

## Флора водоемов и водотоков

УДК 582.261/296

### МОРФОЛОГИЯ И ТАКСОНОМИЯ РЕДКОГО ВИДА *NUPELA SILVAHERCYNIA* (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT (BACILLARIOPHYTA)

С. И. Генкал<sup>1,\*</sup>, С. Ф. Комулайнен<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, e-mail: \*genkal47@mail.ru

<sup>2</sup> Институт биологии Карельского научного центра РАН,  
185910 Петрозаводск, ул. Пушкинская

Поступила в редакцию 12.01.2023

С помощью сканирующей электронной микроскопии проведено изучение морфологических особенностей панциря диатомовой водоросли *Nupela silvahercynia*. Использован материал из оз. Пизанец (республика Карелия) и иконотека С.И. Генкала с изображением створок по водоемам и водотокам республики Карелии, полученных с помощью сканирующей электронной микроскопии. Сравнительный анализ количественных (длина и ширина створки, число штрихов и ареол в 10 мкм) и качественных (форма створки и центрального и осевого полей, расположение шва и штрихов) признаков показал сходство этого вида с *N. vitiosa*, что позволило свести к нему в синонимику *N. silvahercynia*. Новые данные позволили расширить диагноз и ареал *N. vitiosa*.

**Ключевые слова:** республика Карелия, озеро Пизанец, Bacillariophyta, *Nupela silvahercynia*, *N. vitiosa*, электронная микроскопия, морфология, таксономия, распространение.

DOI: 10.47021/0320-3557-2023-14-17

#### ВВЕДЕНИЕ

*Achnanthes silvahercynia* Lange-Bertalot был описан по материалам из Германии [Lange-Bertalot, Krammer, 1989] и позднее этот вид перевели в род *Nupela* – *N. silvahercynia* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot [Lange-Bertalot, Metzeltin, 1996]. Этот редкий вид известен из некоторых водоемов и водотоков Европы

[Krammer, Lange-Bertalot, 1991; Lange-Bertalot et al., 2017] и России [Генкал и др., 2011, 2015 (Genkal et al., 2011, 2015); Генкал, Габышев, 2020 (Genkal, Gabushev, 2020)].

Цель настоящего исследования – уточнить систематическое положение *Nupela silvahercynia*.

#### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Материалом послужили пробы микрофитобентоса и фитопланктона из оз. Пизанец (республика Карелия) собранные 2 августа 2020 г. Координаты географического центра озера: N 63°12,868', E 32°57,911'. Площадь озера 0.825 км<sup>2</sup>, длина – 5.7 км, средняя ширина – 145 м. Рельеф дна сложный; максимальная глубина в центральной части до 70 м. Литоральная зона практически отсутствует. Вода в озере слабominерализованная ( $\Sigma_{\text{ион}} = 8.5$  мг/л), гидрокарбонатного класса, группы кальция, слабокислая (pH = 6.1), с цветностью 65 градусов по Pt-Co шкале.

Озеро мезотрофное ( $P_{\text{общ}} = 16$  мкг/л); мезогумусное (гумусность = 15 ед.). Отмечена повышенная концентрация  $Fe_{\text{общ}}$  (0.18 мг/л), что является особенностью вод региона, а не показателем их загрязнения [Лозовик, 2013 (Lozovik, 2013)].

Также использовали негативы из иконотеки С.И. Генкала с изображением створок, определенных как *Nupela silvahercynia*, из водоемов и водотоков Карелии и Восточной Сибири полученные с помощью сканирующей электронной микроскопии [Генкал и др., 2011, 2015 (Genkal et al., 2011, 2015)].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Литературные и наши данные по длине створки соответствует первоописанию, однако по другим количественным признакам (ширина створки, число штрихов и ареол в 10 мкм) имеются отличия (см. таблицу). Качественные признаки (форма створки и центрального и осевого полей, расположение шва и штрихов) совпадают с диагнозом [Lange-Bertalot, Krammer, 1989].

*Nupela silvahercynia* имеет большое сходство с другим видом этого рода, который был описан раньше как *Navicula vitiosa* Schimanski [Schimanski, 1978] и затем переведен в род *Nupela* – *N. vitiosa* (Schimanski) Siver et Hamilton [Siver, Hamilton, 2005].

Диапазоны изменчивости количественных морфологических признаков исследованных видов рода *Nupela*

Variability ranges of quantitative morphological characters of the studied species of the genus *Nupela*

Длина створки, мкм Length of valve, µm	Ширина створки, мкм Width of valve, µm	Число штрихов в 10 мкм Number of striae in 10 µm	Число ареол в 10 мкм Number of areolae in 10 µm	Источник References
<i>N. silvahercynia</i>				
10–20	3–3.8	31–33	40*	Lange-Bertalot, Krammer, 1989 (как <i>Achnanthes silva-hercynia</i> )
10–20	3–3.8	31–33	40*	Krammer, Lange-Bertalot, 1991 (как <i>Achnanthes silva-hercynia</i> )
20.7	4.3	28		Генкал и др., 2011 (Genkal et al., 2011)
11.7–17.7	4.4–5.2	28–30(30–35)**	40–50***	Генкал и др., 2015 (Genkal et al., 2015)
10–20	3–3.8	31–33		Lange-Bertalot et al., 2017
14	4.5	35	40	Наши данные (оз. Большое Токо)
9–15.2	3.2–4	35–40	40–50	Наши данные (оз. Пизанец)
<i>N. vitiosa</i>				
10–16	3–4	35–40	~50	Schimanski, 1978 (как <i>Navicula vitiosa</i> )
6.5–15	2.7–3.6	35–40	~45	Potapova, 2010
7.4–17.2	3–4.3	38–43	36–62	Чудаев, Гололобова, 2016 (Chudaev, Gololobova, 2016)

**Примечание.** “\*” – согласно подсчетам на иллюстрациях, “\*\*\*” – согласно пересчетам на негативах, “\*\*\*\*” – согласно подсчетам на негативах.

**Note.** “\*” – by to the calculations in the illustrations, “\*\*\*” – by to the calculations on the negatives, “\*\*\*\*” – by to the calculations on the negatives.

Диапазоны количественных признаков этих видов перекрываются (см. таблицу). Согласно диагнозов качественные признаки (форма створки и центрального и осевого полей, расположение шва и штрихов) совпадают [Schimanski, 1978; Lange-Bertalot, Krammer, 1989]. В работе Potapova [2010] отмечено, что ареолы у *N. vitiosa* поперечно-эллиптические и с наружной стороны закрыты гименом. Однако, на иллюстрациях *N. vitiosa* на створках имеются ареолы как поперечно-эллиптические, так и круглой формы [Potapova, 2010; Чудаев, Гололобова, 2016 (Chudaev, Gololobova, 2016)], и аналогичная ситуация имеет место и у *Nupela vitiosa* [Schimanski, 1978], *Nupela silvahercynia* [Lange-Bertalot, Krammer, 1989; Lange-Bertalot, Metzeltin, 1996] и в нашем материале (см. рисунок). Что касается гимена с наружной поверхности ареол, то на приведенных СЭМ иллюстрациях створок *N. vitiosa* он отсутствует [Schimanski, 1978; Potapova, 2010; Чудаев, Гололобова, 2016 (Chudaev, Gololobova, 2016)], но на створках *Navicula vitiosa* заметно, что ареолы имеют кратерообразную форму [Schimanski, 1978], хорошо заметную и у *A. silvahercynia* [Lange-Bertalot, Metzeltin, 1996, Taf.118, Fig.1],

и в нашем материале (см. рисунок). Вышеприведенное свидетельствует о конспецифичности этих двух видов и с учетом принципа приоритета *Nupela silvahercynia* является синонимом *N. vitiosa*.

Наши и литературные данные показали более широкую изменчивость количественных признаков, что позволяет расширить диагноз вида.

*Nupela vitiosa* (Schimanski) Siver et Hamilton 2005 emend. Genkal (рис. 1).

Basionym: *Navicula vitiosa* Schimanski 1978, Nova Hedwigia 30:592, pl. 8: figs 1, 2.

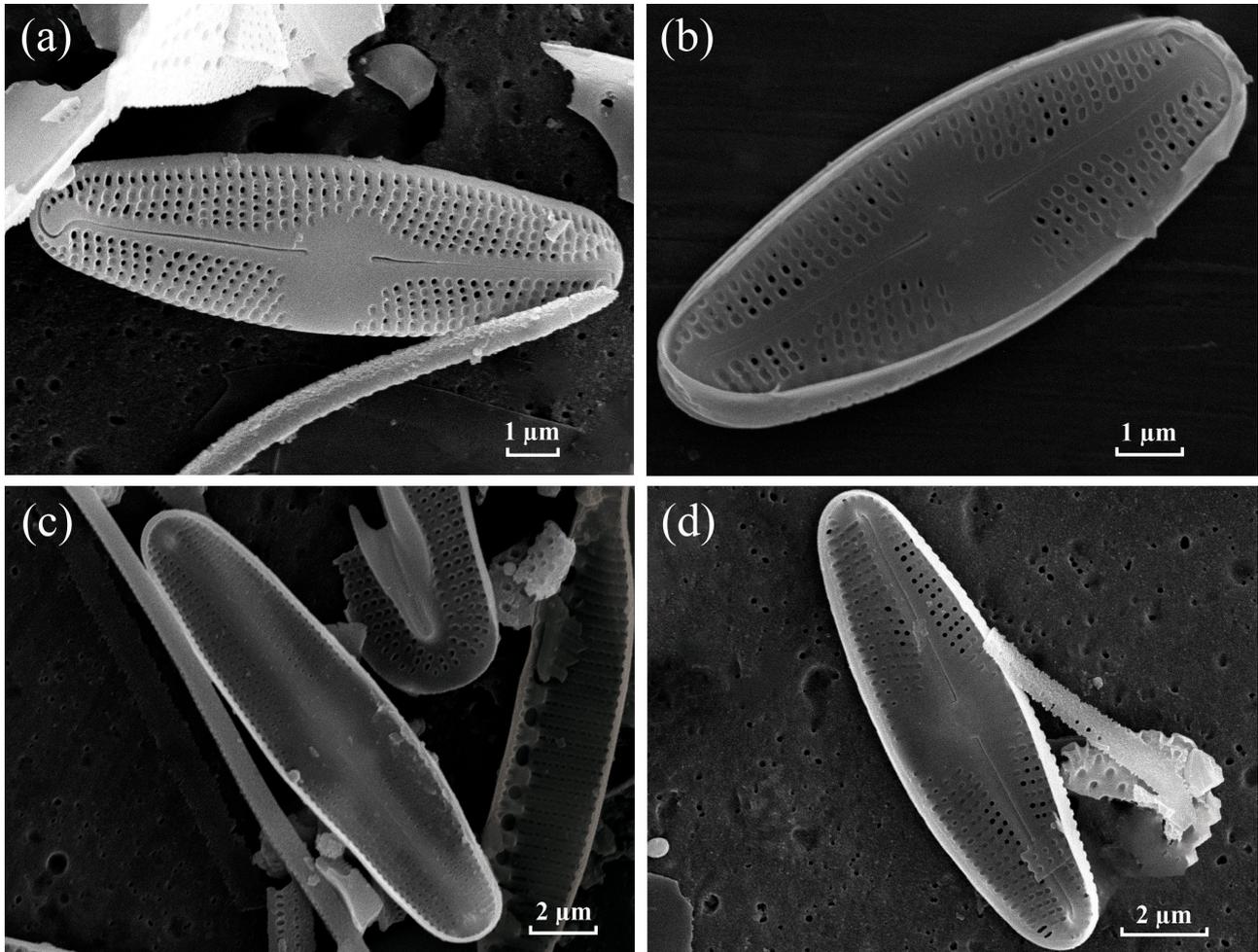
Synonyms: *Achnanthes silvahercynia* Lange-Bertalot 1989, Bibliotheca Diatomologica 18: 139, pl. 71: figs 30–37, pl. 73: figs 2–4; *Nupela silvahercynia* (Lange-Bertalot) Lange-Bertalot 1996, Iconographia Diatomologica 2: 97.

Створки линейно-эллиптически-ланцетные с округлыми, слегка оттянутыми концами. Длина створки 6–20.7 мкм, ширина створки 2.7–5.2 мкм. Осевой участок узколинейный. Центральное поле эллиптическое или округлое, обычно асимметрично расширено в одну сторону створки. Штрихи радиальные, на концах слабо сходящиеся, 28–43 в 10 мкм. Ареолы поперечно-эллиптические или круг-

лые, 36–62 в 10 мм. Шов нитевидный, прямой или очень слабо изогнутый, со слабо расширенными наружными проксимальными окончаниями, конечные щели загнуты в одну сторону.

По литературным данным *Nupela vitiosa* отмечена только в оз. Глубоком [Чудаев, Го-

лолобова, 2016 (Chudaev, Gololobova, 2016)]. С учетом того, что *N. silvaheerynia* сведена в синонимику к *N. vitiosa*, последний имеет более широкое распространение в России: Карелия [Генкал и др., 2015 (Genkal et al., 2015)], Восточная Сибирь [Генкал и др., 2011 (Genkal et al., 2011)].



**Рисунок.** Электронные микрофотографии створок *Nupela vitiosa* (СЭМ). а–b – створки с наружной поверхности; с–d – створка с внутренней поверхности.

**Figure.** Valves electron micrographs *Nupela vitiosa* (SEM). а–b – external view of the valve; с–d – internal view of the valve.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Анализ морфологических признаков *Nupela silvaheerynia* показал их сходство с *N. vitiosa*, что позволило свести

*N. silvaheerynia* в синонимику к последнему и расширить его диагноз.

#### ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания по темам № 121051100099-5 и 122031700452-3.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Генкал С.И., Бондаренко Н.А., Щур Л.А. Диатомовые водоросли озер юга и севера Восточной Сибири. Рыбинск: Рыбинский Дом печати. 2011. 72 с.
- Генкал С.И., Габышев В.А. Пеннатные диатомовые водоросли (Bacillariophyta, Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) оз. Большое Токо (южная Якутия) // Биология внутренних вод. 2020. № 3. С. 222–231. DOI: 10.31857/S0320965220030067
- Генкал С.И., Чекрыжева Т.А., Комулайнен С.Ф. Диатомовые водоросли водоемов и водотоков Карелии. М.: Научный мир, 2015. 202 с.
- Лозовик П.А. Геохимическая классификация поверхностных вод гумидной зоны на основе их кислотно-основного равновесия // Водные ресурсы. 2013. Т. 40. № 6. С. 583–592. DOI: 10.7868/S0321059613060072

- Чудаев Д.А., Гололобова М.А. Диатомовые водоросли озера Глубокого (Московская область). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 447 с
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1–4. // Süßwasserflora von Mitteleuropa, 1991. Band 2/4: Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena. S. 1–437.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. 2017. Schmitten-Oberreifenberg. 942 p.
- Lange-Bertalot H., Krammer K. *Achnanthes*, eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachträgen zu den Naviculaceae // Bibliotheca Diatomologica. 1989. Bd. 18. S. 1–393.
- Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativfür drei diverse Seen-Typen, kalkreich – oligodystroph – schwachgepuffertes Weichwasser // *Iconographica Diatomologica*. 1996. Vol. 2. S. 7–390.
- Potapova M. *Nupela vitiosa*. In *Diatoms of North America*. 2010. Retrieved January 07, 2023, from [https://diatoms.org/species/nupela\\_vitios](https://diatoms.org/species/nupela_vitios)
- Schimanski H. Beitrag zur Diatomeenflora des Frankenwaldes // *Nova Hedwigia*. 1978. Bd. 30. S. 557–634. <https://doi.org/10.1127/nova.hedwigia/30/1979/557>
- Siver P.A., Hamilton P.B. Observations on new and rare species of freshwater diatoms from Cape Cod, Massachusetts, USA // *Canadian Journal of Botany*. 2005. Vol. 83. P. 362–378. <https://doi.org/10.1139/b05-010>

#### REFERENCES

- Genkal S.I., Bondarenko N.A., Schur L.A. Diatoms of Lakes in the South and North of Eastern Siberia. Rybinsk, OJSC Rybinsk Printing House, 2011, 72 p. (In Russian)
- Genkal S.I., Gabyshev V.A. Diatoms (Bacillariophyta, Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) of Lake Bolshoye Toko (South Yakutia). *Inland Water Biology*, 2020, no. 3, pp. 222–231. (In Russian)
- Genkal S.I., Chekryzheva T.A., Komulaynen S.F. Diatom algae in waterbodies and watercourses of Karelia. Moscow, Scientific World, 2015, 202 p. (In Russian)
- Lozovik P.A. Geochemical classification of surface waters of the humid zone based on their acid-base equilibrium. *Vodnye resursy*, 2013, vol. 40, no. 6, pp. 583–592. (In Russian). doi: 10.7868/S0321059613060072
- Chudaev D.A., Gololobova M.A. Diatoms of Lake Glubokoe (Moscow Region). Moscow, Association of Scientific Publications KMK, 2016, 447 p. (In Russian)
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae 4. Teil: Achnantheaceae. Kritische Ergänzungen zu *Navicula* (Lineolatae) und *Gomphonema*. Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1–4. *Süßwasserflora von Mitteleuropa*, Gustav Fischer Verlag, Stuttgart, Jena, 1991, Bd. 2/4, pp. 1–437.
- Lange-Bertalot H., Hofmann G., Werum M., Cantonati M. Freshwater benthic diatoms of Central Europe. Schmitten-Oberreifenberg, 2017, 942 p.
- Lange-Bertalot H., Krammer K. *Achnanthes*, eine Monographie der Gattung mit Definition der Gattung *Cocconeis* und Nachträgen zu den Naviculaceae. *Bibliotheca Diatomologica*, 1989, Bd. 18, pp. 1–93.
- Lange-Bertalot H., Metzeltin D. Oligotrophie-Indikatoren. 800 Taxa repräsentativfür drei diverse Seen-Typen, kalkreich – oligodystroph – schwachgepuffertes Weichwasser. *Iconographica Diatomologica*, 1996, vol. 2, pp. 7–390.
- Potapova M. *Nupela vitiosa*. In *Diatoms of North America*. 2010. Retrieved January 07, 2023, from [https://diatoms.org/species/nupela\\_vitios](https://diatoms.org/species/nupela_vitios)
- Schimanski H. Beitrag zur Diatomeenflora des Frankenwaldes. *Nova Hedwigia*, 1978, Bd. 30, pp. 557–634. <https://doi.org/10.1127/nova.hedwigia/30/1979/557>
- Siver P.A., Hamilton P.B. Observations on new and rare species of freshwater diatoms from Cape Cod, Massachusetts, USA. *Canadian Journal of Botany*, 2005, vol. 83, pp. 362–378. <https://doi.org/10.1139/b05-010>

#### MORPHOLOGY AND TAXONOMY OF THE RARE SPECIES *NUPELA SILVAHERCYNIA* (LANGE-BERTALOT) LANGE-BERTALOT (BACILLARIOPHYTA)

S. I. Genkal<sup>1,\*</sup>, S. F. Komulaynen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences  
152742 Borok, Russia, e-mail: \*genkal@ibiw.ru

<sup>2</sup> Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences  
185910 Petrozavodsk, Russia

Revised 12.01.2023

This electron microscopy study was undertaken to investigate morphological features of the frustule of the diatom *Nupella silvahercynia*. Materials from Lake Pizanets (Republic of Karelia) and S.I. Genkal's iconotheca of scanning electron microscopy images of valves collected from Karelian water bodies and watercourses were used. A comparative analysis of quantitative (valve length and width, number of striae and areolae in 10 µm) and qualitative (shape of valve, central and axial areas, arrangement of raphe and striae) features showed the similarity of this species with *N. vitiosa*, which made it possible to reduce *N. silvahercynia* to synonymy of the latter. The new data also allowed us to expand the diagnosis and range of *N. vitiosa*.

**Keywords:** Republic of Karelia, Lake Pizanets, Bacillariophyta, *Nupella silvahercynia*, *N. vitiosa*, electron microscopy, morphology, taxonomy, distribution