

ISSN 0868-854 (Print)

ISSN 2413-5984 (Online). *Algologia*. 2019, 29(4): 379–390

<https://doi.org/10.15407/alg29.04.379>

ГЕНКАЛ С.И.¹, КАПУСТИН Д.А.^{1,4}, СТЕНИНА А.С.³,
СТЕРЛЯГОВА И.Н.³, ШАБАЛИНА Ю.Н.²

¹Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,
пос. Борок, Некоузский р-н, Ярославская обл. 152742, Россия
genkal@ibiw.yaroslavl.ru

²ФГБОУ ВО Сыктывкарский государственный ун-т им. Питирима Сорокина,
Сыктывкар 167001, Республика Коми, Россия
julia-n-shabalina@rambler.ru

³ФГБУН Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
Сыктывкар 167982, Республика Коми, Россия
stenina@ib.komisc.ru

⁴Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН,
ул. Ботаническая, 35, Москва 127276, Россия

МОРФОЛОГИЧЕСКАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ *BACILLARIOPHYTA* РОДА *KOBAYASIELLA* LANGE-BERTALOT (*RAPHALES, NAVICULACEAE*)

Изучена морфологическая изменчивость диатомовых водорослей рода *Kobayasiella*: *K. subtilissima* (Cleve) Lange-Bertalot, *K. parasubtilissima* (H.Kobayasi et Nagumo) Lange-Bertalot и *K. okadae* (Skvortsov) Lange-Bertalot с помощью сканирующей электронной микроскопии. Образцы водорослей отбирали в оз. Болотное (северо-восток европейской части России) и Шиченгском болоте (Вологодская обл., Россия). Диапазон изменчивости длины и ширины створок, число штрихов в 10 мкм у *K. subtilissima* и *K. parasubtilissima* совпадают с литературными данными. У *K. okadae* длина и ширина створок превышают литературные показатели. Число штрихов в 10 мкм в наших образцах меньше, что обусловлено межпопуляционной изменчивостью. Впервые для ряда представителей рода *Kobayasiella* выявлена закономерная изменчивость ряда количественных признаков в зависимости от размеров створки – с увеличением ее длины увеличивается отношение длина/ширина. У *K. subtilissima* и *K. parasubtilissima* между числом штрихов в 10 мкм и длиной створки наблюдается другая зависимость – с увеличением длины створки уменьшается значение этого показателя. Оценка таксономической значимости показателей по коэффициенту вариации показала небольшую изменчивость этих признаков ($c_v = 3,9–10,3$), что соответствует литературным данным по другим представителям рода *Navicula* s. l.

Ключевые слова: *Bacillariophyta*, род *Kobayasiella*, *Kobayasiella subtilissima*, *K. parasubtilissima*, *K. okadae*, электронная микроскопия, морфология, изменчивость

Введение

Проблема морфологической изменчивости *Bacillariophyta* чрезвычайно важна для систематики этой группы (Диатомовые..., 1974). Вместе с тем работ по изучению изменчивости пеннатных диатомовых водорослей с использованием статистических методов немного (Генкал и др, 2007; Krammer, 2002; Genkal, 2004). Возможно, это связано с тем, что для исследования требуется бóльший объем выборки конкретного вида, а в природных популяциях его недостаточно.

На сегодняшний день для водоемов России известно 6 представителей рода *Kobayasiella* Lange-Bertalot: *K. okadae*, *K. jaagii* (F.Meister) Lange-Bertalot, *K. madumensis* (E.G.Jørg.) Lange-Bertalot, *K. cf. micropunctata* (H.Germ.) Lange-Bertalot, *K. parasubtilissima* и *K. subtilissima* (Лосева и др., 2004; Захарова и др., 2005; Стенина, 2007, 2009а, б; 2016; Генкал, Трифонова, 2009; Харитонов, Генкал, 2012; Харитонов, 2014; Генкал и др., 2015; Корнева, 2015; Куликовский и др., 2016; Lange-Bertalot, Genkal, 1999). Эти таксоны относятся преимущественно к редким видам. Их находки в виде единичных сборов в водоемах России и данные об их морфологии незначительны.

Цель данного исследования – изучить образцы водорослей рода *Kobayasiella*, распространенных в водоемах России, и пополнить имеющиеся данные о вариабельности количественных диагностических признаков и закономерностях их изменчивости.

Материалы и методы

Материалом для исследований послужили альгологические пробы водорослей рода *Kobayasiella* из оз. Болотное (северо-восток европейской части России) и Шиченгского болота (Вологодская обл.). Озеро Болотное (название условное) находится в среднем течении р. Косью в пределах системы болот Лебединое Вад на обширных торфяниках в предгорье Приполярного Урала. Шиченгское болото расположено в центральной части Сямженского муниципального района Вологодской обл. в подзоне средней тайги.

Освобождение створок диатомей от органических веществ проводили методом холодного сжигания (Балонов, 1975). Препараты водорослей исследовали в сканирующем электронном микроскопе JSM-25S и JSM-6510 LV (ИБВВ РАН). Статистический анализ и построение графиков выполнены с помощью пакета программ Statistica 12.6.

Результаты и обсуждение

В указанных водоемах мы исследовали выборки трех представителей рода *Kobayasiella*: *K. subtilissima*, *K. parasubtilissima* и *K. okadae* (фото, таблица). Наши данные о количественных диагностических признаках *K. subtilissima* (см. таблицу) совпадают с литературными (Харитонов, Генкал, 2012; Генкал и др., 2015; Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Kobayasi, Nagumo, 1988; Siver et al., 2005; Buczky et al., 2009; Bahls, 2012), за

исключением более широкого диапазона изменчивости отношения длина/ширина створки, которое, по данным Noga et al. (2014), составляет 4,6–5,3. Морфология створки с наружной и внутренней поверхностей в наших образцах тоже совпала с литературными данными (сравн. фото, 1, 2 и Kobayasi, Nagumo, 1988, figs 5–8; Buczky et al., 2009, figs 55–58).

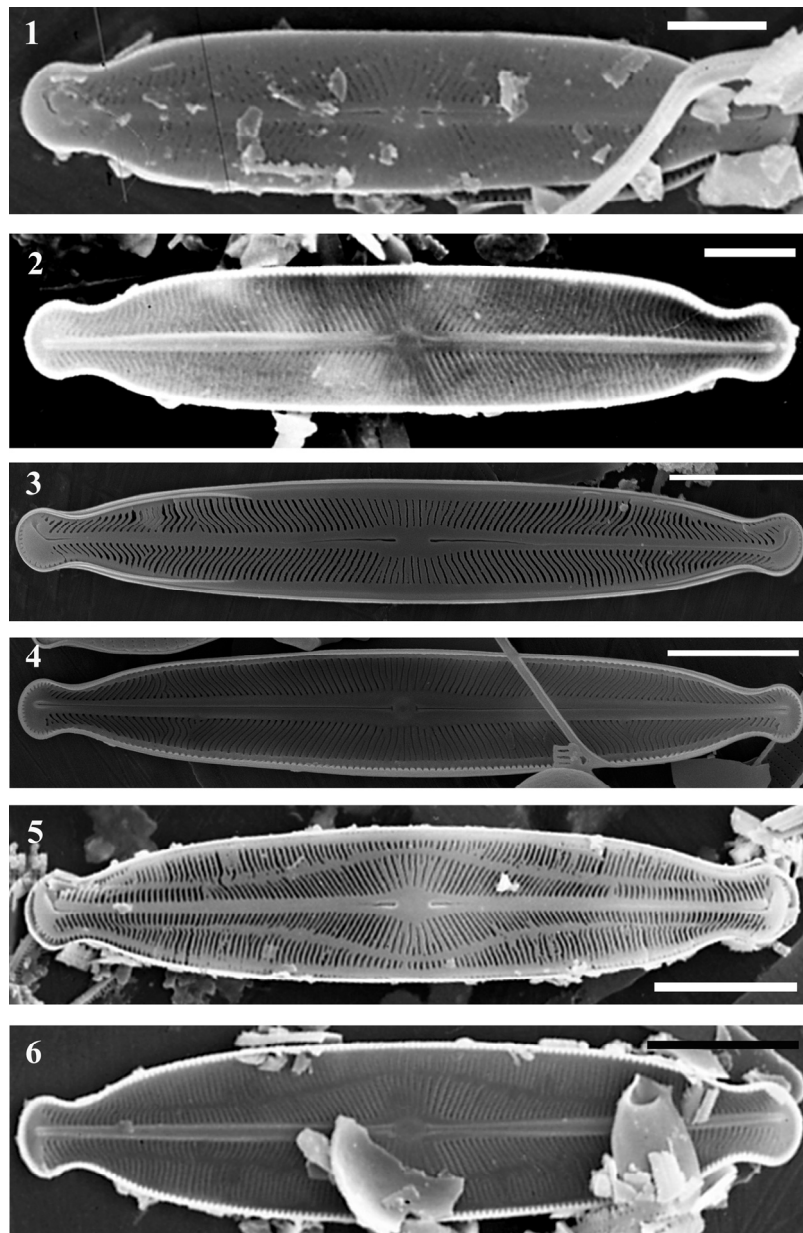


Фото. Представители рода *Kobayasiella*: 1, 2 – *K. subtilissima*; 3, 4 – *K. parasubtilissima*; 5, 6 – *K. okadae*. Створка с наружной (1, 3, 5) и внутренней (2, 4, 6) поверхностей. Масштаб: 1–4 – 5 мкм; 5, 6 – 10 мкм

Морфологические признаки исследованных видов рода *Kobayasiella* по нашим данным

Признак	Интервал	$M \pm m$	σ	$c_v, \%$	Объем выборки
<i>K. subtilissima</i> (оз. Болотное)					
Длина створки, мкм	33,3–44,3	40,03±0,55	2,74	6,86	25
Ширина створки, мкм	7,1–8,9	8,07±0,076	0,38	4,68	25
Отношение длина/ширина	4,16–6,24	4,97±0,087	0,43	8,73	25
Число штрихов в 10 мкм	24–32	27,52±0,48	2,4	8,72	25
<i>K. parasubtilissima</i> (оз. Болотное)					
Длина створки, мкм	35,5–55,5	42,21±0,98	4,48	10,62	21
Ширина створки, мкм	5,0–6,1	5,76±0,065	0,3	5,20	21
Отношение длина/ширина	6,12–9,25	7,34±0,172	0,79	10,76	21
Число штрихов в 10 мкм	30–42	36,28±0,72	3,06	8,45	18
<i>K. parasubtilissima</i> (Шиченгское болото)					
Длина створки, мкм	25–31,04	29,09±0,36	1,58	5,44	19
Ширина створки, мкм	4,33–5,12	4,78±0,052	0,23	4,78	19
Отношение длина/ширина	5,44–6,93	6,098±0,093	0,40	6,61	19
Число штрихов в 10 мкм	32–44	38,53±0,79	3,45	8,97	19
<i>K. okadae</i> (оз. Болотное)					
Длина створки, мкм	45,5–60	52,97±0,82	3,83	7,23	22
Ширина створки, мкм	10,7–12,2	11,38±0,098	0,46	4,02	22
Отношение длина/ширина	4,10–5,41	4,66±0,064	0,30	6,45	22
Число штрихов в 10 мкм	20–28	25,5±0,40	1,90	7,44	22

Диапазон изменчивости количественных диагностических признаков *K. parasubtilissima* в наших выборках (см. таблицу) совпадает с данными литературы (Генкал, Трифонова, 2009; Куликовский и др., 2016; Kobayasi, Nagumo, 1988; Buczky et al., 2009; Kulikovskiy et al., 2010; Zimmermann et al., 2010; Lange-Bertalot et al., 2017), за исключением максимального значения длины створки (55,5 мкм) и минимальных значений числа штрихов в 10 мкм (30, 32). Морфология створки с наружной и внутренней поверхностей в наших образцах (см. фото, 3, 4) также соответствует литературным данным (Kobayasi, Nagumo, 1988, figs 23–25, 27, 31, 33, 34; Buczky et al., 2009, figs 45–50).

Морфологические показатели *Kobayasiella okadae* в исследованной выборке (см. таблицу) значительно отличаются от литературных данных (Skvortzov, 1938; Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Nagumo, Kobayasi, 1990; Noga et al., 2014) по всем трем количественным признакам, что обусловлено, очевидно, межпопуляционной изменчивостью. Аналогичная ситуация наблюдается и для других представителей пеннатных *Bacillariophyta*, например родов *Navicula* (Генкал, 2014) и *Cymbella* (Krammer, 2002). Максимальное значение отношения длина/ширина створки в нашей выборке было несколько больше (5,4), чем в работе Noga et al. (2014) – 4,6. Морфология створки с наружной и внутренней поверхностей в наших образцах соответствует литературным данным (сравн. фото, 5, 6 и Nagumo, Kobayasi, 1990, figs 7, 8; 11–15).

Для всех исследованных видов между длиной створки и отношением длина/ширина наблюдается закономерность – с увеличением длины створки увеличивается и это отношение (рис. 1, а; 2, а; 3, а; 4, а), что отмечено также у других представителей пеннатных *Bacillariophyta* (Генкал и др., 2007; Генкал, Харитонов, 2010; Генкал, Ярушина, 2017; Genkal, Chekryzheva, 2016). В выборках *K. subtilissima* и *K. parasubtilissima* между числом штрихов в 10 мкм и длиной створки наблюдается другая зависимость – с увеличением длины створки уменьшается число штрихов в 10 мкм (рис. 1, б; 2, б; 3, б). Аналогичная корреляция встречается также у других представителей пеннатных *Bacillariophyta*, что связано с увеличением метаболической активности клеток небольших размеров (Генкал и др., 2007; Генкал, Харитонов, 2010; Генкал, Ярушина, 2017). Для *K. okadae* наблюдается другая тенденция (рис. 4, б) при незначительном коэффициенте корреляции. Возможно, в данном случае требуется больший объем выборки.

Анализ таксономической значимости указанных количественных признаков (длина и ширина створки, число штрихов в 10 мкм) по коэффициенту вариации показал небольшую изменчивость этих признаков ($c_v = 3,9–10,3$) (см. таблицу). У восьми представителей рода *Navicula* s. l. коэффициенты вариации длины створки составляли 3,3–9,1, ширины створки 4,5–14,0 и числа штрихов в 10 мкм – 2,5–10,0 (Генкал и др., 2007). Эти значения близки к аналогичным показателям исследованных нами видов (см. таблицу). У другого изученного вида,

который принадлежит к бесшовным пеннатым диатомовым водорослям — *Diatoma tenue* Agardh emend. Genkal, коэффициенты вариации длины и ширины створки были значительно больше — соответственно 33,0–66,5 и 9,5–18,0 (Genkal, 2004). В наших выборках видов *K. subtilissima*, *K. parasubtilissima* и *K. okadae* коэффициенты вариации размерных признаков (длина и ширина створки) оказались меньше, чем для числа штрихов в 10 мкм (см. таблицу), хотя в большинстве изученных случаев — наоборот (Генкал и др., 2007). У некоторых представителей рода *Navicula* s. l. (*N. subminusula* Manguin, *N. atomus* var. *permitus* (Hust.) Lange-Bertalot, *N. cocconeiformis* Gregory) наблюдается аналогичная изменчивость признаков по величине коэффициента вариации (Генкал и др., 2007).

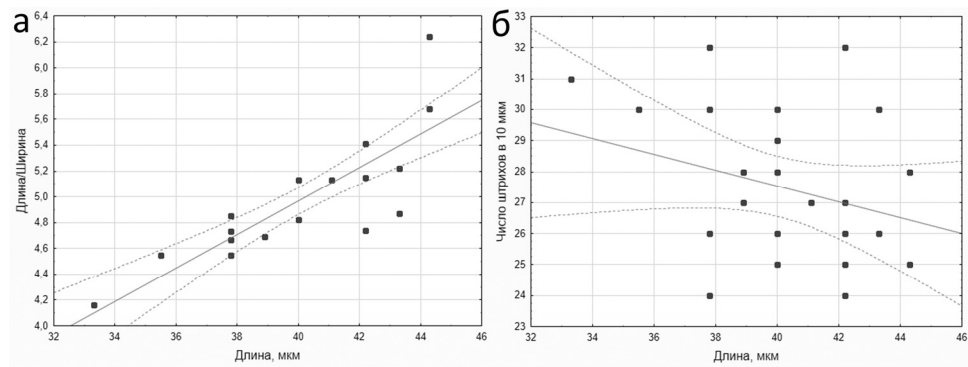


Рис. 1. *Kobayasiella subtilissima*: а — зависимость отношения длина/ширина створки от ее длины ($r = 0,82145$, $p < 0,05$); б — зависимость числа штрихов в 10 мкм от длины створки ($r = -0,2914$, $p < 0,05$)

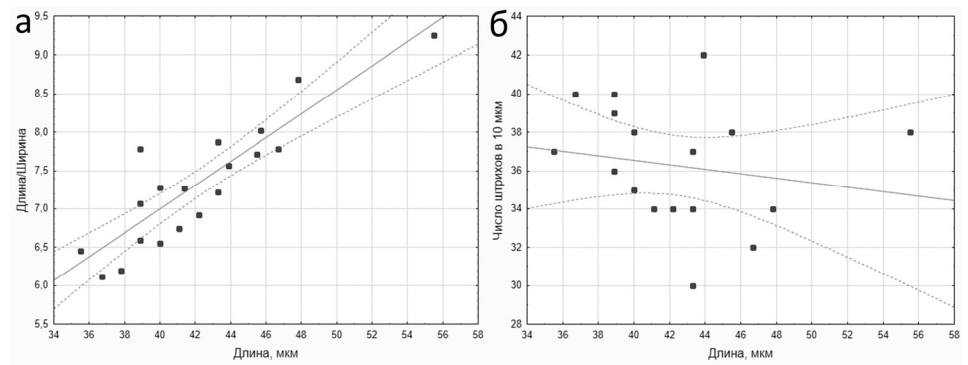


Рис. 2. *Kobayasiella parasubtilissima*: а — зависимость отношения длина/ширина створки от ее длины ($r = 0,88007$, $p < 0,05$); б — зависимость числа штрихов в 10 мкм от длины створки ($r = -0,1797$, $p < 0,05$)

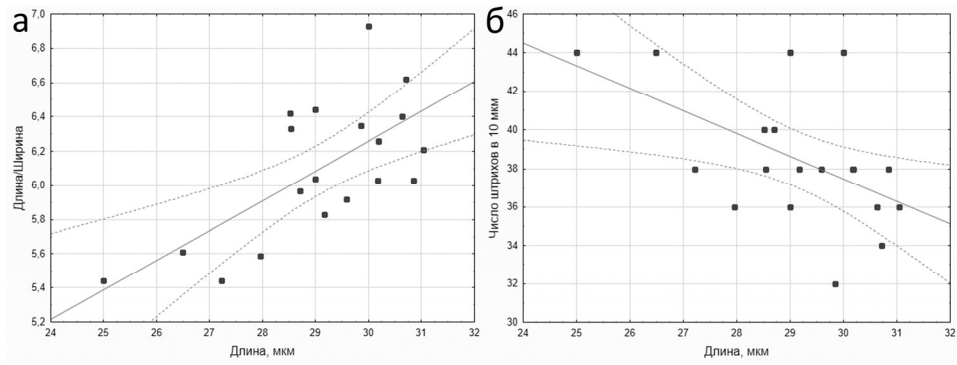


Рис. 3. *Kobayasiella parasubtilissima*: а – зависимость отношения длина/ширина створки от ее длины ($r = 0,68252$, $p < 0,05$); б – зависимость числа штрихов в 10 мкм от длины створки ($r = -0,5359$, $p < 0,05$)

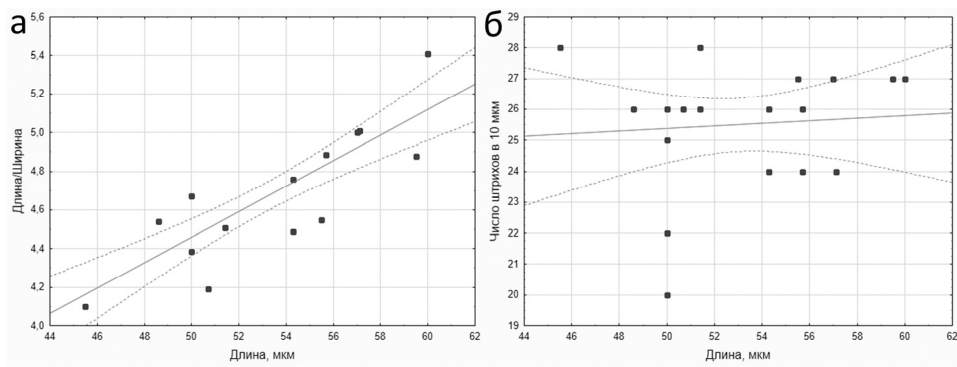


Рис. 4. *Kobayasiella okadae*: а – зависимость отношения длина/ширина створки от ее длины ($r = 0,83904$, $p < 0,05$); б – зависимость числа штрихов в 10 мкм от длины створки ($r = 0,08432$, $p < 0,05$)

Выводы

Изучение популяций пеннатных диатомовых водорослей *Kobayasiella subtilissima*, *K. parasubtilissima* и *K. okadae* показало совпадение диапазонов изменчивости основных диагностических количественных признаков с литературными данными. В популяции *K. okadae* диапазоны изменчивости длины и ширины створки, число штрихов в 10 мкм отличаются от опубликованных данных. Впервые для представителей рода *Kobayasiella* выявлены закономерности изменчивости количественных признаков в зависимости от длины створки и установлена таксономическая значимость этих признаков по коэффициенту вариации.

Работа выполнена в рамках государственных заданий по темам: «Систематика, разнообразие и филогения водных автотрофных организмов России и других регионов мира» (№ АААА-А18-118012690095-4),

«Структурно-функциональная организация растительных сообществ, разнообразие флоры, лишено- и микобиоты южной части национального парка «Югыд ва» (№ АААА-А16-116021010241-9), «Разнообразие растительного мира западного макросклона Приполярного Урала» (АААА-А19-119011790022-1). Авторы признательны к.б.н. Д.А. Филиппову (Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН) за предоставленные образцы из Шиченгского болота.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балонов И.М. 1975. Подготовка водорослей к электронной микроскопии. В кн.: *Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов*. М.: Наука, 1975. С. 87–89.
- Генкал С.И. 2014. К вопросу о морфологической изменчивости некоторых широко распространенных и редких видов рода *Navicula* (*Bacillariophyta*). *Новости сист. низш. раст.* 48: 38–49.
- Генкал С.И., Харитонов В.Г. 2010. О морфологической изменчивости *Navicula schmassmannii* Hustedt (*Bacillariophyta*). *Новости сист. низш. раст.* 44: 32–38.
- Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные)*. 1974. Л.: Наука. Т. 1. 403 с.
- Генкал С.И., Трифонова И.С. 2009. *Диатомовые водоросли планктона Ладожского озера и водоемов его бассейна*. Рыбинск: Рыбин. дом печати. 72 с.
- Генкал С.И., Ярушина М.И. 2017. *Sellaphora vekhovii* и *S. elorantana* (*Bacillariophyta*): морфология, таксономия, распространение в России. *Новости сист. низш. раст.* 51: 23–36.
- Генкал С.И., Куликовский М.С., Стенина А.С. 2007. Изменчивость основных структурных элементов створки некоторых видов рода *Navicula* (*Bacillariophyta*). *Биол. внутр. вод.* 2: 20–25.
- Генкал С.И., Чекрыжева Т.А., Комулайнен С.Ф. 2015. *Диатомовые водоросли водоемов и водотоков Карелии*. М.: Науч. мир. 202 с.
- Захарова В.И., Кузнецова Л.В., Иванова Е.И., Васильева-Кралина И.И., Габышев В.А. 2005. *Разнообразие растительного мира Якутии*. Новосибирск: Изд-во СО РАН. 328 с.
- Корнева Л.Г. 2015. *Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги*. Кострома: Костром. печат. дом. 284 с.
- Куликовский М.С., Глушенко А.М., Генкал С.И., Кузнецова И.В. 2016. *Определитель диатомовых водорослей России*. Ярославль: Филигрань. 804 с.
- Лосева Э.И., Стенина А.С., Марченко-Вагапова Т.И. 2004. *Кадастр ископаемых и современных диатомовых водорослей Европейского Северо-Востока*. Сыктывкар: Геопринт, 160 с.
- Стенина А.С. 2007. Диатомовые водоросли. В кн.: *Биоразнообразие экосистем Полярного Урала*. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН. С. 41–56.
- Стенина А.С. 2009а. Диатомовые водоросли (*Bacillariophyta*) фитопланктона в озерах бассейна реки Хабуйка (Заповедник «Ненецкий», Ненецкий автономный округ). *Новости сист. низш. раст.* 43: 82–98.
- Стенина А.С. 2009б. *Диатомовые водоросли (Bacillariophyta) в озерах востока Большеземельской тундры*. Сыктывкар: Коми науч. центр УрО РАН. 176 с.

- Стенина А.С. 2016. Диатомовые водоросли. В кн.: *Флоры, лишено- и микробиоты особо охраняемых ландшафтов бассейнов рек Косью и Большая Сыня (Приполярный Урал, национальный парк «Югыд ва»)*. М.: Тов-во науч. изд. КМК. С. 213–281.
- Харитонов В.Г., Генкал С.И. 2012. *Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка)*. Магадан: СВНЦ ДВО РАН. 402 с.
- Харитонов В.Г. 2014. *Диатомовые водоросли Колымы*. Магадан: Коми науч. центр УрО РАН. 496 с.
- Bahls L. 2012. *Kobayasiella subtilissima*. In: *Diatoms of the United States*. Retrieved: 07 Sept., 2018. https://diatoms.org/species/kobayasiella_subtilissima
- Buczky K., Wojtal A.Z., Jahn R. 2009. *Kobayasiella* species of the Carpathian region: morphology, taxonomy and description of *K. tintinnus* spec. nov. *Diatom Res.* 24(1): 1–21.
- Genkal S.I. 2004. Morphological variability and taxonomy of *Diatoma tenue* Ag. (*Bacillariophyta*). *Int. J. Algae.* 6(4): 319–330.
- Genkal S.I., Chekryzheva T.A. 2016. To morphology and taxonomy of *Tabellaria flocculosa* (*Bacillariophyta*). В кн.: *Экология, морфология и систематика водных растений Ярославль: Филигрань*. С. 5–24.
- Kobayasi H., Nagumo T. 1988. Examination of the Type Materials of *Navicula subtilissima* Cleve (*Bacillariophyceae*). *Bot. Mag. Tokyo.* 101: 239–253.
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. *Iconographia Diatomol.* 3: 1–584.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophyceae*. 1. Teil: *Naviculaceae*. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/1. Jena: Gustav Fischer Verlag. Pp. 1–876.
- Kulikovskiy M.S., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N.I., Genkal S.I. 2010. Diatom assemblages from sphagnum bogs of the world I. Nur bog in northern Mongolia. *Bibliot. Diatomol.* 55: 1–326.
- Lange-Bertalot H., Genkal S.I. 1999. Diatoms from Siberia I. *Iconographia Diatomol.* 6: 7–265.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. 2017. *Freshwater Benthic Diatoms of Central Europe: Over 800 Common Species Used in Ecological Assessment*. Schmitten-Oberreifenberg: Koeltz Bot. Books. 942 p.
- Nagumo T., Kobayasi H. 1990. Observations on *Navicula okadae* (Skvortzov) comb. nov. (*Bacillariophyceae*). *Diatom Res.* 5(2): 367–372.
- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Peszek Ł., Pajaczek A., Kochman N., Zubel R. 2014. New localities of rare species *Kobayasiella okadae* (Skvortzov) Lange-Bert. and *K. tintinnus* Buczky, Wojtal & Jahn in Europe – morphological and ecological characteristics. *Oceanol. and Hydrobiol. Stud.* 43: 374–380.
- Siver P.A., Hamilton P.B., Stachura-Suchoples K., Kociolek J.P. 2005. Diatoms of North America: The Freshwater flora of Cape Cod, Massachusetts, USA. In: *Iconograph. Diatomol.* 14: 1–463.
- Skvortzov B.W. 1938. Diatoms collected by Mr. Yoshikazu Okada in Nippon. I. Mountain bog diatom flora from Prov. Shinano. *J. Jap. Bot.* 14: 204–217.
- Zimmermann C., Poulin M., Pienitz R. 2010. Diatoms of North America. The Pliocene-Pleistocene freshwater flora of Bylot Island, Nunavut, Canadian High Arctic. In: *Iconograph. Diatomol.* 21: 1–407.

Поступила 12.09.2018

Подписал в печать С.Ф. Комулайнен

REFERENCES

- Bahls L. 2012. In: *Diatoms of the United States*. Retrieved: 07 Sept., 2018. https://diatoms.org/species/kobayasiella_subtilissima
- Balonov I.M. 1975. In: *Methods for the study of biocenosis*. Moscow: Nauka. Pp. 87–89. [Rus.]
- Buczky K., Wojtal A.Z., Jahn R. 2009. *Kobayasiella* species of the Carpathian region: morphology, taxonomy and description of *K. tintinnus* spec. nov. *Diatom Res.* 24(1): 1–21.
- Genkal S.I. 2014. On morphological variability of some widespread and rare species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta). *Novosti sist. nizsh. rast.* 48: 38–49.
- Genkal S.I., Chekryzheva T.A. 2016. In: *Ecology, morphology and systematics of aquatic plants*. Yaroslavl: Filigran. Pp. 5–24. [Rus.]
- Genkal S.I., Kharitonov V.G. 2010. On the morphological variability of *Navicula schmassmannii* (Bacillariophyta). *Novosti sist. nizsh. rast.* 44: 32–38.
- Genkal S.I., Trifonova I.S. 2009. *Diatom algae of the plankton of lake Ladoga and waterbodies of its basin*. Rybinsk: Rybin. dom pečati. 72 p. [Rus.]
- Genkal S.I., Yarushina M.I. 2017. *Sellaphora vekhovii* and *S. elorantana* (Bacillariophyta): morphology, taxonomy, distribution in Russia. *Novosti sist. nizsh. rast.* 51: 23–36.
- Genkal S.I., Chekryzheva T.A., Komulaynen S.F. 2015. *Diatom algae in waterbodies and watercourses of Karelia*. Moscow: Sci. World. 202 p. [Rus.]
- Genkal S.I., Kulikovskiy M.S., Stenina A.S. 2007. Variability of main structural elements of a valve of some species of the genus *Navicula* (Bacillariophyta). *Biol. Inland Waters.* 2: 20–25.
- Kharitonov V.G. 2014. *Diatoms of Kolyma*. Magadan. 496 p. [Rus.]
- Kharitonov V.G., Genkal S.I. 2012. *Diatoms of the Elgygytgyn lake and its vicinities (Chukotka)*. Magadan. 402 p. [Rus.]
- Kobayasi H., Nagumo T. 1988. Examination of the Type Materials of *Navicula subtilissima* Cleve (Bacillariophyceae). *Bot. Mag. Tokyo.* 101: 239–253.
- Korneva L.G. 2015. *Phytoplankton of Volga River basin reservoirs*. Kostroma: Kostrom. dom pečati. 284 p. [Rus.]
- Krammer K. 2002. *Cymbella*. *Iconograph. Diatomol.* 3: 1–584.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. In: *Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/1. Jena: Gustav Fischer Verlag. 876 S.
- Kulikovskiy M.S., Glushchenko A.M., Genkal S.I., Kuznetsova I.V. 2016. *Identification book of diatoms from Russia*. Yaroslavl: Filigran. 804 p. [Rus.]
- Kulikovskiy M.S., Lange-Bertalot H., Witkowski A., Dorofeyuk N.I., Genkal S.I. 2010. Diatom assemblages from sphagnum bogs of the world I. Nur bog in northern Mongolia. *Bibliot. Diatomol.* 55: 1–326.
- Lange-Bertalot H., Genkal S.I. 1999. Diatoms from Siberia I. *Iconographia Diatomol.* 6: 7–265.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. 2017. *Freshwater benthic diatoms of central Europe: Over 800 common species used in ecological assessment*. Schmittens-Oberreifenberg: Koeltz Bot. Books. 942 p.
- Loseva E.I., Stenina A.S., Marchenko-Vagapova T.I. 2004. *Cadastral of the fossil and recent diatoms from northeastern Europe*. Syktyvkar: Geoprint. 160 p. [Rus.]

- Noga T., Stanek-Tarkowska J., Peszek Ł., Pajaczek A., Kochman N., Zubel R. 2014. New localities of rare species *Kobayasiella okadae* (Skvorzov) Lange-Bert. and *K. tintinnus* Buczky, Wojtal & Jahn in Europe – morphological and ecological characteristics. *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* 43: 374–380.
- Nagumo T., Kobayasi H. 1990. Observations on *Navicula okadae* (Skvortzow) comb. nov. (*Bacillariophyceae*). *Diatom Res.* 5(2): 367–372.
- Siver P.A., Hamilton P.B., Stachura-Suchoples K., Kociolek J.P. 2005. Diatoms of North America: The Freshwater flora of Cape Cod, Massachusetts, USA. *Iconograph. Diatomol.* 14: 1–463.
- Skvorzov B.W. 1938. Diatoms collected by Mr. Yoshikazu Okada in Nippon. I. Mountain bog diatom flora from Prov. Shinano. *J. Jap. Bot.* 14: 204–217.
- Stenina A.S. 2007. In: *Biodiversity of the Polar Ural ecosystems*. Syktyvkar. Pp. 41–56. [Rus.]
- Stenina A.S. 2009a. Diatoms (*Bacillariophyta*) of phytoplankton in the lakes of the Khabuyka River basin (Nenetsky Nature Reserve, Nenets Autonomous Okrug). *Novosti sist. nizsh. rast.* 43: 82–98.
- Stenina A.S. 2009b. *Diatoms (Bacillariophyta) in the lakes of the Eastern Bolshezemelskaya tundra*. Syktyvkar. 176 p. [Rus.]
- Stenina A.S. 2016. In: *Flora, lichen- and microbiota of especially protected landscapes in the basins of the Kosyu and Bolshaya Synya rivers (Polar Ural, Yugyd va National Park)*. Moscow. Pp. 213–281. [Rus.]
- Zakharova V.I., Kuznetsova L.V., Ivanova E.I., Vasileva-Kralina I.I., Gabyshev V.A. 2005. *Diversity of the vegetable kingdom in Yakutia*. Novosibirsk: Publ. House Siber. Branch RAS. 328 p. [Rus.]
- Zimmermann C., Poulin M., Pienitz R. 2010. Diatoms of North America. The Pliocene-Pleistocene freshwater flora of Bylot Island, Nunavut, Canadian High Arctic. *Iconograph. Diatomol.* 21: 1–407.

Algologia. 2019, 29(4): 379–390

<https://doi.org/10.15407/alg29.04.379>

Genkal S.I.¹, Kapustin D.A.^{1,4}, Stenina A.S.³, Sterlyagova I.N.³, Shabalina Yu.N.²

¹I.D. Papanin Institute for Biology of Inland Waters of RAS, Settle of Borok, Nekouz District, Yaroslavl Region 152742, Russia

²Institute of Biology of Komi Scientific Centre of the Ural Branch RAS, Syktyvkar, Russia

³Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «Syktyvkar State University named after Pitirim Sorokin», Syktyvkar 167982, Russia

⁴K.A. Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS, 35 Botanicheskaya Str., Moscow 127276, Russia

ON MORPHOLOGICAL VARIABILITY IN SOME SPECIES OF *BACILLARIOPHYTA* OF THE GENUS *KOBAYASIELLA* LANGE-BERTALOT (*RAPHALES*, *NAVICULACEAE*)

The morphological variability of diatoms of genus *Kobayasiella*: *K. subtilissima* (Cleve) Lange-Bertalot, *K. parasubtilissima* (H.Kobayasi et Nagumo) Lange-Bertalot and *K. okadae*

(Skvortsov) Lange-Bertalot from Lake Bolotnoe (northeastern European Russia) and Shichenskoe bog (Vologda Region) has been studied using scanning electron microscopy. Ranges of variability of the valve length and width as well as number of striae in 10 μm in *K. subtilissima* and *K. parasubtilissima* coincide with the published data. Differences were found in *K. okadae* according to these features: the length and width of a valve were larger and the number of striae in 10 μm was smaller compared to the literature data that may be due to interpopulation variability. For the first time patterns of variability of some quantitative features depending on the valve diameter have been revealed for the representatives of the genus *Kobayasiella*: the length/width ratio increases with the increase in its length. The different relationship is found between the number of striae in 10 μm and the valve length in *K. subtilissima* and *K. parasubtilissima*: the value of this feature decreases with the increase in the valve length. The assessment of the taxonomic value of these features according to the coefficient of variation shows their low variability ($c_v = 3.9\text{--}10.3$) that corresponds to the literature data on the other representatives of the genus *Navicula* s. l.

Key words: *Bacillariophyta*, *Kobayasiella subtilissima*, *K. parasubtilissima*, *K. okadae*, electron microscopy, morphology, variability