

© А. Г. Благодатнова

DOI: 10.15293/2226-3365.1402.14

УДК 574.4 + 58.051

ЦИАНОБАКТЕРИАЛЬНО-ВОДОРОСЛЕВЫЕ ЦЕНОЗЫ КАК ОТРАЖЕНИЕ ПАЛЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СПЕЦИФИКИ ПОЧВ ГОЛОЦЕНА

А. Г. Благодатнова (Новосибирск, Россия)

Важность исследования палеопочв не вызывает сомнения, поскольку именно они несут информацию об экологических условиях прошлого, а значит, указывают возможный вектор развития современных экосистем. Объект исследования достаточно специфичен – цианобактериально водорослевые ценозы (ЦВЦ) почв голоцена. Цель работы – выявить возможность использования ЦВЦ почв голоцена для проведения палеорекоkonструкций. Исследования проведены в 1,5 км. на юго-восток от села Володарка (Топчихинский район Алтайского края). Материалом исследования послужили 30 почвенных образцов, которые были отобраны послойно (через каждые 5 см). Отбор проб производился по всем правилам альгологических сборов. Впервые в палеопочвах исследованной территории обнаружено 5 видов водорослей и 1 вид цианобактерий. Все водоросли отнесены к отделу Chlorophyta. Для современных же почв степной зоны характерно превалирование Cyanoprokariota. В спектре ЦВЦ представлены только одновидовые семейства (Chlorococcaceae, Neochloridaceae, Radiococcaceae, Chlorellaceae, Chlorosarcinaceae, Oscillatoriaceae) и роды (Chlorococcum, Mymecia, Gloeocistis, Chlorella, Neochlorosarcina, Phormidium). Обращает на себя внимание тот факт, что эти таксоны водорослей не являются типичными для современных степных почв. Почвенно-экологические условия, гетерогенность среды определяют формирование тех или иных группировок почвенных водорослей. Проекцией условий является различная степень фитоценотической нагрузки водорослей. В основе качественных различий лежит экологическая индивидуальность отдельных видов почвенных водорослей и цианопрокариот.

Ключевые слова: почвенные водоросли и цианобактерии, степные экосистемы, палеопочвы, голоцен, палеоэкология, рациональное природопользование, охрана окружающей среды.

Важность исследования палеопочв не вызывает сомнения, поскольку именно они несут информацию об экологических условиях прошлого, а значит, указывают возможный вектор развития современных экосистем [8, 18]. Палеоальгология решает актуальные во-

просы, касающиеся не только восстановления систематических характеристик водорослей былых эпох, но и изучения эколого-трофических взаимоотношений, а в итоге и восстановлением палеоэкологической обстановки [10].

Благодатнова Анастасия Геннадьевна – кандидат биологических наук, доцент кафедры ботаники и экологии, Институт естественных и социально-экономических наук, Новосибирский государственный педагогический университет.

E-mail: ablagodatnova@yandex.ru

За последнее время накоплен огромный материал о качественном составе альгофлор различных геологических периодов [11, 21, 23], показана перспективность ископаемых водорослей для создания зональной автономной шкалы как стандарта для расчленения и корреляции отдельных интервалов верхней юры Западной Сибири, доказана несомненная информативность остатков водорослей для выявления картины осадконакопления [19]. Это лишь некоторые аспекты возможности использования палеоальгофлор с целью получения ценнейшей информации [3]. Заселение палеопочв водорослями современной флоры (для удобства изложения материала понятие «водоросли» включает и цианобактерии) на данный момент практически не изучен.

Необходимо учесть, что объект исследования достаточно специфичен – цианобактериально водорослевые ценозы (ЦВЦ) почв голоцена. С одной стороны – это, возможно современная флора, с другой, – возможно, палеоальгофлора. Естественно, встает вопрос об особенностях методик и методов исследования. Безусловно, традиционная методика почвенной альгологии составляет базу, но она должна быть изменена определенным образом. Даже традиционные среды для выращивания альгофлоры должны быть модифицированы, поскольку стандартные растворы не провоцируют рост водорослей.

Цель работы – выявить возможность использования ЦВЦ почв голоцена для проведения палеореконструкций.

Исследования проведены в 1,5 км. на юго-восток от села Володарка (Топчихинский район Алтайского края). Территория находится на Приобском лессовом плато, в степной его части [3], одна из почв которой представляет собой толщу древних почв, вышедшей на поверхность в результате эрозионного

смыва вышележащих над ней отложений [9]. Кроме того, впервые установлено, что эта древняя почва формировалась при относительно более благоприятных для процесса гумусообразования условиях увлажнения, чем современная почва [14]. По данным Е. И. Сурковой [17] почвенная микроструктура в условиях сухой степи Топчихинского района достаточно устойчива.

Материалом исследования послужили 30 почвенных образцов, которые были отобраны послойно (через каждые 5 см.). Отбор проб производился по всем правилам альгологических сборов [7]. Для выявления видового состава водорослей использовали метод чашечных, водных и агаризированных питательных культур. Культуры выращивали стационарно в установке «Флора-1» при 8 часовом освещении в сутки лампами дневного света, и температуре 20–22°C. Для определения водорослей использована монография «Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли» [1], а представители цианопрокариот диагностированы по Дж. Комареку и К. Анагностидису [22]. Определение видового состава проведено с помощью микроскопа MICMED2. Параллельно были отобраны пробы на влажность, реакцию среды. Влажность определяли расчетно-весовым методом. Кислотность среды измеряли с помощью мобильного рН-чекера HANNA. На месте произведен замер температур почвы. Кроме того, С. Н. Понамаревым [15] было определено соотношение $C_{гк}:C_{фк}$, Л. П. Захаровой [9] определен возраст почв, Е. И. Сурковой [17] установлены физические характеристики данных палеопочв.

Исследования выполнены в рамках НИР по комплексной теме «Биогеоценозы в режиме антропогенного стрессирования» (кафедра ботаники и экологии ФГБОУ ВПО «НГПУ») [2], кроме того исследования являются ча-

стью комплексного проекта ИПА СО РАН «Палеопочвы – хранители информации». В рамках проекта осуществлены полевые выезды на ключевой участок Володарка (Алтайский край).

Впервые в палеопочвах исследованной территории обнаружено 5 видов водорослей и 1 вид цианобактерий [6]. Все водоросли отнесены к отделу *Chlorophyta*. Для современных же почв степной зоны характерно превалирование *Cyanoprokariota*, что подтверждено многолетними исследованиями [13]. В спектре ЦВЦ представлены только одновидовые семейства (*Chlorococcaceae*, *Neochloridaceae*, *Radiococcaceae*, *Chlorellaceae*, *Chlorosarcinaceae*, *Oscillatoriaceae*) и роды (*Chlorococcum*, *Myrmecia*, *Gloeocistis*, *Chlorella*, *Neochlorosarcina*, *Phormidium*). Обращает на себя внимание тот факт, что эти таксоны водорослей не являются типичными для современных степных почв [4]. Семейство же *Oscillatoriaceae* и род *Phormidium* в частности (*Cyanoprokariota*), напротив, характерны для степей [16]. Отдел зеленые водоросли представлен следующими видами: *Chlorococcum hypnosporum* Starr, *Myrmecia bisecta* Reisl., *Gloeocistis polydermatica* (Küts.) Hind., *Chlorella vulgaris* Beijer., *Neochlorosarcina minuta* (Groover et Bold) Watanabe, цианопракариоты – *Phormidium foveolarum* (Mont.) Gom. *Gloeocistis polydermatica* является тем видом, который сосредотачивает в своей слизи все остальные виды водорослей и цианобактерий [13]. В то же время *Phormidium foveolarum* (за счет трихальной структуры) выполняет функции «мостиков» между различными группировками водорослей [5].

Фитоценотическая структура позволяет оценить значение водорослей в конкретных условиях. По мнению Л. И. Новичковой-Ивановой [12], для характеристики альго-

группировок важными показателями являются число доминантов и разнообразие водорослей в морфологическом и экологическом аспекте. Особенности фитоценотической организации альгогруппировок определяются конкретными почвенно-экологическими условиями.

Виды, входящие в состав биоценоза, различаются по своей значимости, которая определяется тем, какую роль они играют в функционировании сообщества. Главенствующую роль в ценозах играют доминанты. Доминантность вида является мерой его участия в сообществе и устойчивости этого участия. Доминантный вид всего один, но именно он поддерживает определенное состояние альгогруппировок, придает им устойчивость и обеспечивают надежность их функционирования. Доминирующие виды определены с помощью таких показателей, как обилие (D), встречаемость (F), коэффициент экологическо-ценотической значимости (ЭЦЗ). При анализе ЭЦЗ доминантных видов необходимо учитывать особенности экологии данных видов. *Gloeocestis polydermatica* является тем видом, который сосредотачивает в своей слизи все остальные виды водорослей и цианобактерий. ЭЦЗ этой водоросли варьирует в интервале от 0,7, до 1 (при максимально возможном значении, равном 1). В то же время *Phormidium foveolarum* (за счет трихальной структуры) выполняет функции «мостиков» между различными группировками водорослей. По некоторым данным (6) *Gloeocestis polydermatica* преимущественно аэрофитный вид. В то же время эта зооспорообразующая водоросль наиболее активно развивается в почвах, где она приспособилась к неблагоприятным условиям (высушиванию, промерзанию, инсоляции и т.п.).

Почвенно-экологические условия, гетерогенность среды определяют формирование

тех или иных группировок почвенных водорослей. Проекцией условий является различная степень фитоценотической нагрузки водорослей. В основе качественных различий

лежит экологическая индивидуальность отдельных видов почвенных водорослей и цианопрокариот.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Андреева В. М.** Почвенные и аэрофильные зеленые водоросли (*Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales*). – СПб., 1998. – 351 с.
2. **Алтыникова Н.В., Герасёв А.Д., Ряписов Н.А., Майер Б.О., Гижицкая С.А.** Новосибирский государственный педагогический университет: курс на инновации // Вестник Новосибирского государственного педагогического университета. – 2013. – № 1. – С. 5–20.
3. **Арешин А. В.** Палеопочвы и опыт реконструкции палеоландшафтов мезозоя Московского региона: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Москва, 2011. – 27 с.
4. **Ахмедьянов Д. И.** Биологическое разнообразие цианобактерий и водорослей ковыльных степей Баймакского района Республики Башкортостан // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2009. – №6. – С. 48 – 49.
5. **Благодатнова А. Г.** Организация почвенных водорослей эвтрофного болота // Растительный мир Азиатской России. – 2010. – № 1 (5). – С. 95–100.
6. **Благодатнова А. Г.** К вопросу о цианобактериально-водорослевых ценозах палеопочв (Алтайский край, Топчихинский район) // Материалы Четвертой Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого» (Новосибирск, 30 июля – 4 августа 2013). – Новосибирск, 2013. – С. 11–14.
7. **Голлербах М. М., Штина Э. А.** Почвенные водоросли. – Ленинград, 1969. – 228 с.
8. **Дергачева М. И.** Возможности и ограничения в использовании педогумусового метода при изучении типов и условий древнего педогенеза // Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого. – Новосибирск, 2011. – С. 34–40.
9. **Захарова Е. Г.** Варьирование свойств в верхней части современных почв и поверхностных палеопочв ключевого участка Володарка (Барнаульское Приобье) // Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого. – Новосибирск, 2011. – С. 91–94.
10. **Ивлев А. М.** Эволюция почв. – Владивосток, 2005. – 97 с.
11. **Кордэ К. Б.** Водоросли Кембрия. – М., 1973. – 147 с.
12. **Новичкова-Иванова Л. Н.** Водоросли экосистем степей Евразии // Общество. Среда. Развитие (Тerra Humana). – Санкт-Петербург, 2012. – № 2. – С. 213–220.
13. **Пивоварова Ж. Ф., Факторович Л. В., Благодатнова А. Г.** Особенности таксономической структуры почвенных фотоавтотрофов при освоении первичных субстратов // Растительный мир Азиатской России. – 2011. – № 4(9). – С. 95–102.
14. **Пономарев С. Ю.** Некоторые характеристики полигенетического чернозема восточной окраины Приобского плато (на примере ключевого участка «Володарка») // Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого. – Новосибирск, 2011. – С. 122–125.
15. **Пономарев С. Ю.** Специфика поверхностных палеопочв ключевого участка Володарка по морфологическим и физико-химическим свойствам // Материалы Четвертой Международной научной молодежной школы по палеопочвоведению «Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого» (Новосибирск, 30 июля – 4 августа 2013). – Новосибирск, 2013. – С. 69–75.

16. **Стебаев И. В., Сагды Ч. Т., Курбатская С. С. и др.** Останец Ончалаан как натурная модель развития биогеоценозов стоковых серий ландшафтов Убсунурской котловины. – Кызыл, 1992. – 183 с.
17. **Суркова Е. И.** Физические свойства палеопочв ключевого участка «Володарка» (Алтайский край) // Почвы, палеопочвы и формирующая их природная среда. – Новосибирск, 2012. – С. 116–120.
18. **Таргульян В. О., Соколов Т. А.** Почва как биокосная природная система: «реактор», «память» и регулятор биосферных взаимодействий // Почвоведение. – 1996. – № 1. – С. 34–47.
19. **Трубицына А. Н., Ильина В. И.** Биостратиграфия келловей-верхнеюрских отложений Шаимского нефтегазоносного района (Западная Сибирь) по диноцистам // Юрская система России: проблемы стратиграфии и палеогеографии. Второе Всероссийское совещание: научные материалы. – Ярославль, 2010. – С. 235-239.
20. **Черепанова Е. И.** Экологические условия формирования степных почв на примере окрестностей села Володарка (Алтайский край) // Палеопочвы – хранители информации о природной среде прошлого. – Новосибирск, 2011. – С. 135–139.
21. **Ярков А. А.** Водоросли океана Тетис Волгоградской области // Стержень. – Волгоград, 2008. – С. 91-113.
22. **Komárek J., Anagnostidis K.** Cyanoprokaryota. II. Oscillatoriales // Süßwasserflora von Mitteleuropa. / Ettl H., Gartner G., Heynig H., Mollenhauer D. (eds.). Bd. 19 (2). Jena; Stuttgart; Lübeck; Ulm, 2005. P. 327–472.
23. **Poulsen N. E.** Dinoflagellate cysts from marine Jurassic deposits of Denmark and Poland. AASPF, Contribution series. 1996, no 31. 227 p.

© A. G. Blagodatnova

DOI: 10.15293/2226-3365.1402.14

UDC 574.4+58.051

CYANOBACTERIAL-ALGAL CENOSITE AS A REFLECTION OF SPECIFIC SOIL OF HOLOCENE PALEOENVIRONMENTAL

A. G. Blagodatnova (Novosibirsk, Russia)

The importance of studying the paleosols is not in doubt, as they carry information about the environmental conditions of the past and, therefore, indicate a possible vector of existing ecosystems. The object of study is quite specific – cyanobacterial algal cenoses (CAC) Holocene soils. Purpose is to identify the possibility of using of CAC Holocene soils for paleoreconstructions. The studies were performed at 1.5 km in the south-east of the village Volodarka (Topchikhinsky district of the Altai Territory). As a material of research 30 soil samples were taken, which were selected layers (every 5 cm). Sampling was done according to the rules of algological fees. For the first time in paleosols of this territory was found five species of algae and 1 species of cyanobacteria. All algae are assigned to a type of Chlorophyta. For a modern soil of steppe zone is characterized by the prevalence of Cyanoprokariota. The spectrum of the CAC is presented only single-species of the family (Chlorococcaeae, Neochloridaceae, Radiococcaceae, Chlorellaceae, Chlorosarcinaceae, Oscillatoriaceae) and species (Chlorococcum, Mymecia, Gloeocistis, Chlorella, Neochlorosarcina, Phormidium). It is very important fact that these taxa of algae are not typical for modern steppe soils. Soil and environmental conditions, the heterogeneity of the environment determines the formation of various groups of soil algae. The projection of the conditions is different degree of phytocoenotic load of algae. The basis of qualitative differences is ecological individuality of certain types of soil algae and cyanoprokaryota.

Keywords: soil algae and cyanobacteriathe steppe ecosystem poleopochvy, Holocene, paleoecology, environmental management, and environmental protection.

REFERENCES

1. Andreeva V. M. *Soil and aerophilic green algae (Chlorophyta: Tetrasporales, Chlorococcales, Chlorosarcinales)*. St. Petersburg, 1998, 351p. (In Russian)
2. Altynikova N. V., Gerasev A. D., Ryapisov N. A., Mayer B. O., Gizhitskaya S. A. Novosibirsk State Pedagogical University: rate on innovation. *Novosibirsk State Pedagogical University Bulletin*, 2013, no. 1, pp. 5–20. (In Russian)
3. Areshin A. V. *Paleosols and experience paleolandscapes Mesozoic reconstruction of the Moscow region* : Dissertation of the candidate of biol. sciences. Moscow, 2011, 27 p. (In Russian).
4. Ahmedyanov D. I Biological diversity of cyanobacteria and algae feather grass steppes Baimak district of Bashkortostan. *Bulletin of the Orenburg State University*, 2009, no. 6, pp. 48–49. (In Russian)
5. Blagodatnova A. G. Organization of soil algae in eutrophic swamps. *Flora of Asiatic Russia*. – 2010, no. 1 (5), pp. 95–100. (In Russian)
6. Blagodatnova A. G. On the cyanobacterial – algal cenoses paleosols (Altai, Topchikhinsky district). *Proceedings of the Fourth International Young Scientists School on Paleopedology "Paleosols – keepers of information about the environment of the past"* (Novosibirsk, July 30 – August 4, 2013), Novosibirsk, 2013, pp. 11–14. (In Russian)

7. Hollerbach M. M., Shtina E. A. *Soil algae*. Leningrad, 1969, 228 p. (In Russian)
8. Dergacheva M. I. Possibilities and limitations in the use of the method in studying pedogumusovogo types and conditions of ancient pedogenesis. *Paleosols – keepers of information about the environment of the past*. Novosibirsk, 2011, pp. 34–40. (In Russian)
9. Zakharova E. G. Variation properties at the top of modern soils and surface paleosols key area Volodarka (Barnaul Priobe). *Paleosols guardian information about the natural environment of the past*. Novosibirsk, 2011, pp. 91–94. (In Russian)
10. Ivlev A. M. *Evolution of soil*. Vladivostok, 2005, 97 p. (In Russian)
11. Corday C. B. *Algae Cambrian*. Moscow, 1973, 147 p. (In Russian)
12. Novichkova-Ivanova L. N. Algae Eurasian steppe ecosystems. *Society. Wednesday. Development (Terra Humana)*. St. Petersburg, 2012, no. 2, pp. 213–220. (In Russian)
13. Pivovarova J. F., Faktorovich L. V., Blagodatnova A. G. Features taxonomic structure of soil photoautotrophs during the development of primary substrates. *Flora of Asiatic Russia*. 2011, no. 4 (9), pp. 95–102. (In Russian)
14. Ponomarev S. Y. Some characteristics of polygenetic chernozem eastern margin of the Ob plateau (for example, the key area "Volodarka"). *Paleosols guardian information about the natural environment of the past*. Novosibirsk, 2011, pp. 122–125. (In Russian)
15. Ponomarev S. Y. Specificity surface paleosols key area Volodarka morphological and physico-chemical properties. *Proceedings of the Fourth International Young Scientists School on Paleopedology "Paleosols – keepers of information about the environment of the past"* (Novosibirsk, July 30 – August 4, 2013). Novosibirsk, 2013, pp. 69–75. (In Russian)
16. Stebaev I. V., Sagdy C. T., Kurbatskaya S. S. *Onchalaan as full-scale model development biogeocenosis runoff series of landscapes Ubsunur hollow*. Kyzyl, 1992, 183 p. (In Russian)
17. Surkov E. I. Physical properties of paleosols key area "Volodarka" (Altai Territory). *Soils and paleosols forming their natural environment*. Novosibirsk, 2012, pp. 116–120. (In Russian)
18. Targulian V. O., Sokolov T. A. Soil as a natural system, "reactor", "memory" and the regulator biosphere interactions. *Soil Science*. 1996, no. 1, pp. 34–47. (In Russian)
19. Trubitsyna A. N., Ilyin V. I. Biostratigraphy of Callovian – Upper Jurassic Shaim petroleum district (Western Siberia) dinocyst. *Jurassic System of Russia: problems of stratigraphy and paleogeography. Second All-Russian meeting: scientific papers*. Yaroslavl, 2010, pp. 235–239. (In Russian)
20. Cherepanova E. I. Environmental conditions for the formation of steppe soils on the example of the village neighborhoods Volodarka (Altai Territory). *Paleopochvy – keepers of information about the environment of the past*. Novosibirsk, 2011, pp. 135–139. (In Russian)
21. Yarkov A. A. Algae Tethys Ocean Volgograd Region. *Rod*. Volgograd, 2008. pp. 91–113. (In Russian)
22. Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. II. Oscillatoriales *Süsswasserflora von Mitteleuropa*, Ettl H., Gartner G., Heynig H., Mollenhauer D. (eds.). Bd. 19 (2). Jena; Stuttgart; Lübeck; Ulm, 2005, pp. 327–472.
23. Poulsen N. E. Dinoflagellate cysts from marine Jurassic deposits of Denmark and Poland. *AASPF, Contribution series*. 1996, no. 31, 227 p.

Blagodatnova Anastasia Gennadevna, Ph.D., the Associate Professor of the Department of Botany and Ecology, Institute of natural and socio-economic sciences, Novosibirsk State Pedagogical University.
E-mail: ablagodatnova@yandex.ru