Humid Period: rapid climate responses to gradual insolation forcing // *Quaternary Science Reviews*. — 2000. — P. 347—361.
- [2] *El-Moslimany A.P.* Ecological significance of common nonarboreal pollen: examples from drylands of the Middle East. — 1990. — P. 343—350.
- [3] *Kröpelin S., Kuper R.* Climate-Controlled Holocene Occupation in the Sahara: Motor of Africa's Evolution. — 2006. — P. 803—807.
- [4] *Kröpelin S.* Climate-Driven Ecosystem Succession in the Sahara: The Past 6000 Years. — 2008. — P. 765—768.
- [5] *Lézine A.-M.* Histoire climatique des déserts d'Afrique et d'Arabie. — 2009. — P. 4—11.
- [6] *Mayewski P.A.* Holocene climate variability. *Quaternary Research*. — 2004. — P. 243—255.
- [7] *Pachauri.* Bilan 2007 des changements climatiques // GIEC. — 2007. — P. 1—103.
- [8] *Punt W.* Glossary of pollen and spore terminology. — 2006. — P. 1—81.
- [9] *Qninba A.* Sebket Imlily, une zone humide originale dans le Sudmarocain // *Bull. Inst. Sci., Rabat. Section Sciences de la Vie*. — 2009. — P. 51—55.
- [10] *Yan Zhao.* Sensitive response of desert vegetation to moisture change based on a near-annual resolution pollen record from Gahai Lake in the Qaidam Basin, northwest China. — 2008. — P. 107—114.

RECONSTRUCTION OF THE PALEOECOLOGICAL CHANGES IN THE WESTERN SAHARA DURING THE EARLY HOLOCENE PERIOD

A.V. Lebedeva

Ecological Department
Peoples' Friendship University of Russia
Podolskoe shosse, 8/5, Moscow, Russia, 113093

The objective of this study is to understand the past environmental changes in the Western Sahara, Morocco, from fossil pollen assemblages. In order to reconstruct the climate and vegetation in this area during the late Holocene, a coring of 450 cm was collected from Sebkha Imlily. The fossil record covers the last 4500 years. The pollen content of 23 samples was extracted from this coring and analyzed using a light microscopy. Palynological data allowed to estimate the presence and abundance of different plant taxa such as *Artemisia* and *Chenopodiaceae*. In order to use these two taxa, which are strongly present in the pollen data, to reconstruct past changes was used the following ratio: $Artemisia / (Chenopodiaceae + Artemisia)$, which allowed to assess the variability of aridity in the Sebkha. This ratio translates the degree of local aridity which allowed to state that there are significant changes in the available moisture in the study site and significant environmental changes during the Holocene. These changes suggest that the late Holocene climate in the Sahara was probably quite unstable.

Key words: Paleoclimate, Western Sahara, pollen, climate changes, spore-pollen method.