

**ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ ДАННЫЕ ПО ФЛОРЕ
BACILLARIOPHYTA В ПОЧВАХ СМИРНЫХОВСКОГО
РАЙОНА (ОСТРОВ САХАЛИН, РОССИЯ)**

В.Б. Багмет, В.М. Казарин

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной
Азии ДВО РАН, г. Владивосток*

Проанализированы предварительные данные по флоре *Bacillariophyta* некоторых почв Смирныховского района острова Сахалин. Выявлено 20 видов диатомей, относящихся к 12 родам, 10 семействам и 5 порядкам. Из них новыми для флоры Сахалина являются 9 видов: *Caloneis branderi* (Hustedt) Krammer, *Diploneis krammeri* Lange-Bertalot et E. Reichardt, *Luticola cohnii* (Hilse) D.G. Mann, *L. dismutica* (Hustedt) D.G. Mann, *L. plausibilis* (Hustedt) D.G. Mann, *L. acidoclinata* Lange-Bertalot, *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot, *Diademsis brekkaensis* (J.B. Petersen) D.G. Mann; *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel et Ector; новых для Дальнего Востока России – 5 видов: *Luticola dismutica* (Hustedt) D.G. Mann, *L. plausibilis* (Hustedt) D.G. Mann, *L. acidoclinata* Lange-Bertalot, *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot, *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel et Ector. Кроме того, были отмечены представители родов *Luticola*, *Sellaphora* и *Nitzschia* с аномальной морфологией панциря.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, флора, почвы, таксономический состав, Сахалин.

**PRELIMINARY DATA ON BACILLARIOPHYTA IN SOILS
OF SMIRNYKHOVSKY DISTRICT (SAKHALIN ISLAND,
RUSSIA)**

V.B. Bagmet, V.M. Kazarin

*Federal Scientific Center of East Asian Terrestrial Biodiversity, Far Eastern
Branch, Russian Academy of Sciences, Vladivostok, Russia*

Preliminary data on *Bacillariophyta* in some soils of the Smirnykhovsky district of Sakhalin Island are analyzed. Twenty species of diatoms, belonging to 12 genera, 10 families, and 5 orders have been identified. Nine species of them are new to the flora

of Sakhalin: *Caloneis branderi* (Hustedt) Krammer, *Diploneis krammeri* Lange-Bertalot et E. Reichardt, *Luticola cohnii* (Hilse) D.G. Mann, *L. dismutica* (Hustedt) D.G. Mann, *L. plausibilis* (Hustedt) D.G. Mann, *L. acidoclinata* Lange-Bertalot, *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot, *Diadesmis brekkaensis* (J.B. Petersen) D.G. Mann, *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel et Ector. Five species: *Luticola dismutica* (Hustedt) D.G. Mann, *L. plausibilis* (Hustedt) D.G. Mann, *L. acidoclinata* Lange-Bertalot, *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot, *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel et Ector revealed at the first time in the Russian Far East. In addition, some species of the genera *Luticola*, *Sellaphora*, and *Nitzschia* with teratological structures of valves were found.

Keywords: *Bacillariophyta*, flora, soil, taxonomic composition, Sakhalin Island.

На сегодняшний день проблема сохранения биологического разнообразия приобрела глобальный характер, и вопросы изучения и сохранения общего генофонда, в частности, видового разнообразия, в том числе диатомовых водорослей, становятся всё более актуальными. В связи с увеличением антропогенной нагрузки на все виды сред, а также с тенденцией изменения климатических условий, мониторинг современного состояния диатомовой флоры не теряет своей значимости. Изучение видового разнообразия водорослей острова Сахалин началось с работы Т.Ф. Коптяевой в 1964 году (Коптяева, 1964), в которой автор рассмотрела фитопланктон Вавайских озёр Южного Сахалина. Затем последовал ряд работ, посвящённых альгофлоре озёр Сладкое, Медвежье, Безымянное, Пляжное (Князев, Калганова, 2000а), озера Тунайча (Мотылькова, Коновалова, 2003), лагуны Пильтун (Могильникова, Мотылькова, 2003), лагунного озера Изменчивое (Мотылькова, Коновалова, 2010) и др. Результаты исследований диатомовой флоры о-ва Сахалин за период с 1964 по 2013 гг. были изложены в обобщающих работах Т.В. Никулиной (Nikulina, 2013), а также Л.А. Медведевой и Т.В. Никулиной (2014). При этом все указанные работы были посвящены альгофлоре водных местообитаний, тогда как видовой состав диатомей почв не исследовался.

Почва как среда обитания сходна как с водными, так и с воздушными местообитаниями: в почве есть воздух, насыщенный водяными парами, что обеспечивает дыхание водорослей без угрозы высыхания. Здесь резче колебания температуры в сравнении с водной средой, а для поверхности ее характерны переменная влажность и сильная инсоляция. Следовательно, для существования на поверхности почвы водоросли должны обладать способностью переносить засуху, колебания температуры и яркий свет. Поэтому биоразнообразие почвенной флоры диатомей невысокое, но это не уменьшает значимость данных организмов в почве (Кабиров и др., 2008).

В связи с этим целью работы было изучение таксономического разнообразия флоры *Bacillariophyta* некоторых почв Смирныховского района острова Сахалин.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В июле 2018 г. на острове Сахалин в Смирныховском районе в 2 км от р. Витница (49.873883 с. ш., 143.471879 в. д.) было отобрано 4 пробы почвы. Пробоотбор осуществлялся стандартными методами (Кузяхметов, Дубовик, 2001).

Растительность в точках отбора была представлена видами: *Picea ajanensis* Fisch. ex Carrière, *Abies sachalinensis* (F. Schmidt) Mast., *Waldsteinia* cf. *ternata* (Stephan) Fritsch, *Gymnocarpium dryopteris* (L.) Newman, *Aruncus dioicus* (Walter) Fernald, *Clintonia udensis* Trautv. et C.A. Mey.

Для морфологических исследований створки очищали путём кипячения в перекиси водорода, несколько раз промывали дистиллированной водой и помещали в среду Эляшева (Эляшев, 1957) с показателем преломления 1,67–1,68. Подготовленные препараты диатомей изучали с использованием светового микроскопа (СМ) Olympus BX 53 (Япония), оснащённого оптикой Nomarski DIC и цифровой фотокамерой Olympus DP27 (Япония).

Сканирующая электронная микроскопия (СЭМ) выполнялась на микроскопе с полевым эмиссионным катодом, колонной электронной оптики GEMINI-II и безмаслянной вакуумной системой Carl Zeiss Merlin (Германия) в Центре коллективного пользования «Биотехнология и генетическая инженерия» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. Столики напыляли хромом на установке для вакуумного напыления Q-150T ES.

Для идентификации таксономического состава диатомей был использован ряд определителей (Krammer, Lange-Bertalot, 1986; 1988; 1991a; 1991b; Lange-Bertalot, 1993; Metzeltin et al., 2009; Куликовский и др., 2016). Систематика водорослей составлена согласно M.D. Guiry, G.M. Guiry (2020).

У каждого вида и внутривидового таксона измеряли длину, ширину, количество штрихов, ареол и фибул в 10 мкм.

Частота встречаемости видов (F) рассчитывалась по формуле: $F = a/A \cdot 100\%$, где a – число образцов, в которых обнаружен вид, A – общее число исследованных образцов (Кузяхметов, Дубовик, 2001).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В почве Смирныховского района острова Сахалин выявлено 20 видов диатомей, относящихся к 12 родам, 9 семействам и 4 порядкам (Таблица). Доминировали представители порядка *Naviculales*, семейства *Diadesmidaceae*, родов *Luticola*, *Pinnularia*, *Nitzschia*. Во всех пробах встречались виды (F = 100%) *Pinnularia borealis* Ehrenberg, *Luticola acidoclinata* Lange-Bertalot и *Nitzschia brevissima* Grunow, *Cymbella* sp., *Diadesmis brekkaensis* (J.B. Petersen) D.G. Mann и *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot были отмечены единично.

Из выявленных видов 9 являются новыми для флоры острова Сахалин:

1. *Diploneis krammeri* Lange-Bertalot et E. Reichardt (рис. 1).

Таблица. Видовой состав диатомовых водорослей в некоторых почвах Смирныховского района (остров Сахалин) [Table. Species composition of diatoms in some soils of the Smirnykhovsky district (Sakhalin Island)]

		1	2	3	4	L	W	S	Ar	F
Naviculales										
<u>Diadesmidaceae</u>										
1.	<i>Humidophila contenta</i> (Grunow) Lowe, Kociolek, J.R.Johansen, Van de Vijver, Lange-Bertalot et Kopalová	+	+		+	5,8-8,3	2,1-3,2	15-22	-	-
2.	<i>Diadesmis brekkaensis</i> (J.B.Petersen) D.G.Mann		+	+		15,6-27,4	2,7-4,2	25-29	-	-
3.	<i>Luticola cohnii</i> (Hilse) D.G.Mann				+	24,1-26,9	7,6-9,4	16-18	24-26	-
4.	<i>L. dismutica</i> (Hustedt) D.G.Mann	+	+		+	22,2-25,3	8,6-10,3	20-21	17-22	-
5.	<i>L. plausibilis</i> (Hustedt) D.G.Mann		+	+		15,3-17,6	7,5-8,2	16-18	18-20	-
6.	<i>L. acidoclinata</i> Lange-Bertalot	+	+	+	+	14,8-20,3	6,1-7,2	18-20	20-25	-
<u>Naviculales incertae sedis</u>										
7.	<i>Mayamaea fossalis</i> (Krasske) Lange-Bertalot	+	+	+		8,6-10,3	3,5-4,7	17-19	35-40	-
<u>Diploneidaceae</u>										
8.	<i>Diploneis krammeri</i> Lange-Bertalot et E.Reichardt	+				23,4-25,2	12,4-14,9	11-12	13-17	-
<u>Naviculaceae</u>										
9.	<i>Caloneis branderi</i> (Hustedt) Krammer			+	+	18,2-20,1	5,1-5,9	31-32	-	-
<u>Sellaphoraceae</u>										
10.	<i>Sellaphora atomoides</i> (Grunow) Wetzel et Van de Vijver	+	+	+		8,5-11,7	3,5-4,8	31-34	52-60	-
11.	<i>S. nigri</i> (De Notaris) Wetzel et Ector	+		+		7,8-9,9	4,0-4,8	30-32	55-65	-
<u>Pinnulariaceae</u>										
12.	<i>Pinnularia borealis</i> Ehrenberg	+	+	+	+	36,8-41,3	8,6-9,25	6-7	-	-
13.	<i>P. sinistra</i> Krammer		+		+	18,5-31,8	5,3-6,1	11-12	-	-

Таблица (окончание) Table (end)

		1	2	3	4	L	W	S	Ar	F
14.	<i>P. grunowii</i> Krammer		+			35,4- 41,3	7,2- 8,5	12- 14	-	-
	Bacillariales									
	<u>Bacillariaceae</u>									
15.	<i>Nitzschia communis</i> Rabenhorst	+	+			29,9- 37,2	4,7- 5,4	10- 12	40- 43	11- 13
16.	<i>N. umbonata</i> (Ehrenberg) Lange-Bertalot	+		+	+	34,7- 5,9	8,7- 9,8	25- 27	35- 40	7-9
17.	<i>N. brevissima</i> Grunow	+	+	+	+	12,5- 15,2	3,1- 3,5	24- 28	27- 40	
18.	<i>Hantzschia amphioxys</i> (Ehrenberg) Grunow	+	+	+		28,8	6,5	23- 25	20- 24	7- 11
	Rhopalodiales									
	<u>Rhopalodiaceae</u>									
19.	<i>Epithemia frickei</i> Krammer			+	+	26,7- 39,6	11,4- 14,2	-	-	-
	Cymbellales									
	<u>Cymbellaceae</u>									
20.	<i>Cymbella</i> sp.		+			34,5	8,5	-	-	-

Примечания: 1 – 4 точки отбора проб; L – длина клетки, мкм; W – ширина клетки, мкм; S – количество штрихов в 10 мкм; Ar – количество ареол в 10 мкм; F – количество фибул в 10 мкм [Notes: 1 – 4 points of sampling; L – length of cell, μm ; W – width of cell, μm ; S – the stria density in 10 μm ; Ar – the areola density in 10 μm ; F – the fibula density in 10 μm].

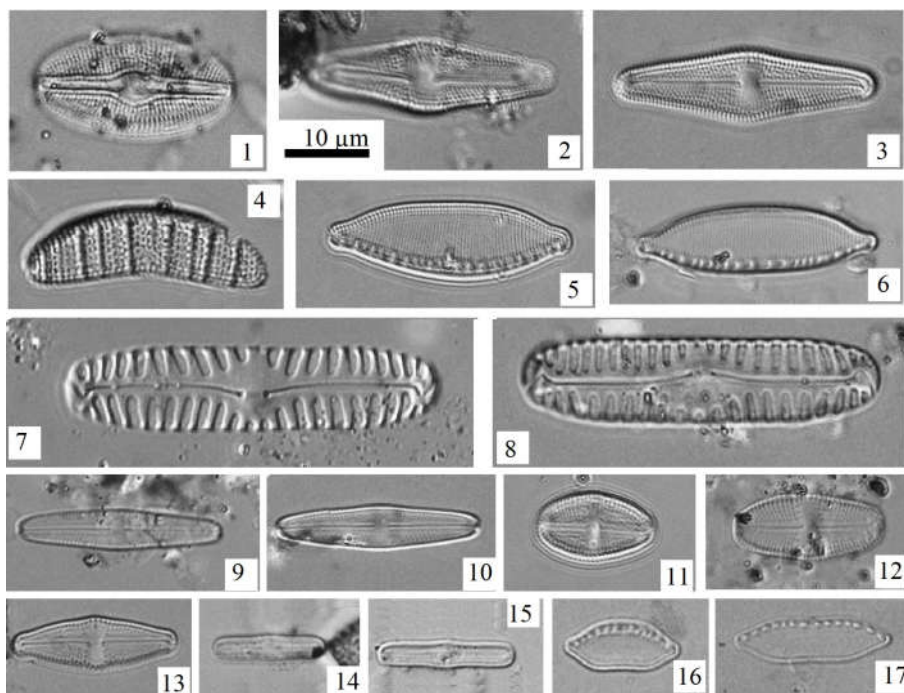


Рис. 1-17. Световая микроскопия. 1: *Diploneis krammeri*; 2-3: *Luticola dismutica*; 4: *Epithemia frickei*; 5, 6: *Nitzschia umbonata*; 7, 8: *Pinnularia borealis*; 9, 10: *Caloneis branderi*; 11: *Luticola plausibilis*; 12: *L. cohnii*; 13: *Luticola acidoclinata*; 14-15: *Diademsis brekkaensis*; 16, 17: *Nitzschia brevissima* [Figs. 1-17. LM. 1: *Diploneis krammeri*; 2-3: *Luticola dismutica*; 4: *Epithemia frickei*; 5, 6: *Nitzschia umbonata*; 7, 8: *Pinnularia borealis*; 9, 10: *Caloneis branderi*; 11: *Luticola plausibilis*; 12: *L. cohnii*; 13: *Luticola acidoclinata*; 14-15: *Diademsis brekkaensis*; 16, 17: *Nitzschia brevissima*].

Куликовский и др., (2016, 318, табл. 65, рис. 12, 13).

Створки линейно-эллиптические, концы широко закруглённые. Длина 23,4–25,2 мкм, ширина 12,4–14,9 мкм. Осевое поле узкое, линейное. Центральное поле от ромбического до округлого. Штрихи радиальные, 11–12 в 10 мкм, ареол 13–17 в 10 мкм. Охотоморье (р. Ола), азиатский сектор Берингии (Харитонов, 2014), Алеутские о-ва (США) (Неплюхина и др., 2017), Московская область (Чудаев, 2016).

2. *Caloneis branderi* (Hustedt) Krammer (рис. 9, 10).

Krammer, Lange Bertalot (1986, 393, Pl. 173, figs. 22–24).

Створки линейно-ланцетные, края в центральной части слегка выпуклые, концы тупо закруглённые. Длина 18,2–20,9 мкм, ширина 5,1–5,9 мкм. Осевое поле узкое, линейное, центральное поле в виде широкой фасции,

расширяющееся к краям. Штрихи радиальные в центре, параллельные к концам клетки, 31–32 в 10 мкм. Отмечается очень редко: в бассейне р. Анадырь, водоёмах Северного Охотоморья и Канады (Харитонов, 2015).

3. *Diadsmis brekkaensis* (J.B. Petersen) D.G. Mann (рис. 14, 15, 27). Hofmann et al. (2011).

Створки линейные, в средней части слегка расширяющиеся, с широко закруглёнными концами. Длина 15.6–27.4 мкм, ширина 2,7–4,2 мкм. Осевое поле широкое, линейное, расширяющееся в средней части. Штрихи параллельные, 25–29 в 10 мкм. В Центральной Европе встречается довольно редко, в стоячих водах, а также в местообитаниях с переменной влажностью, камни, мхи, почва (Hofmann et al., 2011).

4. *Sellaphora nigri* (De Notaris) Wetzel et Ector (рис. 20). Wetzel et al. (2015: 221, figs. 319–393).

Створки от линейно-эллиптических до эллиптических, концы широко закруглённые. Длина 7,8–9,9, ширина 4,0–4,8 мкм. Осевое поле узкое. Центральное поле округлое или в виде галстука-бабочки, образованное 4 укороченными штрихами с каждой стороны. Штрихи радиальные, 30–32 в 10 мкм, ареол 55–65 в 10 мкм. Люксембург (Wetzel et al., 2015). На территории Дальнего Востока выявлен впервые.

5. *Luticola acidoclinata* Lange-Bertalot (рис. 13).

Куликовский и др. (2016, 256, табл. 58, рис. 45–48).

Створки немного ромбически-ланцетные, немного расширенные в центральной части. Концы немного оттянутые и прямо закругленные. Длина 14,8–20,3 мкм, ширина 6,1–7,2 мкм. Осевое поле узкое, линейное, немного расширяющееся в центральной части. Центральное поле широкое прямоугольное. Штрихи пунктирные немного радиальные 18–20 в 10 мкм. Московская область (Чудаев, 2016). На территории Дальнего Востока вид выявлен впервые.

6. *Luticola cohnii* (Hilse) D.G. Mann (рис. 12).

Krammer, Lange-Bertalot (1986, 152, Pl. 63, figs. 1–3).

Створки от линейно-эллиптических до широкоэллиптических с широко закруглёнными концами. Длина 24,1–26,9 мкм, ширина 7,6–9,4 мкм. Осевое поле узкое, линейно-ланцетное. Центральное поле образует поперечную фасцию, в виде галстука бабочки, несёт одну стигму. Штрихи радиальные, 16–18 в 10 мкм. Широко распространённый вид (Round et al., 1990), в том числе на Украине (Царенко и др., 2012), в Киргизии (Балашова, 2011), Башкирии (Дубовик, 1995; Кузяхметов, 2006).

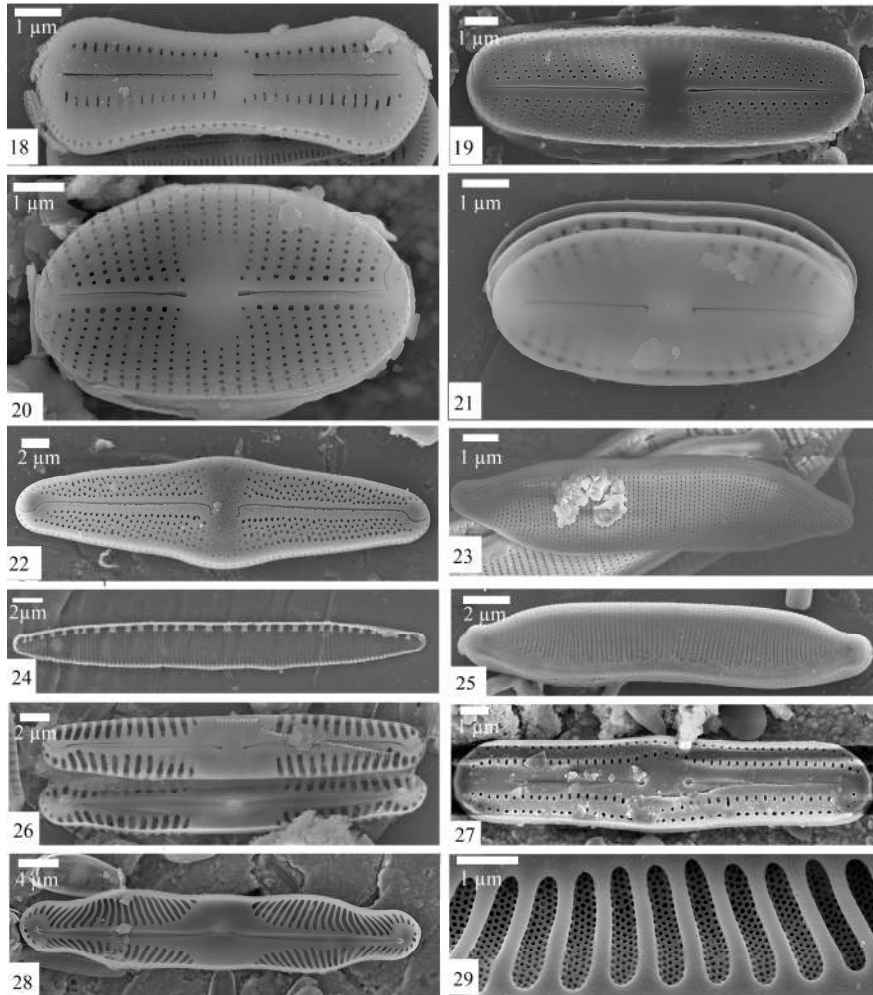


Рис. 18-29. Сканирующая электронная микроскопия. 18: *Humidophila contenta*; 19: *Sellaphora atomoides*; 20: *Sellaphora nigri*; 21: *Mayamaea fossalis*; 22: *Luticola dismutica*; 23: *Nitzschia brevissima*; 24: *Nitzschia communis*; 25: *Hantzschia amphioxys*; 26: *Pinnularia sinistra*; 27: *Diadesmis brekkaensis*; 28: *Pinnularia grunowii*, общий вид створки; 29: *Pinnularia grunowii*, альвеолярные штрихи с внутренней стороны

[**Figs. 18-29.** SEM. 18: *Humidophila contenta*; 19: *Sellaphora atomoides*; 20: *Sellaphora nigri*; 21: *Mayamaea fossalis*; 22: *Luticola dismutica*; 23: *Nitzschia brevissima*; 24: *Nitzschia communis*; 25: *Hantzschia amphioxys*; 26: *Pinnularia sinistra*; 27: *Diadesmis brekkaensis*; 28: *Pinnularia grunowii*, general view of valve; 29: *Pinnularia grunowii*, internal view of valve, alveolate striae.

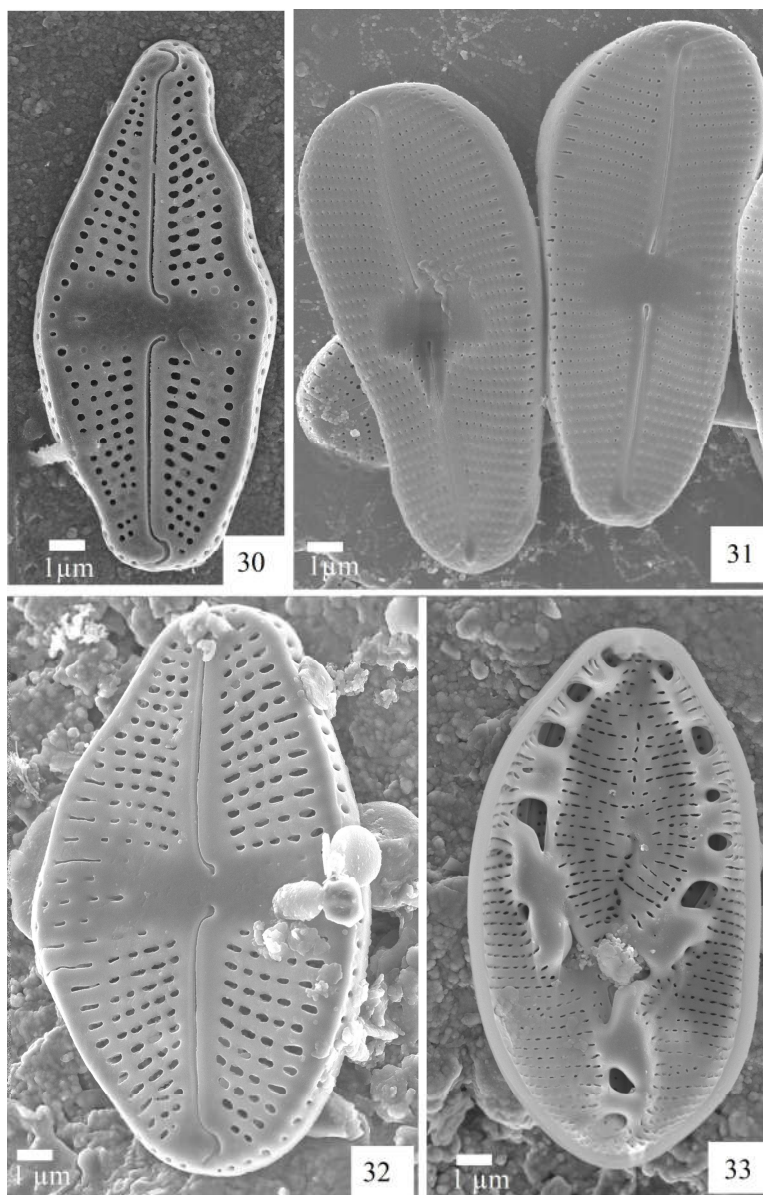


Рис. 30-33. Сканирующая электронная микроскопия. Представители рода *Nitzschia*, *Luticola* и *Sellaphora* с аномальной морфологией: 30, 32: *Luticola* sp.; 31 *Sellaphora* sp.; 33: *Nitzschia* sp. [Fig. 30-33. SEM. The species of the genera *Nitzschia*, *Luticola* and *Sellaphora* with teratological structures: 30, 32: *Luticola* sp.; 31 *Sellaphora* sp.; 33: *Nitzschia* sp].

7. *Luticola dismutica* (Hustedt) D.G. Mann (рис. 2, 3, 22).

Krammer, Lange-Bertalot (1986, 156, Pl. 63, figs. 9–12).

Створки от ромбико-ланцетных до ромбико-эллиптических с широко закруглёнными концами. Длина 22,2–25,3 мкм, ширина 8,6–10,3 мкм. Осевое поле узкое, линейное, расширяющееся к центру клетки. Центральное поле широкое, слегка не достигающее до конца створки. Штрихи радиальные, 20–21 в 10 мкм. Встречен в Альпах, на влажном известняковом сланце (Krammer, Lange-Bertalot, 1986); Киргизия (Балашова, 2011). На территории Дальнего Востока вид выявлен впервые.

8. *Luticola plausibilis* (Hustedt) D.G. Mann (рис. 11).

Куликовский и др. (2016, 260, табл. 58, рис. 19–21).

Створки ромбически-эллиптические, концы широко закруглённые. Длина 15,3–17,6 мкм, ширина 7,5–8,2 мкм. Осевое поле линейное. Центральное поле широкое, асимметричное, вытянутое, окаймлено с обеих сторон короткими штрихами. Штрихи радиальные, 16–18 в 10 мкм. Канада, Ирландия, Русская Арктика (Куликовский и др., 2016). На территории Дальнего Востока вид выявлен впервые.

9. *Mayamaea fossalis* (Krasske) Lange-Bertalot (рис. 21).

Куликовский и др. (2016, 315, табл. 74, рис. 49–52).

Створки эллиптические, концы широко закруглённые. Длина 8,6–10,3 мкм, ширина 3,5–4,7 мкм. Осевое поле ланцетное. Центральное поле большое. Штрихи радиальные, 17–19 в 10 мкм. Московская область (Чудаев, 2016), Монголия (Куликовский, Дорофеев, 2010). На территории Дальнего Востока вид выявлен впервые.

В пробах были обнаружены особи рода *Nitzschia*, *Luticola* и *Sellaphora* с аномальной морфологией, определить до вида которые не удалось. Поэтому в общий список они не были включены. Клетки имели асимметричную форму створок (рис. 30–32), неправильное расположение штрихов, а также двойную систему шва (рис. 33). Видоизменённые особи были отмечены во всех 4 пробах. Известно, что основными факторами, вызывающими формирование тератологии, являются загрязнение тяжёлыми металлами и длительное культивирование, связанное с малым размером клеток (длиной) (Генкал, Елизарова, 1989; Estes, Dute, 1994; Falasco et al., 2009; Bagmet et al., 2020). Так как исследуемый материал был природным, то образование тератологических структур в связи с культивированием исключается. Скорее всего, это вызвано экологическими особенностями почв.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, в некоторых почвах Смирныховского района было выявлено 20 видов диатомей, относящихся к 12 родам, 10 семействам и 5 порядкам. Из них 9 видов являются новыми для флоры острова Сахалин, 5 видов – новыми для Дальнего Востока России.

Биологическое разнообразие диатомовых водорослей было низким, что характерно для почвенных экосистем. Выявление большого количества новых

для региона видов диатомей связано с малой изученностью экосистем почв острова Сахалин. Результаты показывают необходимость дальнейших исследований почвенной флоры диатомовых водорослей.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность учёному секретарю ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, к.б.н. Тюнину Алексею Петровичу за отбор проб почвы.

ЛИТЕРАТУРА

- Балашова Н.Б.** Диатомовые водоросли термальных источников Иссык-ата (Киргизский хребет, Тянь-Шань) // Вестник СПбГУ. Сер. 3. Биология. 2011. № 3. С. 15–25.
- Буевич Т.А., Чудаев Д.А., Гололобова М.А.** К изучению почвенных диатомовых водорослей Звенигородской биологической станции МГУ // Бюллетень МОИП. Отдел биологический. 2018. Т. 123. № 5. С. 43–49.
- Генкал С.И., Елизарова В.А.** Новые данные по изменению водоросли *Diatoma elongatum* Ag. в культуре // Биология внутренних вод. 1989. № 81. С. 32–36.
- Генкал С.И., Чекрыжева Т.А.** Материалы к флоре *Bacillariophyta* рек бассейна Белого моря в пределах республики Карелия // Биология внутренних вод. 2016. № 1. С. 11–20.
- Генкал С.И., Ярушина М.И.** *Bacillariophyta* планктона рек и озёр северо-востока полуострова Ямал // Ботанический журнал. 2017. Т. 102. № 8. С. 1094 – 1106.
- Генкал С.И., Ярушина М.И.** Флора диатомовых водорослей (*Bacillariophyta*) водоемов и водотоков Тазовского полуострова (Западная Сибирь) // Биология внутренних вод. 2019. № 3. С. 11–20.
- Гогорев Р.М., Ланге Е.К.** Навикулоидные пеннатные диатомовые (*Bacillariophyta*) реликтового озера Могильное (остров Кильдин, Баренцево море) // Новости систематики низших растений. 2018. Т. 52. № 1. С. 13–32.
- Дубовик И.Е.** Водоросли эродированных почв и альгологическая оценка почвозащитных мероприятий. Уфа: Изд-е Башк. ун-та, 1995. 156 с.
- Кабиров Р.Р., Пурина Е.С., Сафиуллина Л.М.** Почвенные водоросли: качественный состав, количественные характеристики, использование при проведении экологического мониторинга // Успехи современного естествознания. 2008. № 5. С. 38–39.
- Князев В.Н., Калганова Т.Н.** Развитие фитопланктона ряда озёр северо-западного Сахалина летом-осенью 1993-1994 // Материалы XXXIV научн.-метод. конф. преподавателей СахГУ (апрель, 1999 г.). Часть VI. Южно-Сахалинск: СахГУ, 2000. С. 29–36.
- Коптяева Т.Ф.** Фитопланктон Вавайских озёр Южного Сахалина // Озера Южного Сахалина и их ихтиофауна. Москва: Изд-во МГУ, 1964. С. 141–153.

- Кузяхметов Г.Г.** Водоросли зональных почв степи и лесостепи. Уфа: Изд-во БашГУ, 2006. 284 с.
- Кузяхметов Г.Г., Дубовик И.Е.** Методы изучения почвенных водорослей: Учебное пособие. Уфа: Изд-во БашГУ, 2001. 56 с.
- Куликовский М.С., Дорофеюк Н.И.** Новые для флоры Монголии диатомовые водоросли. Новости систематики низших растений. 2010. Т. 44. С. 69–80.
- Куликовский М.С., Глущенко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В.** Определитель диатомовых водорослей России. Ярославль: Филигрань, 2016. 804 с.
- Медведева Л.А., Никулина Т.В.** Каталог пресноводных водорослей Юга Дальнего Востока России. Владивосток: Дальнаука, 2014. 271 с.
- Могильникова Т.А., Мотылькова И.В.** Летний фитопланктон лагуны Пильтун (северо-восточный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 295–303.
- Мотылькова И.В., Коновалова Н.В.** Весенний фитопланктон озера Туйнача (Южный Сахалин) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 2. Владивосток: Дальнаука, 2003. С. 108–117.
- Мотылькова И.В., Коновалова Н.В.** Сезонная динамика фитопланктона лагунного озера Изменчивое (юго-восточный Сахалин) // Биология моря. 2010. Т. 36. № 2. С. 88–93.
- Неплюхина А.А., Чудаев Д.А., Крылович О.А., Гололобова М.А.** Диатомовые водоросли из торфяного отложения острова Шемья (Алеутские острова, США) // Вестник МГУ. Серия 16: Биология. 2018. Т. 73. № 2. С. 93–98.
- Стенина А.С.** Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) в ручьях лесного заказника "Белый" (бассейн реки Вычегды, республика Коми) // Новости систематики низших растений. 2009. Т. 43. С. 99–112.
- Стенина А.С.** Пресноводные диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) бассейна реки Море-Ю (Большеземельская тундра, Ненецкий автономный округ) // Новости систематики низших растений. 2010. Т. 44. С. 90–104.
- Харитонов В.Г.** Представители рода *Caloneis* Cl. (*Bacillariophyceae*) в водоемах Берингии // Исследования водных биологических ресурсов Камчатки и северо-западной части Тихого океана. 2015. № 36. С. 99–106.
- Харитонов В.Г.** Редкие и малоизвестные в России виды диатомовых водорослей бассейна р. Колыма (северо-восток России) // Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2015. № 2. С. 84–89.
- Царенко П.М., Маслов И.И., Куликовский М.С.** Микроводоросли природного заповедника "Мыс Мартьян" и сопредельных территорий // Научные записки природного заповедника «Мыс Мартьян». 2012. № 3. С. 135–165.
- Чудаев Д.А.** Материалы к диатомовой флоре Московской области: навикулоидные диатомовые Мелеевского ручья (Звенигородская биологическая станция) // Новости систематики низших растений. 2016. Т. 50. С. 142–159.

- Эльяшев А.А.** О простом способе приготовления высокопреломляющей среды для диатомового анализа // Труды НИИ Геологии Арктики. 1957. № 4. С. 74–76.
- Bagmet V.B., Abdullin Sh.R., Mazina S.E., Nikulin A.Yu., Nikulin V.Yu., Gontcharov A.A.** Life cycle of *Nitzschia palea* (Kützing) W.Smith (Bacillariophyta) // Russian Journal of Developmental Biology. 2020. Vol. 51. N 2. P. 106–114.
- Estes A.M., Dute R.R.** Valve abnormalities in diatom clones maintained in long-term culture // Diatom Research. 1994. Vol. 9. N 2. P. 249–258.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H.** Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa, Ruggell: ARG Gantner Verlag, 2011. 908 p.
- Falasco E., Bona F., Ginepro M., Hlubikova D., Hoffmann L., Ector L.** Morphological abnormalities of diatom silica walls in relation to heavy metal contamination and artificial growth conditions // Water SA. 2009. Vol. 35. N 5. P. 595–606.
- Guiry M.D., Guiry G.M.** AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. <http://www.algaebase.org>; searched on 24.11.2020.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Süßwasserflora von Mitteleuropa / Bd. 2. Bacillariophyceae. T. 1. Naviculaceae. Jena: Gustav Fischer Verl., 1986. 876 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Süßwasserflora von Mitteleuropa / Bd. 2. Bacillariophyceae. T. 2. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae. Jena: Gustav Fischer Verl., 1988. 596 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Süßwasserflora von Mitteleuropa / Bd. 2. Bacillariophyceae. T. 3. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae. Jena: Gustav Fischer Verl., 1991a. 577 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H.** Süßwasserflora von Mitteleuropa / Bd. 2. Bacillariophyceae. T. 4. Achnantheaceae. Jena: Gustav Fischer Verl., 1991b. 434 S.
- Lange-Bertalot H.** 85 neue taxa und über 100 weitere neu definierte Taxa ergänzend zur Süßwasserflora von Mitteleuropa // Bibliotheca Diatomologica. 1993. Bd. 2/1-4. 164 S.
- Metzeltin D., Lange-Bertalot H., Nergui S.** Diatoms in Mongolia // Iconographia Diatomologica. 2009. Vol. 20. 684 p.
- Nikulina T.V.** Diatom flora of fresh and brackish water bodies of the Sakhalin Island (Far East, Russia) / Diatom diversity and distribution. Role in biotechnology and environmental impacts. New-York: Nova Science Publisher, 2013. P. 35–86.
- Round F.E., Crawford R.M., Mann D.G.** The diatoms biology and morphology of the genera. Cambridge: Cambridge University Press, 1990. 747 p.
- Wetzel C.E., Ector L., Van de Vijver B., Compère P., Mann D.G.** Morphology, typification and critical analysis of some ecologically important small naviculoid species (Bacillariophyta) // Fottea. 2015. Vol. 15. N 2. P. 203–234.