РАЗНООБРАЗИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ГОРНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Альфия ФАЗЛУТДИНОВА, Ева СУГАЧКОВА
Башкирский государственный педагогический университет им. М. Акмуллы, г. Уфа, ул. Октябрьскойреволюции, 3а, тел. (347)273-02-90,
e-mail: alfi05@mail.ru

The species complexes of diatoms mountain ecosystems in Austria, Georgia, Russia, Turkey and France were studied. The comparative analysis of groups of diatoms on geographical-based position and altitudinal gradient was held. The changes in species composition, structure, complex dominant species and abundance of diatom communities were found. The level of similarity in species composition between the complexes of diatoms mountain ecosystems was determined.

Ключевые слова: диатомовые водоросли, видовой состав, горные экосистемы, вертикальная поясность.

Введение

Особенностью горных экосистем является высокое биологическое разнообразие за счет вертикальной поясности, различий экологических условий на склонах разных экспозиций и их крутизны, пестроты геологических пород. Все горные экосистемы обладают низкой устойчивостью к режиму хозяйственного использования [3]. В последнее время горные экосистемы подвергаются сильному рекреационному использованию, что в свою очередь может привести к их необратимому изменению. К сожалению, горные экосистемы это одни из наименее изученных сообществ [5,7,11,17]. Важнейшей частью исследований, направленных на изучение биоразнообразия этих экосистем является выявление видового состава диатомовых водорослей. Диатомовые водоросли выполняют важную роль в структуре и функционировании горных экосистем, они характеризуются высокой информативностью об условиях изменения параметров окружающей среды.

Материалы и методы

Исследованиями были охвачены следующие горные экосистемы: Западный Тавр (Турция), Альпы (Австрия, Франция), Лихский (Сурамский) горный хребет (Грузия), Иремель, Южный Урал (Россия). Поскольку главной особенностью гор является зависимость климата и почв от высотной поясности отбор проб проводили на разных высотах. Районы исследования отличались друг от друга по рельефу, климату и растительности. Материалом для работы послужили 30 смешанных почвенных образцов (каждый из 5 индивидуальных проб). Отбор проб и анализ видового разнообразия осу-

ществлялся классическими в почвенной альгологии методами [8]. Техническую подготовку проб проводили по общепринятой методике [2], створки от протопластов очищались путем кипячения в концентрированной азотной кислоте. Для изготовления препаратов очищенные створки помещяли в смолу Naphrax™ [9]. Для видовой идентификации таксонов диатомовых водорослей использовали отечественные и зарубежные определители [1,10,12-16].

Для выявления роли отдельных видов и внутривидовых таксонов в комплексе диатомовых водорослей применяли метод глазомерной оценки обилия, которое выражали в баллах по видоизмененной шестибалльной шкале Кольбе-Вислоуха [6]. В доминирующий или основной комплекс нами были включены виды и внутривидовые таксоны с обилием от 3 до 6 баллов. Диатомовые с 6 баллами были признаны доминантами, субдоминанты имели 4 – 5 баллов, а представители с 3 баллами отнесены к числу сопутствующих. Для характеристики сообществ диатомовых водорослей использовали коэффициент встречаемости, по которому устанавливается роль отдельных видов и внутривидовых таксонов в группировках диатомовых водорослей и оценивается степень их однородности и специфичности и коэффициент сходства флористического состава Съеренсена – Чекановского, который рассчитывали с помощью программного модуля «Graphs» [4]. Данная программа позволяет отображать полученные результаты в виде графов, где оценивается связь между видовым составом сообществ диатомовых водорослей и различными экологическими факторами.

Результаты и обсуждения

Всего в почвах горных экосистем выявлен 61 вид с внутривидовыми таксонами диатомовых водорослей. Большинство идентифицированных видов являются типичными представителями почвенной биоты. Самое большое число видов диатомовых водорослей найдено в Западном Тавре (34 таксона) и на Лихском (Сурамском) хребте (28), а самое малое – во французских Альпах (5). Иремель и австрийские Альпы по числу видов занимали промежуточное положение 14 и 11 таксонов соответственно. Низкое видовое богатство диатомовых водорослей в Альпах и на Иремеле может быть обусловлено более холодным климатом. Исследования Эцтальских Альп проведенные нами в 2008 году [7] также показали скудность видового состава диатомовых водорослей, тогда было выявлено всего 3 вида – *Hantzschia amphioxys, Luticola mutica* и *Pinnularia borealis*. Видовые комплексы диатомей в исследованных горных экосистемах отличались друг от друга по видовому составу, структуре, комплексу доминирующих видов, обилию.

Западный Тавр. Данная экосистема характеризовалась наибольшим видовым богатством, здесь были встречены представители 24 родов. До-

минировали *Achnanthes holsatica* Hustedt in Schmidt et al., *Luticola mutica* (Kützing) D.G.Mann in Round et al., *Mayamaea atomus* (Kützing) Lange-Bertalot, *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith.Роль субдоминантов выполняли *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann, *Halamphora montana* (Krasske) Levkov *Luticola ventricosa* (Kützing) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann, *Staurosirella pinnata* (Ehrenberg) D.M.Williams & Round. Максимальное количество видов (27) было обнаружено на высоте 300 м (рис. 1).

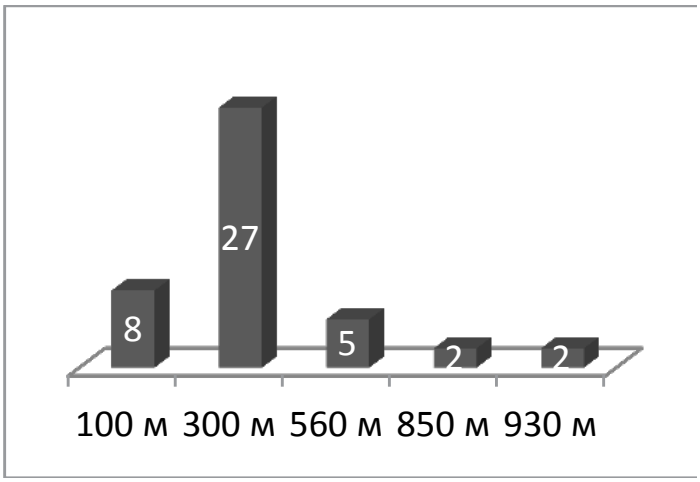


Рис. 1. **Число видов диатомовых водорослей в экосистеме Западного Тавра.**

Лихский (Сурамский) горный хребет. Видовой комплекс представлен 20 родами. Массово развивались *Diadesmis contenta* (Grunow ex Van Heurck) D.G.Mann in Round, Crawford & Mann и *Hantzschia abundans* Lange-Bertalot. К числу субдоминантов относилась *Luticola mutica* (Kützing) D.G. Mann in Round et al. Наибольшим видовым разнообразием характеризовалась группировка диатомей на высоте 430 м, здесь было обнаружено 20 таксонов, что составляет 71% от общего числа видов (рис. 2).

Иремель. В данной экосистеме найдены представители 8 родов диатомовых водорослей. Доминирующий комплекс представлен двумя видами *Hantzschia abundans* Lange-Bertalot и *Luticola mutica* (Kützing) D.G.Mann in Round et al. Субдоминант – *Pinnularia borealis* Ehrenberg. На территории базового лагеря в смешанном лесу выявлено 7 видов (рис. 3). Далее с увеличением высоты число таксонов постепенно снижалось с небольшим пиком на высоте 1400 м. На высоте 1340 и 1450 м. был отмечен один вид – *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow.

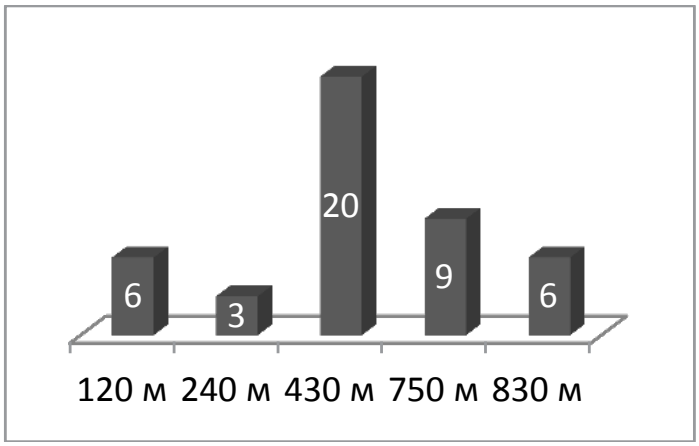


Рис. 2. **Число видов диатомовых водорослей в экосистеме Лихского горного хребта**.

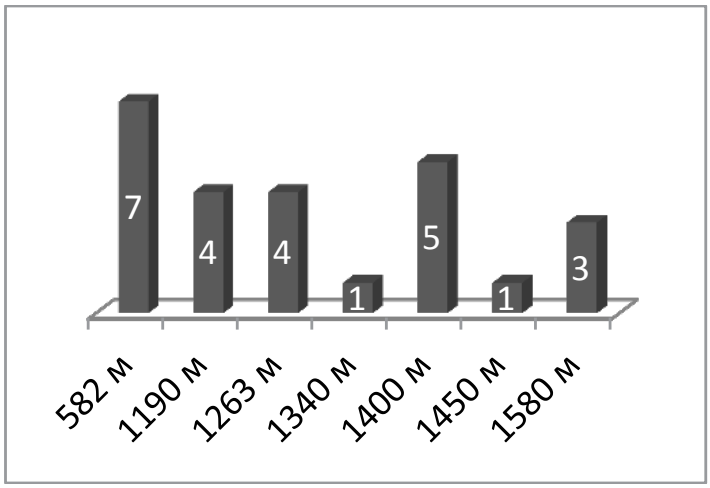


Рис. 3. **Число видов диатомовых водорослей в экосистеме Иремеля.**

Австрийские Альпы (Тироль). Экосистема отличается слабым развитием диатомовых водорослей. Состав относительно беден и включает всего 11 таксонов из 8 родов. Доминировали два вида *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow и *Pinnularia borealis* Ehrenberg. Субдоминантов нет. На высотах 2227 и 2820 м виды отсутствовали (рис. 4). Увеличение числа видов на высоте 1992 м. возможно связано с высокой гетерогенностью экологических факторов среды, а именно температурой, количеством осадков, типом почвы, ее химическими свойствами, степенью нарушенности почвенного покрова и т.д.

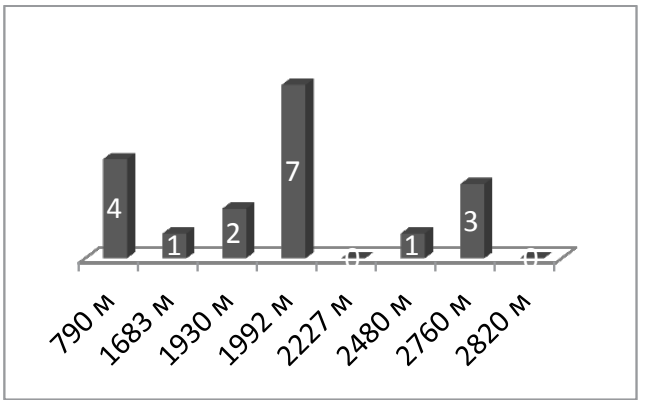


Рис. 4. **Число видов диатомовых водорослей в экосистеме австрийских Альп.**

Французские Альпы (Рона-Альпы). Здесь формируется своеобразный комплекс диатомовых водорослей, особенностью которого является низкое видовое разнообразие, всего обнаружено 5 таксонов, и одновременно высокое обилие отдельных видов. Скудность видового состава можно объяснить, прежде всего, тем, что французские Альпы намного выше австрийских и, следовательно, характеризуются более экстремальными условиями местообитания (резкие перепады температур, выдувание снежного покрова, высокая инсоляция и т.д.). Доминировали *Hantzschia abundans* Lange-Bertalot, *Hantzschia amphioxys* (Ehrenberg) Grunow in Cleve & Grunow, *Pinnularia borealis* Ehrenberg. Субдоминантов нет. Мелкоклеточные *Luticola mutica* (Kützing) D.G. Mann in Round et al. и *Luticola ventricosa* (Kützing) D.G. Mann in Round, Crawford & Mann. были выявлены только один раз и только в одной пробе, на высоте 2307 м. На высоте 3130 м диатомовые отсутствовали, максимальное количество видов обнаружено на высоте 2307 м (рис. 5).

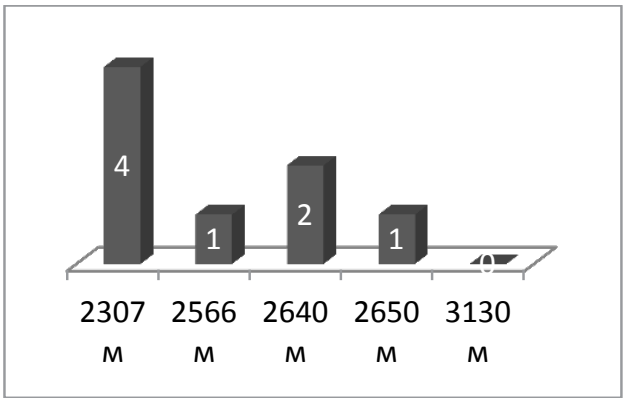


Рис. 5. **Число видов диатомовых водорослей в экосистеме французских Альп.**

Анализ видовых комплексов диатомовых водорослей горных экосистем показал относительно невысокое сходство. Величина коэффициента Съеренсена-Чекановского варьировала от 5 до 34% (рис. 6). По результатам расчетов выделилось два кластера. В первый кластер вошли Западный Тавр и Лихский (Сурамский) горный хребет. Данные территории характеризуются теплым и влажным климатом с жарким безоблачным летом и дождливой зимой. Сумма годовых осадков изменяется от 800-1300 мм. Основу разнообразия комплекса диатомовых водорослей составили представители 35 родов. Всего обнаружено 47 видовых и внутривидовых таксонов. Во второй кластер объединились Иремель, австрийские и французские Альпы. Климат этих районов континентальный с продолжительной холодной и суровой зимой с большим количеством осадков. В этих районах выявлены представители 13 родов. Общее число видов – 23.

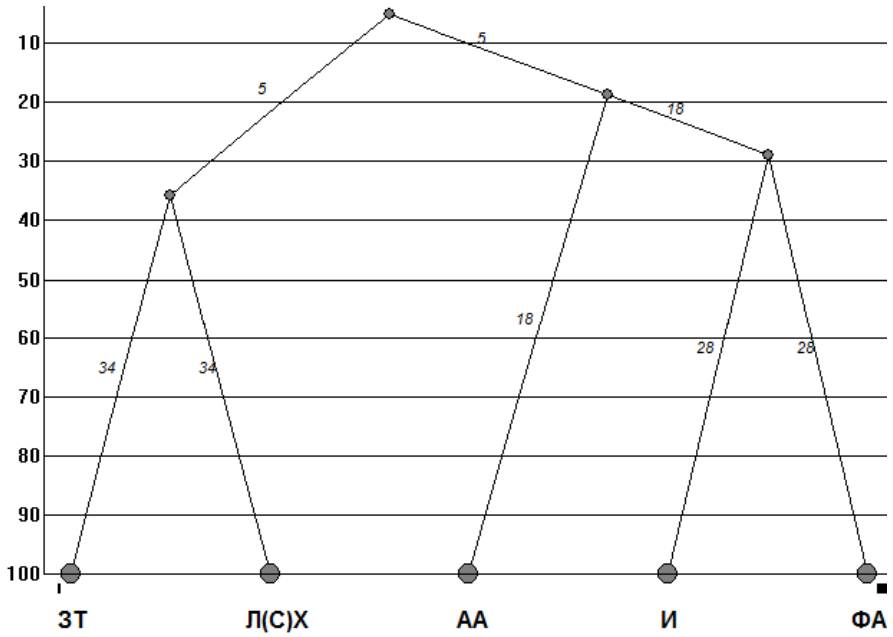


Рис. 6. **Дендрограмма сходства видового состава диатомовых водорослей исследованных горных экосистем. Примечание. ЗТ – Западный Тавр (Турция), Л(С)Х – Лихский (Сурамский) горный хребет (Грузия), И – Иремель, Южный Урал (Россия), АА – австрийские Альпы, ФА – французские Альпы; цифрами указано сходство видового состава в %.**

Выводы

Видовые комплексы диатомовых водорослей изученных экосистем отличались друг от друга по структуре и составу доминирующих видов. Наиболее разнообразными были сообщества горных экосистем Западный Тавр и

Лихский (Сурамский) хребет. В состав доминирующего комплекса исследованных горных экосистем входили *Achnanthes holsatica, Diadesmis contenta, Hantzschia abundans*, *H. amphioxys, Luticola mutica, Mayamaea atomus, Nitzschia palea, Pinnularia borealis*. Наиболее представительными были рода Diadesmis, Hantzschia, Luticola и Pinnularia. Группировки диатомовых водорослей, сформировавшиеся на разной высоте также сильно отличались друг от друга. Поскольку с поднятием в горы меняются температура, увлажнение, солнечная радиация, направление и сила ветра, типы погоды, а, следовательно, и увеличивается разнообразие природных комплексов.

Список использованной литературы

1. Диатомовые водоросли. Определитель пресноводных водорослей СССР / Под ред. Забелиной М.М, Кисилевой И.А., Прошкиной-Лавренко А.И. и др. // М.: Сов. наука, 1951. Вып. 4. 620 с.
2. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные) / Отв. ред. Прошкина-Лавренко А.И. Т. 1. Л.: Наука, 1974. 403 с.
3. Миркин Б.М., Наумова Л.Г. Проблемы, понятия и термины современной экологии: Словарь-справочник. – Уфа: АН РБ, Гилем, 2010. – 400с.
4. Новаковский А.Б.Возможности и принципы работы программного модуля «Graphs». Сыктывкар, 2004. 31 с. (Сер. Автоматизация науч. исследований / Коми НЦ УрО РАН; Вып. 27).
5. Патова А.Д., Новаковская И.В. Особенности популяции Nostoc commune из горных местообитаний. Тезисы докладов 2(10) Международной Ботанической конференции молодых ученых в Санкт-Петербурге, 11-16 ноября, 2012. 2012, 37.
6. Стенина А.С. Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) в озерах востока Большеземельской тундры. Сыктывкар: Коми НЦ УрО РАН, 2009. 176 с.
7. Сугачкова Е.В., Фазлутдинова А.И. Почвенные водоросли Этцтальских Альп (Австрия). Вестник ОГУ. – Оренбург. №6 (100). 2009. – С. 613-615.
8. Хазиев Ф.Х., Кабиров Р.Р. Количественные методы почвенно-альгологических исследований. Уфа: БФАН. СССР, 1986. 172 с.
9. Acker F., Russell B., Morales E. Preparation of diatom slides using Naphrax™ mounting medium // PCER, ANSP. 2002. Protocol P-13-49. P. 41-54.
10. Ettl H., Gartner G. Syllabus der boden-, luft-, und flechtenalgen. Stuttgart: VEB Gustav Fischer Verlag, 1995. 721 p.
11. Karsten U., Hoizinger A. Light, temperature and dessication effects on photosynthetic activity and drought-induced ultrastructural changes in the green alga Klebsormidium dissectum (Streptophyta) from a high Alpine soil crust. Microbial Ecol. 2012. 63, № 1, 51-63.
12. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 1: Naviculaceae // Sußwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgard, New-York: VEB Gustav Fischer Verlag, 1986. Bd. 2. 876 s.
13. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 2: Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Sußwasserflora von Mitteleuropa. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1988. Bd. 2. 536 s.

14. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 3: Centrales; Fragilariaceae, Eunotiaceae // Sußwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgard, Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1991. Bd. 2. 576 s.
15. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. 4: Ahnanthaceae, kritische erganzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema gesamtliteraturverreichnis // Sußwasserflora von Mitteleuropa. Stuttgard, Jena: VEB Gustav Fischer Verlag, 1991. Bd. 2. 437 s.
16. Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G. The diatoms. Biology and morphology of the genera. Cambridge, New-York, Port Chester, Melbrourne, Sydney: Cambridge University, 1990. 747 p.
17. Tark R., Garther G. Biolodgical soil crusts subalpine, alpine and nival areas in the Alps. In: J.Belnap and O. L.Lange (eds.) Biolodgical soil crusts: structure, function and management: Ecological studies. 2001. Vol. 150. P. 67-73.