

УДК 582.26 + 581.9 + 582.26: 581.4

М.С. КУЛИКОВСКИЙ

Ин-т биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
152742 Ярославская обл., Некоузский р-н, пос. Борок, Россия

К ИЗУЧЕНИЮ МОРФОЛОГИИ И РАСПРОСТРАНЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ИЗ РОДОВ *MAYAMAEA* LANGE-BERTALOT И *FISTULIFERA* LANGE-BERTALOT (*BACILLARIOPHYTA*) В РОССИИ И МОНГОЛИИ

В результате изучения проб из различных экосистем России и Монголии (сфагновые болота, озера, реки) обнаружено 6 таксонов из рода *Mayamaea* Lange-Bertalot и 2 из рода *Fistulifera* Lange-Bertalot (*Bacillariophyta*). Данные о морфологической изменчивости, полученные с помощью электронного микроскопа, позволили расширить диагноз *Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bertalot var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot и *M. arida* (Bock) Lange-Bertalot. Последний вид впервые обнаружен нами после типового описания. Выявлены закономерности морфологической изменчивости. Наиболее варибельным признаком у представителей двух родов является ширина створки. Полученные данные позволили расширить представления о географическом распространении изученных видов в Восточной Европе и Монголии. Для Монголии впервые приводятся виды *M. atomus* var. *permitis* и *Fistulifera saprophila* (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot.

Ключевые слова: *Mayamaea*, *Fistulifera*, морфология, распространение (Восточная Европа, Монголия), электронно-микроскопическое изучение.

Введение

Проявляющаяся в настоящее время в современной биологии тенденция дробления видов и родов (Павлинов, 2001) прослеживается и в изучении диатомовых водорослей. Наиболее крупные таксономические преобразования коснулись рода *Navicula* sensu lato, с выделением из него более 20 новых или восстановлением старых родов (Metzeltin, Witkowski, 1996; Lange-Bertalot, Genkal, 1999; и др.).

Роды *Mayamaea* и *Fistulifera* описаны Н. Lange-Bertalot (1997) с типовыми видами *M. atomus* (Kütz.) Lange-Bertalot и *F. saprophila* (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot. При выделении рода *Mayamaea* в него были включены 10 видов с 3 разновидностями и 3 вида включены в род *Fistulifera* (Lange-Bertalot, 1997). Позднее первый род был расширен за счет перевода в него еще 4 видов (Lange-Bertalot, 2001).

Это мелкоклеточные, живущие в слизи организмы, трудно различимы при использовании световой оптики. Отличительными особенностями двух родов является строение шва с нитевидными ветвями. Для рода *Mayamaea* ветви шва более или менее искривлены, оба проксимальных конца отклонены в одну и ту же сторону. Дистальные концы имеют форму крючка, оба отклонены в одну и ту же сторону, но обратную проксимальным. Форма шва простая, прямая внутренняя щель без сложного шовного ребра, наложенного на него. Проксимальные концы

шва заканчиваются просто, без какой-либо особой связанной структуры, дистальные концы в короткой, небольшой хеликтоглоссе. Для рода *Fistulifera* ветви шва всегда прямые, без центральных пор, дистальные концы прямые или слегка искривлены, конечная щель отсутствует (Lange-Bertalot, 1997, 2001). Для ряда видов из двух родов характерно широкое распространение со схожестью экологических особенностей развития, образующих при совместном вегетировании комплекс «pelliculosa» (Lange-Bertalot, Bonik, 1976; Генкал, Куликовский, 2005a).

В литературе имеется недостаточно сведений о видах этих двух родов.

Цель работы – изучение с помощью методов электронной микроскопии особенностей морфологии и распространения некоторых видов родов *Mayamaea* и *Fistulifera*, найденных в различных биотопах России и Монголии.

Материалы и методы

Материалом для настоящей работы послужили пробы, отобранные из различных биотопов. В Монголии – из стоков окрестностей г. Эрденет; в России (Респ. Коми) – из р. Воркуты ниже впадения загрязненных ручьев г. Воркуты и р. Безьямки в окрестностях г. Воркуты; в Полистово-Ловатском сфагновом массиве (ГПЗ «Рдвский») Новгородской обл.; в Пензенской обл.: в сфагновых болотах Пестровском, Качимском, Иванырском, Чибирлейском, Безьянном, р. Сура и ее притоках реках Инза, Ночка, р. Муромка (бассейн р. Мокша), р. Хопер, озера Моховое, Черное, в окр. пос. Пыркино, пруда в окр. Шалкеева Кордона, канаве в окр. пос. Лугового, в Сурском водохранилище.

Исследованные экосистемы различаются химическими, морфометрическими характеристиками и историей формирования. Большая часть исследованных водоемов подвержена сильному естественному эвтрофированию, как например оз. Черное (Международный ..., 2002) и другие реки и озера Пензенской обл., для которых характерны мезосапробные, щелочные условия (Куликовский, 2006). Кроме того, водотоки из Монголии и Респ. Коми также подвержены сильному антропогенному воздействию (Гецен и др., 1994). Оз. Моховое – выработанный торфяник, подверженный в прошлом сильному химическому загрязнению устаревшими отравляющими веществами (Блинохватов и др., 2004), сильно трансформированная биота представлена крайне обедненным растительным покровом с монодоминантными сообществами (Чистякова, Куликовский, 2004). Некоторые морфометрические и химические данные для Сурского водохранилища, р. Сура и оз. Мохового приводились нами ранее (Генкал, Куликовский, 2005b). Моховой покров небольших по площади с pH 3,6–5,6 сфагновых болот Пензенской обл. составляют виды: *Sphagnum magellanicum* Brid., *S. centrale* C. Lens., *S. angustifolium* (Russ.) C. Jens., *S. papillosum* Lindb. и др. (Мосолова, 2005). Высшая растительность типична для данного типа экосистем (Чистякова, Куликовский, 2004; Иванов, Чистякова, 2005). Полистово-Ловатский сфагновый массив, относящийся к сфагновым болотам верхового типа, подробно исследован И.Д. Богдановской-Гиенэф (1969).

Очистку панцирей диатомовых водорослей от органической части проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Морфологию створок

исследовали в сканирующем (JSM-25S) и трансмиссионном (H-300) электронных микроскопах.

Для статистического анализа популяционной изменчивости нами были использованы выборки створок, полученные с помощью трансмиссионного электронного микроскопа (H-300): *Mayamaea arida* – Иваньурское болото, Лунинский р-н, Пензенская обл.; *M. atomus* var. *permites* № 1 – р. Воркута ниже впадения загрязненных ручьев, г. Воркута, Респ. Коми; *M. atomus* var. *permites* № 2 – р. Безымянка в окрестностях г. Воркуты, Респ. Коми; *M. atomus* var. *permites* № 3 – стоки в окрестностях г. Эрденет, Монголия; *M. atomus* var. *permites* № 4 – Сурское водохранилище, небольшой затон с рогозом, Пензенская обл.; *Fistulifera pelliculosa* – р. Ночка, Никольский р-н, Пензенская обл. Замеры и подсчеты основных структурных элементов мы проводили непосредственно на негативах. Данные обрабатывали с использованием стандартных пакетов статистических программ (Microsoft Excel 2003, Statistica 6.0).

Результаты и обсуждение

В изученных биотопах нами выявлено 6 таксонов из рода *Mayamaea* и 2 таксона из рода *Fistulifera*.

Mayamaea atomus (Kütz.) Lange-Bertalot var. *atomus* (табл. 1, 1, 2) единично встречен нами в биотопах Пензенской обл.: в пруду Шалкеева Кордона (Генкал, Куликовский, 2005б), в оз. Моховом, болотах Пестровском и Качимском. По данным М.М. Забелиной и др. (1951), *Navicula atomus* (Näg.) Grun. – пресноводный, повсеместно распространенный вид в пределах бывшего СССР и Западной Европы. В то же время приведенные размерные характеристики отличаются от данных других авторов и типового материала, изученного S. Maayama и H. Kobayasi (табл. 4). В последующих систематических сводках подобная комбинация не приводится в синонимике *M. atomus* (Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot, 2001).

Mayamaea atomus var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot (табл. 1, 3-11) ранее приводился нами для р. Ночка Пензенской обл. в составе близких по экологии видов, составляющих комплекс «pelliculosa» (Генкал, Куликовский, 2005а, б). Обнаружен нами в различных реках, озерах, прудах и ацидном озере Моховом Пензенской обл., в водоемах Респ. Коми. Находка в стоках окрестностей г. Эрденет является первой для водоемов Монголии (Edlund et al., 2001; Дорофеюк, Цзэцгмаа, 2002). Для России этот таксон приводится также для Европейского Северо-Востока (Лосева и др., 2004), ручья Изьюрвож в пос. Промышленный, г. Воркута (неопубл. данные А.С. Стениной), для Арктики (Ланге-Берталот и др., 2002; Генкал, Вехов, 2004; рис. 3, н), Нижней Оби (Генкал, Семенова, 1999), Горьковского водохранилища (Karayeva, Genkal, 1993).

По данным Н. Lange-Bertalot (2001), *Mayamaea atomus* var. *permitis* отличается от типовой разновидности меньшими размерами и большим количеством штрихов в 10 мкм. В исследованных нами популяциях для особой были характерны большие размерные характеристики и число штрихов в 10 мкм, но с выраженным хиатусом между приведенной и типовой разновидностью по числу штрихов в 10 мкм (см. табл. 4). В то же время, изучение 14 популяций из водоемов Японии показало наличие континуума в координатах длины створки и

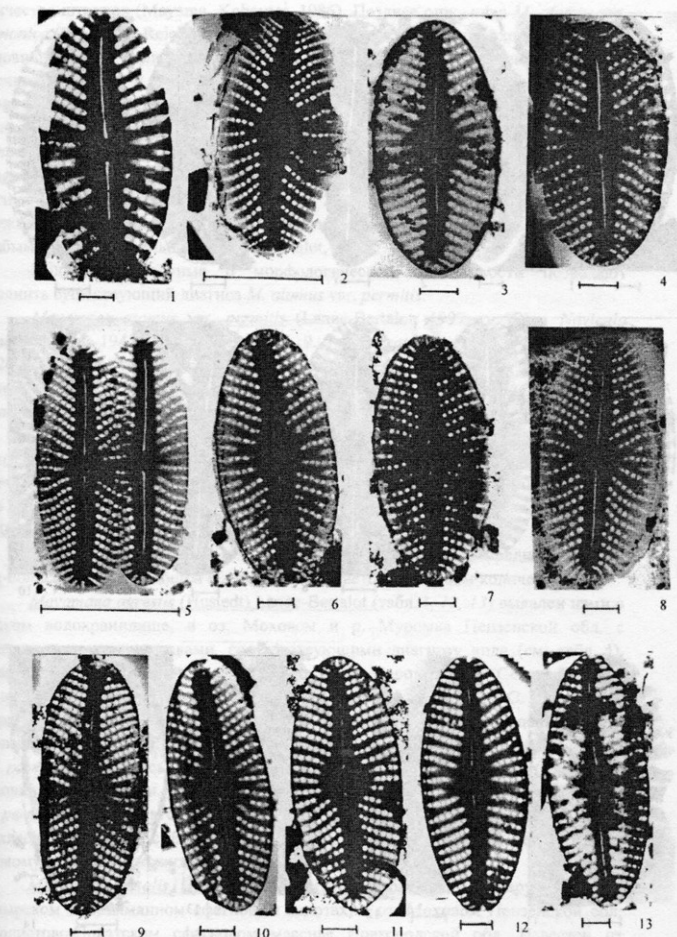


Табл. I. Электронные микрофотографии створок. 1, 2 – *Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bertalot; 3-11 – *M. atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot; 12, 13 – *M. agrestis* (Hustedt) Lange-Bertalot. ТЭМ. Масштаб 1, 3, 4, 6-13 – 1 мкм; 2, 5 – 5 мкм.

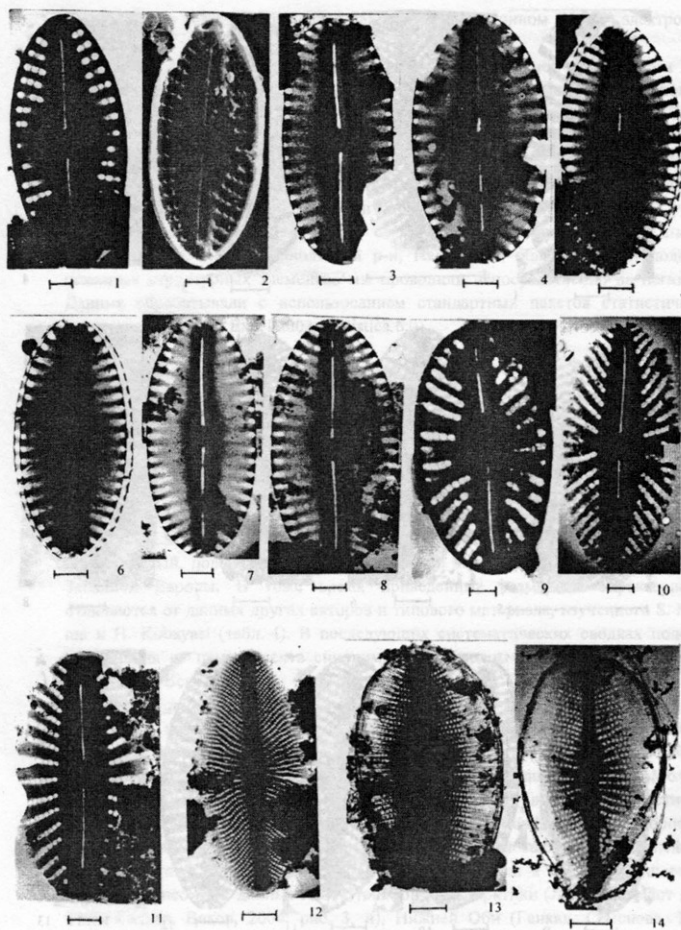


Табл. II. Электронные микрофотографии створок (ТЭМ - 1, 3-14; СЭМ - 2). 1, 2 - *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot; 3-8 - *M. arida* (Bock) Lange-Bertalot; 9-11 - *Mayamaea* sp.; 12 - *Fistulifera pelliculosa* (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bertalot; 13, 14 - *F. saprophila* (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot. Масштаб 1 мкм.

количества штрихов (Mayama, Kobayasi, 1986). Позднее описанная *M. atomus* var. *alcimonica* (Reichardt) Reichardt имела большое морфологическое сходство с двумя разновидностями, отличаясь менее выступающим швом с центральным и конечным узелками и менее изогнутыми ветвями, чем у типовой разновидности (Lange-Bertalot, 2001). Количество штрихов (24-26 в 10 мкм), приведенное как отличительный количественный признак, сходно с данными о *M. atomus* var. *permitis* (см. табл. 1). На приведенных микрофотографиях *M. atomus* var. *alcimonica* (Lange-Bertalot, 2001: Plate 104, figs 14-20) имеет большое сходство с двумя другими разновидностями (Lange-Bertalot, 2001: Plate 104, figs 1-6; 7-13), и в обсуждении указывается, что морфологический критерий является скорее «слабым», чем убедительным (Lange-Bertalot, 2001).

Полученные данные о морфологической изменчивости позволяют дополнить существующий диагноз *M. atomus* var. *permitis*.

Mayamaea atomus var. *permitis* (Lange-Bertalot, 1997, p. 72) – *Navicula permitis* Hustedt 1945, p. 919, figs 41: 8, 9. – *N. peratomus* Hustedt 1957, p. 277, fig. 26. – *N. atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot 1985, p. 57. – *N. atomus* var. *alcimonica* Reich. 1984, p. 39, figs 12: 10-14; 30: 1, 2. – *Mayamaea atomus* var. *alcimonica* (Reich.) Reich. in Lange-Bertalot 1997, p. 72 (табл. I, 3-11).

Створки от эллиптических до линейно-эллиптических, концы широко округлые. Шов нитевидный с более или менее выступающими центральным и конечными узелками. Ветви шва более или менее искривлены. Длина створок 6-9,3 мкм, ширина 2,2-4,2 мкм. Штрихи радиальные на всем протяжении створки, 24-40 в 10 мкм, ареолы 49-60 в 10 мкм штриха.

Космополит, аэрофил, индифферентный к рН среды, предпочитающий мезо-полисапробные водоемы в которых развивается в большом количестве.

Mayamaea agrestis (Hustedt) Lange-Bertalot (табл. I, 12, 13) выявлен нами в Сурском водохранилище, в оз. Моховом и р. Муромка Пензенской обл. с размерными характеристиками, соответствующими диагнозу вида (см. табл. 1). Приводится Э.И. Лосевой с соавт. (2004) для Европейского Северо-Востока России для р. Сямаю, притоки р. Морею (неопубл. данные А.С. Стениной), р. Иркут (Кобанова, Генкал, 2005: рис. 1, м) и для Чебоксарского водохранилища (Корнева, Генкал, 2000). Вид имеет большое сходство с *M. atomus* var. *atomus* и var. *permitis*, отличаясь от указанных таксонов формой створки – более клиновидными концами. В изученных биотопах встречался вместе с *M. atomus* var. *permitis*, что характерно и для других территорий (Lange-Bertalot, 2001). Отождествление вида с близкими по морфологии таксонами и является, по-видимому, причиной редких его находок.

Mayamaea fossalis (Krasske) Lange-Bertalot (табл. II, 1, 2) обнаружен нами в Ивановском и Безмянном сфагновых болотах, в оз. Моховом Пензенской обл. и Полистово-Ловатском сфагновом массиве Новгородской обл. Известен из горячих ключей Камчатки (Petersen, 1946), из водоемов Европейского Северо-Востока (Лосева и др., 2004), оз. 13 в бассейне р. Седуйяха (неопубл. данные А.С. Стениной), Верхнего Енисея у пос. Новоселово (Левадная, 1986). Полученные нами данные (размерные признаки) согласуются с диагнозом вида (см. табл. 1). Описанная позже *Mayamaea fossalis* var. *obsidialis* (Hustedt) Lange-Bertalot отличалась от типовой разновидности большим центральным полем из-за более коротких штрихов. Однако две разновидности, по-видимому, являются морфо-

типами одного вида, поскольку короткие штрихи не являются постоянной отличительной чертой var. *obsidialis* (Lange-Bertalot, 2001). Поэтому мы не выделяем эту разновидность.

Navicula arida Bock (табл. II, 3-8), описанный из аэрофильных местообитаний (Bock, 1963), позже был переведен в род *Mayamaea* (Lange-Bertalot, 2001). Однако, согласно Н. Lange-Bertalot (1997), не существует доступного типа или микрофотографии типового образца, а приведенный схематический рисунок (Bock, 1963: fig. 1, D) сближает этот вид с *M. fossalis* var. *fossalis* или var. *obsidialis*, который предположительно и приводится в монографическом описании рода (Lange-Bertalot, 2001: Pl. 104, fig 24). На основании рисунка-протолога и оригинального описания *Navicula arida*, приведенного W. Bock (1963), мы относим найденные нами формы в Ивановском болоте и оз. Моховом к *Mayamaea arida* (Bock) Lange-Bertalot. Главной отличительной особенностью *M. arida* являются, судя по рисунку, короткие штрихи, состоящие из одной ареолы. Особи, исследованные в наших популяциях, характеризовались редуцированными штрихами до одной ареолы (табл. II, 3, 4, 6, 7), очень редко двумя, ближе к концам створки (табл. II, 5, 8), с заметной тенденцией к их объединению. Строение шва, по нашим данным, полностью соответствует роду *Mayamaea* (Lange-Bertalot, 1997). Морфологическое изучение вида из экосистем Пензенской обл. позволяет дополнить существующий диагноз.

Mayamaea arida (Bock) Lange-Bertalot emend. Kulikovskiy (Lange-Bertalot, 1997, p. 72). – *Navicula arida* Bock 1963, p. 223, fig. 1D (табл. II, 3-8).

Створки от эллиптических до линейно-эллиптических, концы широко округлые, редко несколько клиновидные, 7-9 мкм дл., 3-5 мкм шир. Шов нитевидный, ветви шва прямые или несколько изогнуты, оба проксимальных конца отклонены в одну сторону. Дистальные концы имеют форму крючка, оба отклонены в одну сторону, но в противоположном направлении проксимальным концам. Шов и центральный узелок отчетливо выражены. Штрихи представлены одной ареолой округлой до прямоугольной формы, очень редко двумя ареолами ближе к концам створки, расположенным параллельно в центральной части, радиальные к полосам створки, 24-28 в 10 мкм. За счет этого осевое поле сильно развито, а центральное поле отсутствует.

Пресноводный, редкий вид известен из типового местообитания, сфагнового болота и кислотного озера Пензенской обл. (Россия). Аэрофил, в бентосе кислотных биотопов.

Приведенная в данной работе *Mayamaea* sp. (табл. II, 9-11) обнаружена нами в Ивановском болоте и оз. Моховом Пензенской обл. Данные особи близки к *Mayamaea excelsa* (Krasske) Lange-Bertalot, для которой также характерно неразвитое центральное поле. Однако наши особи отличаются меньшими размерными характеристиками (см. табл. I) и перемежающимися короткими и длинными штрихами с относительно крупными ареолами от округлой до практически квадратной формы в центральной части створки, тогда как для *M. excelsa* характерны штрихи одинаковой длины. Схожая створка приводится для р. Иркут (Кобанова, Генкал, 2005: рис. 2, з). Возможно, дальнейшие находки этого таксона позволят описать его как новый вид.

Fistulifera pelliculosa (Bréb. ex Kütz.) Lange-Bertalot (табл. II, 12) и *F. saphophila* (Lange-Bertalot & Bonik), изученные с помощью электронного

микроскопа, ранее приводились нами для р. Ночка Пензенской обл. (см. табл. 1; Генкал, Куликовский, 2005а, б). Первый вид широко распространен в почве и бентосе водоемов, образуя при массовом развитии слизистые пленки (Забелина и др., 1951; Lange-Bertalot, Bonik, 1976; Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Гецен и др., 1994; Баринаова, Медведева, 1996). *F. saprophila* (табл. II, 13, 14) также отмечена нами в р. Вьюнка Пензенской обл. и стоках ниже г. Эрданет, ранее не указываясь для Монголии (Edlund et al., 2001; Дорофеев, Цэцэгмаа, 2002). Выявленные экземпляры соответствуют диагнозам вида (см. табл. 1). Редкие находки *F. saprophila* связаны с близкой экологией и вегетированием вида совместно с *F. pelliculosa*, при изучении популяций которого он и был описан (Lange-Bertalot, Bonik, 1976).

Приведенные виды из двух родов проявляют различные требования к экологическим условиям. Широко распространенные *M. atomus* var. *atomus* и var. *permitis*, характерные для эвтрофных водоемов, алкалифилы (Lange-Bertalot, 1977; Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot, 2001), выявлены нами также в сфагновых болотах и ацидном оз. Моховое, проявляя индифферентные свойства к pH воды. Находки видов в антропогенно нарушенном оз. Моховое, совместно с мелкоклочечным видом *Eunotia exigua* (Bréb.) Rabenh. sensu lato (Чистякова, Куликовский, 2004) свидетельствуют о проявлении ими г-стратегии. При антропогенном нарушении экосистемы происходит уменьшение размерных характеристик водорослей, входящих в сообщество (Михеева, 1992; Шкундина, 1992). Более мелкоклочечные организмы способны быстрее захватывать освободившиеся ниши за счет более высокой продуктивности и скорости роста (Михеева, 1970, 1977; Banse, 1982; Гутельмахер, 1986; Петрова, 1990; Миничева, 1997; Лопатин и др., 2000; Kagami, Urabe, 2001; Ильях и др., 2003) и, соответственно, меньшего накопления токсичных веществ и более быстрого их выведения (Оленев, Григоркина, 2005).

Mayamaea agrestis, *F. pelliculosa* и *F. saprophila* входят в ассоциации с *M. atomus* var. *atomus* et var. *permitis*, характерны для эвтрофных или антропогенно нарушенных местообитаний (Lange-Bertalot, Bonik, 1976; Kobayasi, Mayama, 1982, 1989; Гецен и др., 1994; Стенина, 1999). Миничева Г.Г. (1997) при рассмотрении морфофункциональных аспектов формы тела водорослей показала, что в составе высокофункциональных альгоценозов доминируют мелкие водоросли. Видовое разнообразие позволяет входить в состав сообщества водорослям со схожими размерными характеристиками при сохранении способности к полному использованию ресурсов (Девяткин, 1995).

Mayamaea fossalis, *M. arida*, *Mayamaea* sp., отмеченные нами для ацидных местообитаний, проявляют аэрофильные свойства, развиваясь в сфагновых болотах и на мхах (Lange-Bertalot, 2001).

Рассмотрение особенностей морфологической изменчивости (табл. 2) показывает, что наиболее изменчивым признаком в родах *Mayamaea* и *Fistulifera* является ширина створки. Длина створки, количество штрихов в 10 мкм и ареол в 10 мкм штриха изменяются в близких диапазонах, что характерно и для других представителей *Navicula* sensu lato, выявленных нами (Генкал и др., 2005). Больше варьирование длины створки показано для видов из родов *Nitzschia*, *Diatoma*, *Asterionella* (Михайлов, 1982; Генкал, Куликовский, 2003; Genkal, 2004). В целом сохраняется тенденция большего варьирования размерных характеристик

Таблица 1. Диапазоны изменчивости основных количественных признаков исследованных видов

Таксон	Длина створки, мкм	Ширина створки, мкм	Число штрихов в 10 мкм	Число ареол в 10 мкм штриха	Литературные данные
<i>Mayamaea atomus</i>	8,5-13	4-5,5	~ 20	—	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
	8,5-13	4-5,5	19-22	40-50	Lange-Bertalot, 2001
	8-10	3,5-4,5	18-28	—	Mayama, Kobayasi, 1986 (типовой материал)
	4-8	2-4	~ 30	—	Забелина и др., 1951
	8,3-10,6	3,6-5,4	18-20	35-50	Данные автора
<i>M. atomus</i> var. <i>permites</i>	6-9	—	(25) 30-36	—	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
	6-9	3-4	(25) 30-36	—	Lange-Bertalot, 2001
	7,8-9,1	3,4-4,2	30-40	50-60	Генкал, Куликовский, 2005
	6,2-8,5	2,2-4	26-40	49-60	Данные автора (Респ. Коми)
	6,5-9,1	2,9-3,9	24-34	56-60	Данные автора (Пензенская обл.)
	7-9,3	2,9-4	26-34	56-60	Данные автора (Монголия)
<i>M. agrestis</i>	8-11,5	2,5-3,5	24-28	—	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
	9-11	(2,5)3-3,8	24-28	—	Lange-Bertalot, 2001
	9,1-10	3,6-4,3	24-26	49	Данные автора
<i>M. fossalis</i>	9-13	3,5-6	16-21	—	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
	(9)10-12	(3,5) 4-5	16-21	~ 22	Lange-Bertalot, 2001
	10	4	16	—	Забелина и др., 1951
	10-12	4-4,8	16-20	21-42	Наши данные
<i>M. arida</i>	8-9	4-5	24-28	—	Воск, 1963
	7-8,7	3,1-3,9	24-28	—	Данные автора (Иваньинское болото)
	7,3-8,4	3-4,3	24-28	—	Данные автора (оз. Моховое)
<i>M. sp.</i>	8-11,1	4,6-5,3	14-18	42-56	Данные автора
<i>Fistulifera pelliculosa</i>	9-12,5	4-6,2	45-55	80-110	Krammer, Lange-Bertalot, 1986
	8,9-12,5	4-6,2	45-55	—	Lange-Bertalot, 2001
	8-11	4-5	—	—	Забелина и др., 1951
	8-11,4	4-6,4	50-55	80-100	Генкал, Куликовский, 2005
<i>F. saprophila</i>	4,5-7	3-4	50-60	—	Lange-Bertalot, Bonik, 1976
	(3,8) 4,5-7,6	2-4	48-81	80-100	Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot, 2001
	6,8-7,4	3,1-4,0	55-60	80-100	Генкал, Куликовский, 2005
	7	3,5	56	100	Данные автора (Пензенская обл.)
	6,9	3,9	60	100	Данные автора (Монголия)

Таблица 2. Изменчивость признаков в исследованных выборках представителей рода *Mayataea* и *Fistilifera*

Названия	Признаки												Объем выборки
	Длина			Ширина			Штрихи			Ареолы			
	Лимиты	М±m	CV,%	Лимиты	М±m	CV,%	Лимиты	М±m	CV,%	Лимиты	М±m	CV,%	
<i>Mayataea arida</i>	7-8,7	7,9±0,06	4,7	3,1-3,9	3,6±0,03	4,9	24-28	25,3±0,18	4,8				44
<i>M. atomus</i> var. <i>permitis</i> № 1	6,2-8,5	7,7±0,11	7,3	2,8-4	3,3±0,06	9,4	26-40	30,8±0,6	10,0	49-60	56,1±0,8	7,3	24
<i>M. atomus</i> var. <i>permitis</i> № 2	7,3-8,5	7,7±0,05	3,2	2,2-3,9	3,08±0,06	9,1	28-32	30,0±0,26	4,3	50-60	56,3±0,81	7,2	25
<i>M. atomus</i> var. <i>permitis</i> № 3	7-9,3	7,7±0,09	7,6	2,9-4	3,4±0,04	7,8	26-34	30,1±0,3	6,6	56-60	57,3±0,64	7,3	42
<i>M. atomus</i> var. <i>permitis</i> № 4	6,8-8,3	7,6±0,05	4,1	2,9-3,9	3,3±0,04	8,0	26-34	29,6±0,24	5,3	56-60	57,3±0,6	6,5	41
<i>Fistilifera pelliculosa</i>	8-11,4	9,9±0,1	9,0	3,7-6,4	4,9±0,1	14,0	50-55	53,2±0,5	4,5	80-100	92,7±1,0	5,1	24

и, соответственно, их меньшей таксономической ценности также для центрических диатомовых водорослей (Генкал, 1993).

Заключение

Представители двух родов *Mayamaea* и *Fistulifera* являются широко распространенными водорослями, однако их близкие размерные характеристики и очень мелкие размеры, наряду со схожими экологическими особенностями, часто являются причиной ошибочной идентификации этих организмов.

Для видов рода *Mayamaea*, таких как *Mayamaea fosalis*, *M. arida*, характерна более узкая экологическая валентность с предпочтением аэрофильных, с низкими значениями pH местообитаний, в отличие от индифферентных *M. atomus* var. *atomus* и var. *permitis*, что способствует их более широкому распространению в различных по типу экосистемах. В то же время наши данные согласуются с данными Н. Lange-Bertalot (2001) о более широком распространении *M. atomus* var. *permitis* в отличие от типовой разновидности. Описание *Navicula atomus* (Näg.) Grun., приведенное в широко используемой таксономической сводке (Забелина и др., 1951) по морфологическим характеристикам больше соответствует *M. atomus* var. *permitis* (Hustedt) Lange-Bertalot.

Для представителей двух родов характерна большая изменчивость ширины створки и, соответственно, ее меньшая таксономическая значимость. Проявляющиеся тенденции варьирования на основе изменения коэффициента вариации (CV) укладываются в общую закономерность большей изменчивости размерных характеристик организмов.

Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность С.И. Генкалу за всестороннюю помощь при подготовке статьи, А.С. Стениной за предоставление ее неопубликованных данных по распространению ряда видов и предоставленный для исследования материал, а также В.Г. Девяткину за любезно предоставленные пробы.

M.S. Kulikovskiy

I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences,
Settle Borok, Nekouzskiy District, 152742 Yaroslavl Region, Russia

TO STUDY OF MORPHOLOGY AND DISTRIBUTION OF CERTAIN SPECIES FROM
GENERA *MAYAMAEA* LANGE-BERTALOT AND *FISTULIFERA* LANGE-BERTALOT
(*BACILLARIOPHYTA*) FROM RUSSIA AND MONGOLIA

Studies of various ecosystems from Russia and Mongolia (sphagnum bogs, lakes, and rivers) made it possible to reveal six taxa from the genus *Mayamaea* Lange-Bertalot and two from the genus *Fistulifera* Lange-Bertalot (*Bacillariophyta*). The data on morphological variability obtained by the electron microscope permitted us to widen the diagnosis of *Mayamaea atomus* (Kütz.) Lange-Bertalot var. *permitis* (Hust.) Lange-Bertalot and *M. arida* (Bock) Lange-Bertalot. The last species was found for the first time after type description. Regularities of morphological variability were detected. The width of the valve appeared to be the

most variable sign in representatives of the two genera. The data obtained permitted us to increase knowledge about the geographical distribution of the studied species in Eastern Europe and Mongolia. The species *M. atomus* var. *permitis* and *Fistulifera saprophila* (Lange-Bertalot & Bonik) Lange-Bertalot are presented as new for these territories.

Keywords: *Mayamaea*, *Fistulifera*, morphology, distribution (Western Europe, Mongolia), electron-microscopic studies.

Балонов И.М. Подготовка диатомовых и золотистых водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. – М.: Наука, 1975. – С. 87-90.

Барина С.С., Медведева Л.А. Атлас водорослей – индикаторов сапробиости (российский Дальний Восток). – Владивосток: Дальнаука, 1996. – 364 с.

Блинохатов А.Ф., Иванов А.И., Панкратов В.М. Гидрохимическая характеристика озера Моховое // Экологические проблемы наследия «холодной войны» и пути их преодоления: Сб. мат. Междунар. конф. – Пенза, 2004. – С. 6-15.

Богдановская-Гуензф И.Д. Закономерности формирования сфагновых болот верхового типа (на примере Полистово-Ловатского массива). – Л.: Наука, 1969. – 186 с.

Генкал С.И. Внутринидовая изменчивость пресноводных диатомовых водорослей класса *Centrophyceae*: Автореф. дис. ... д.б.н. – СПб, 1993. – 41 с.

Генкал С.И., Вехов Н.В. Новые данные о флоре *Bacillariophyta* водоемов архипелага Новая Земля и о. Вайгач // Биол. внутр. вод. – 2004. – № 2. – С. 3-10.

Генкал С.И., Куликовский М.С. *Asterionella ralfsii* (*Bacillariophyta*): морфология, экология, распространение // Бот. журн. – 2003. – 88, № 10. – С. 100-103.

Генкал С.И., Куликовский М.С. Новые для флоры России и интересные виды рода *Navicula* (*Bacillariophyta*) // Биол. внутр. вод. – 2005а. – № 2. – С. 3-6.

Генкал С.И., Куликовский М.С. Виды рода *Navicula* Bory (*Bacillariophyta*) разнотипных водоемов северо-востока Пензенской области (Россия) // Альгология. – 2005б. – 15, № 4. – С. 437-450.

Генкал С.И., Куликовский М.С., Стенина А.С. Изменчивость основных структурных элементов створки некоторых видов рода *Navicula* (*Bacillariophyta*) // Морфология, систематика, онтогенез, экология и биогеография диатомовых водорослей: Сб. тез. IX шк. диатомологов России и стран СНГ. – 2005. – С. 10.

Генкал С.И., Семенова Л.А. Новые данные к флоре *Bacillariophyta* Обского Севера // Биол. внутр. вод. – 1999. – № 1-3. – С. 7-20.

Гецен М.В., Стенина А.С., Патова Е.Н. Альгофлора Большесельской тундры в условиях антропогенного воздействия. – Екатеринбург: УИФ Наука, 1994. – 147 с.

Гутельмахер Б.Л. Метаболизм планктона как единого целого: трофометаболические взаимодействия зоо- и фитопланктона. – Л.: Наука, 1986. – 155 с.

Девяткин В.Г. Размерный спектр видового состава фитопланктона водоемов различного типа // Тез. IV Всерос. конф. по водным растениям. – Борок, 1995. – С. 89-90.

Дорофеев Н.И., Цыцэмаа Д. Конспект флоры водорослей Монголии. – М.: Наука, 2002. – 256 с.

Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. Диатомовые водоросли. – М.: Сов. наука, 1951. – 619 с.

Иванов А.И., Чистякова А.А. Моховые болота Пензенской области // Охрана биологического разнообразия и развития охотничьего хозяйства России: Сб. мат. Всерос. конф. – Пенза, 2005. – С. 33-36.

Ильяш Л.В., Житина Л.С., Федоров В.Д. Фитопланктон Белого моря. – М.: Янус-К, 2003. – 167 с.

Кобанова Г.И., Генкал С.И. Новые данные к флоре *Bacillariophyta* реки Иркут // Биол. внутр. вод. – 2005. – № 3. – С. 12-16.

- Корнева Л.Г., Генкал С.И. Таксономический состав и эколого-географическая характеристика фитопланктона волжских водохранилищ: Каталог растений и животных водоемов бассейна Волги. – Ярославль: ЯГТУ, 2000. – С. 5-112.
- Куликовский М.С. Сравнительный анализ флор диатомовых водорослей разнотипных биотопов Пензенской области // Экология пресноводных экосистем и состояние здоровья населения. – Оренбург, 2006. – С. 44-63.
- Ланге-Берталот Х., Генкал С.И., Вехов Н.В. Дополнения к флоре пресноводных *Bacillariophyta* российской Арктики // Бот. журн. – 2002. – 87, № 3. – С. 51-54.
- Левадная Г.Д. Микрофитобентос реки Енисей. – Новосибирск: Наука, 1986. – 286 с.
- Лопатин В.Н., Анонасенко А.Д., Шур Л.А. Биофизические основы оценки состояния водных биосистем. – Новосибирск: Наука, 2000. – 360 с.
- Лосева Э.И., Степина А.С., Марченко-Ваганова Т.И. Кадастр ископаемых и современных диатомовых водорослей Европейского Северо-Востока. – Сыктывкар: Геопринт, 2004. – 160 с.
- Международный инновационный проект «Нооплис Луговой». – М.: Науч. книга, 2002. – Т. 1. – 116 с.
- Митичева Г.Г. Морфофункциональные аспекты разнообразия формы тела водорослей // Альгология. – 1997. – 7, № 3. – С. 241-250.
- Михайлов В.И. Оценка значимости таксономических признаков видов рода *Nitzschia* (*Bacillariophyta*) // Бот. журн. – 1982. – 67, № 8. – С. 1090-1094.
- Михеева Т.М. Оценка продукционных возможностей единицы биомассы фитопланктона // Биологическая продуктивность эвтрофного озера. – М.: Наука, 1970. – С. 50-70.
- Михеева Т.М. О показателях удельной активности фитопланктона и некоторых причинах, их определяющих // Гидробиол. журн. – 1977. – 13, № 3. – С. 11-16.
- Михеева Т.М. Структура и функционирование фитопланктона при эвтрофировании вод: Автореф. дис... канд. биол. наук. – Минск, 1992. – 63 с.
- Мосолова Н.Н. Сфагновые мхи Пензенской области // Охрана биологического разнообразия и развития охотничьего хозяйства России: Сб. мат. Всерос. конф. – Пенза, 2005. – С. 57-60.
- Оленев Г.В., Григоркина Е.Б. Функциональная структурированность популяции как основа адаптивного ответа на действие факторов различной природы // Популяции в пространстве и времени: Сб. мат. VIII Всерос. популяционного семинара. – Н. Новгород, 2005. – С. 293-296.
- Павлинов И.Я. Концепции систематики и концепции биоразнообразия: проблема взаимодействия // Журн. общ. биол. – 2001. – 62, № 4. – С. 362-366.
- Петрова Н.А. Сукцессии фитопланктона при антропогенном эвтрофировании больших озер. – Л.: Наука, 1990. – 200 с.
- Степина А. С. Видовой состав *Bacillariophyta* водоемов – отстойников каменноугольных шахт воркутинского промышленного района (Россия) // Альгология. – 1999. – 9, № 4. – С. 48-57.
- Чистякова А.А., Куликовский М.С. Растительность сфагновых болот Пензенской области и ее антропогенная динамика // Проблемы охраны природных ландшафтов и биоразнообразия России и сопредельных стран: Сб. мат. Междунар. конф. – Пенза, 2004. – С. 131-134.
- Чистякова А.А., Куликовский М.С. Влияние химического загрязнения на альгофлору озера Моховое // Экологические проблемы наследия «холодной войны» и пути их преодоления: Сб. мат. Междунар. конф. – Пенза, 2004. – С. 85-88.
- Шкундина Ф.Б. Сезонные и пространственные изменения размерной структуры фитопланктона реки Белой (Башкортостан) // Альгология. – 1992. – 2, № 4. – С. 39-44.
- Banse K. Cell volumes, maximal growth rates of unicellular algae and ciliates, and the role of ciliates in the marine pelagial // Limnol. Oceanogr. – 1982. – 27. – P. 1059-1071.
- Bock W. Diatomeen extrem trockener Standorte // Nowa Hedw. – 1963. – N 1/2. – P. 199-257.

- Edlund M.B., Soninkhishig N., Williams R.M., Stoermer E.F. Biodiversity of Mongolia: checklist of diatoms, including new distributional reports of 31 taxa // Nova Hedw. – 2001. – 72, N 1/2. – P. 59-90.
- Genkal S.I. Morphological variability and taxonomy of *Diatoma tenue* Ag. (Bacillariophyta) // Intern. J. Algae. – 2004. – 6, N 4. – P. 319-330.
- Kagami M., Urabe J. Phytoplankton growth rate as a function of cell size: an experimental test in Lake Biwa // Limnology. – 2001. – 2, N 2. – P. 111-117.
- Karayeva N.I., Genkal S. I. The diatoms of the genus *Navicula* Bory (Bacillariophyta) in the Volga river // Limnologica. – 1993. – 23, N 4. – P. 309-321.
- Kobayasi H., Mayama S. Most pollution-tolerant diatoms of severely polluted rivers in the vicinity of Tokyo // Jap. J. Phycol. – 1982. – 30. – P. 188-196.
- Kobayasi H., Mayama S. Evaluation of river water quality by diatoms // Korean J. Phycol. – 1989. – 4, N 2. – P. 121-133.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae, Teil 1: Naviculaceae // Die Susswasserflora von Mitteleuropa. – Stuttgart, 1986. – Band 2/1. – P. 1-876.
- Lange-Bertalot H. Biondikatoren: Neue Algen ersetzen Meßgeräte // UMSCHAU. – 1977. – 77, Heft 19. – S. 642-643.
- Lange-Bertalot H. *Frankophila*, *Mayamaea* und *Fistulifera*: drei neue Gattungen der Klasse Bacillariophyceae // Arch. Protistenk. – 1997. – 148, N 1/2. – P. 65-76.
- Lange-Bertalot H. *Navicula* sensu stricto, 10 genera separated from *Navicula* sensu stricto, Frustulia // Diatoms of Europe. Vol. 2. – 2001. – 526 p.
- Lange-Bertalot H., Bonik K. Massennentwicklung bisher seltener und unbekannter diatomeen als indicator starker abwaschelastung in Flussen // Arch. Hydrobiol. Suppl. – 1976. – 49, N 3. Algol. Stud. – P. 303-332.
- Lange-Bertalot H., Genkal S.I. Diatoms from Siberia. 1 // Iconographia Diatomologica. Vol. 6. Königstein: Koeltz Sci. Books, 1999. – 292 S.
- Mayama S., Kobayasi H. Morphological variations in *Navicula atomus* (Kütz.) Grun. // Proc. of 9th Diatom. Symp. – 1986. – P. 427-435.
- Metzeltin D., Witkowski A. Iconographia Diatomologica. Annotated Diatom Micrographs. Vol. 4. – Königstein: Koeltz Sci. Books, 1996. – 287 S.
- Petersen J.B. Algae collected by Eric Hultén on the Swedish Kamtchatka expedition 1920-1922, especially from hot springs // Biol. Med. – 1946. – 20, N 1. – P. 1-122.

Получена 04.12.05

Подписала в печать А.П. Ольштынская