

## **Новый вид *Bacillariophyta* из залива Кара-Богаз-Гол (Каспийское море, Туркменистан)**

**Булатов С.А.**

*Международный институт моделирования и прогнозирования развития морских и гипергалинных экосистем,*

*пос. Майданово, 18, 19, Клин, Московская обл. 141603, Россия*

*mimge\_rus@mail.ru; mimge2020@gmail.com*

Поступила в редакцию 11.03.2020. После доработки 16.04.2020

Подписана в печать 22.04.2020. Опубликовано 24.06.2020

### **Реферат**

Описан новый для науки вид диатомовой водоросли – *Brachysira carabogazgolensis* Bulatov sp. nov., обнаруженный в зоне смешения вод гипергалинного залива Кара-Богаз-Гол (восточная часть Каспийского моря). Это первое описание вида *Bacillariophyta* рода *Brachysira* Kützing, обитающего в водах с высоким содержанием солей (50%). Исследования проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа. Новый вид имеет створки 24,0–34,6 мкм дл., 6,6–7,9 мкм шир., штрихи радиальные, на концах створки параллельные, 26–28 в 10 мкм. В центральном поле имеются две хорошо выраженные стигмы. Сравнение с морфологически сходными видами показало, что *B. carabogazgolensis* sp. nov. имеет близкое морфологическое сходство с *B. vitrea* (Grunow) R.Ross, отличаясь формой створки, наличием двух стигм в границах центрального поля, числом штрихов на створке, а также экологией. В результате проведенных исследований список видов *Bacillariophyta* пополнился новым видом.

Ключевые слова: залив Кара-Богаз-Гол, Каспийское море, *Bacillariophyta*, *Brachysira carabogazgolensis* sp. nov., соленость, новый вид

### **Введение**

Залив Кара-Богаз-Гол является самым крупным естественным соленым водоемом морского происхождения, расположенным в восточной части Каспийского моря на территории Туркменистана. Он имеет гидравлическую связь с Каспийским морем через пролив Кара-Богаз-Гол, по кото-

рому воды Каспия в огромных количествах поступают в залив (Leroу et al., 2006). Площадь поверхности залива составляет почти 18 тыс. км<sup>2</sup>, уровень воды в нем на 28 м ниже уровня Каспийского моря. До перекрытия дамбой в 1980 г. площадь залива составляла 20 тыс. км<sup>2</sup>, а уровень воды был на 26 м ниже уровня Каспийского моря (Giralt et al., 2003). Соленость воды в период проведения исследований колебалась от 40 до 270‰, изменяясь в зависимости от сезона года и удаленности от береговой линии (Булатов, Шакирова, 2005).

Воды залива Кара-Богаз-Гол по классификации О.А. Алекина (1970) относятся к хлоридному классу. По преобладающему катиону вода в заливе имеет натриевую группу, а по соотношению ионов и катионов относится к типу II. По составу рассола залива в период после восстановления оттока морских вод из Каспийского моря в залив резко отличались от состава рассолов в условиях устоявшегося режима до перекрытия дамбой, а также от рассола, формировавшегося в период перекрытия залива Кара-Богаз-Гол. Средняя соленость в заливе колебалась от 148,0 до 221,2‰, но и эти показатели условные, они изменялись в зависимости от района, особенно в зоне смешения вод залива и Каспийского моря, где рассолы залива постоянно подвергались воздействию морских вод, колеблясь от 36 до 240‰.

Максимальные показатели солености в зоне смешения вод отмечались в 1998 и 2000 гг., составляя в среднем 126,0–177,0‰ и 47,3–177,3‰ соответственно. Максимальная концентрация солености составляла 250–270‰ и была характерна для прибрежной зоны залива в районе бухты Сартас и северо-западной части водоема. По сравнению с 1996 г. в 2001–2002 гг. соленость выросла почти на 5%, что свидетельствовало о продолжающемся ее росте. Наиболее стабильной соленостью отличалась пелагиаль залива Кара-Богаз-Гол, которая изменялась ежегодно не более чем на 0,8–1,5‰, составляя в среднем 223–255‰.

Формирование рассола в первые годы после разрушения дамбы было обусловлено в основном взаимодействием морской воды и разбавленного рассола с солевыми отложениями, образовавшимися в период высыхания залива. Поэтому в 1992–1995 гг. наблюдался резкий рост солености в заливе (Leroу et al., 2006). Начиная с 2000–2001 гг. процесс растворения солевых отложений практически закончился, концентрирование рассола происходило за счет испарения поступающей в залив морской воды. Сформировавшийся рассол оказал существенное влияние на состав и структуру альгоценозов залива Кара-Богаз-Гол, которые в основном состояли из форм каспийского происхождения.

Род *Brachysira* в Каспийском море представлен всего одним морским видом – *Brachysira aponina* Kützing, упоминавшимся ранее как *Caloneis savitschii* Karayeva (Караева, Гаджиева, 1975). Он отмечался в Среднем Каспии (у входа в залив Кара-Богаз-Гол) и в Южном Каспии (восточное побережье и о-в Огурчинский) (Караева, Гаджиева, 1975). В настоящее время название *C. savitschii* признано синонимом вида *B. aponina* (Round, Mann, 1981). В современной классификации род *Brachysira* насчитывает

почти 120 видов, два из них (*Brachysira estoniarum* Witkowski, Lange-Bertalot & Metzeltin и *B. aronina*) являются обитателями морских и солоноватых вод, остальные виды рода являются обитателями олиготрофных пресноводных водоемов (Lange-Bertalot, Moser, 1994; Shayler, Siver, 2004).

### Материалы и методы

Пробы *Bacillariophyta* отбирали в 2001 г. в прибрежной зоне смешения вод залива Кара-Богаз-Гол в районе с координатами 41°06'43"N – 52°54'32"E (см. рисунок).

Образцы отбирали с помощью планктонной сетки (диаметр входного отверстия 50 см, размер ячейки 40 мкм), сливали в пластиковые емкости объемом 1 л, фиксировали 1-2 мл 40%-го раствора формалина. Клетки концентрировали методом центрифугирования (Clark, 1956) и освобождали от органического содержимого способом сжигания концентрированными минеральными кислотами (серной кислотой) (Забелина и др., 1951; Водоросли, 1989).

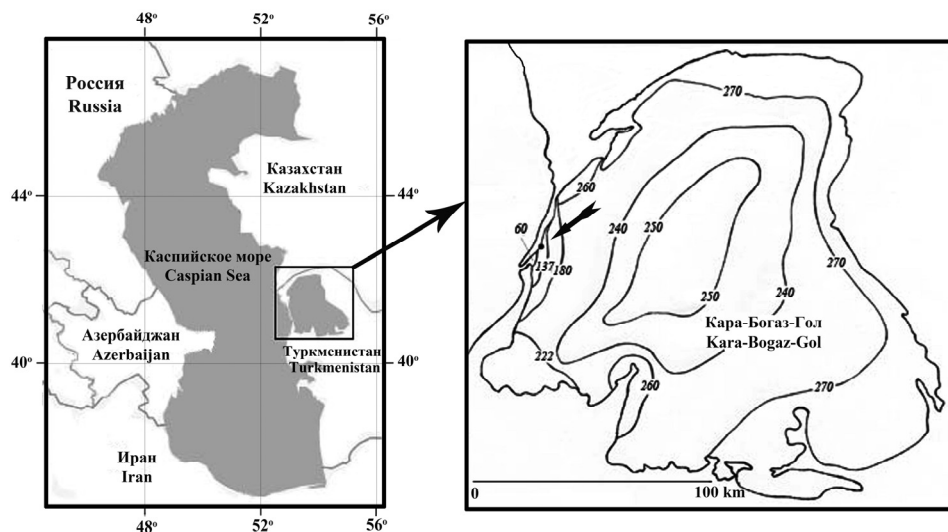


Рисунок. Карта-схема расположения залива Кара-Богаз-Гол с указанием солености в его акватории согласно литературным данным 2000–2001 гг. (Булатов, Шакирова, 2005), а также расположение станции отбора проб *Bacillariophyta* в зоне смешения вод (показано стрелкой)

Исследование проводили с помощью сканирующего электронного микроскопа (СЭМ) марки JOOL JSM-25S Scanning Microscope (Япония) на базе Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (пос. Борок, Ярославская обл., Россия). Препараты напыляли золотом с помощью установки марки Eico IB 3 ion coater (Япония). Для съемки использовали фотопленку марки Kodak T-MAX' 1114 100/120 PRO. Для изучения створок изготавливали постоянные препараты, створки

заклучали в специальную твердую среду – плевракс (Забелина и др., 1951). Препараты исследовали с помощью светового микроскопа марки PZO (Польша) при увеличении от 400х до 1000х.

### Результаты и обсуждение

Проведенные исследования позволили описать новый для науки вид *Bacillariophyta* рода *Brachysira*, обитание которого приурочено к гипергалинным водам.

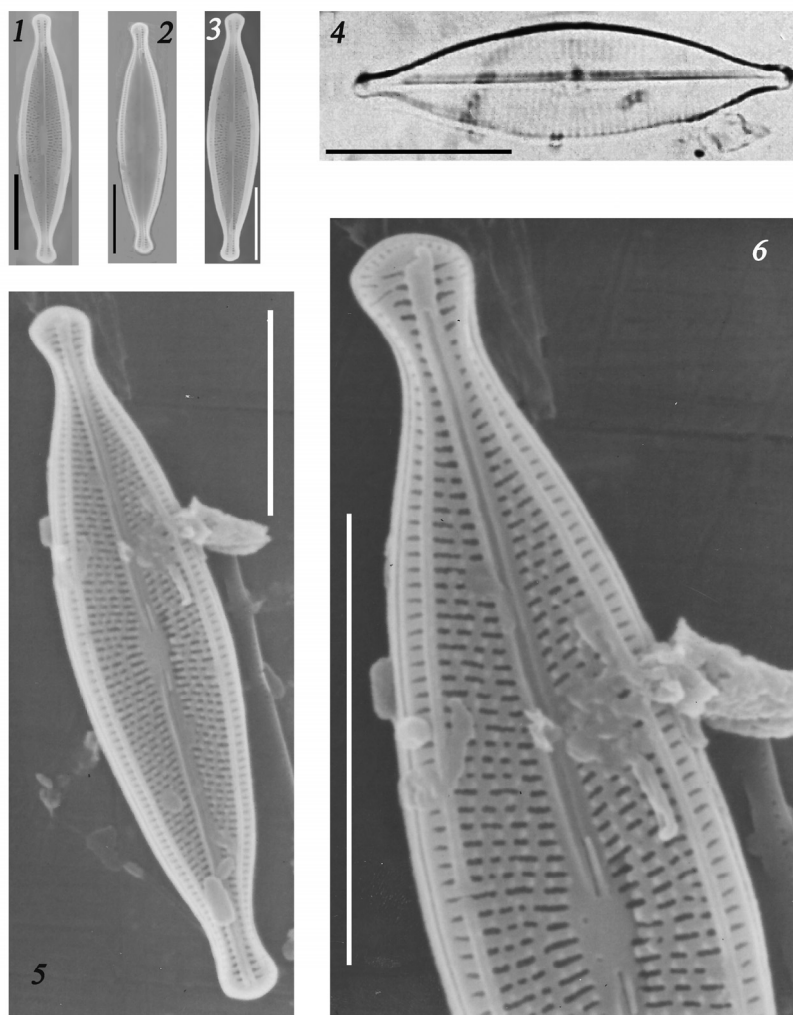


Таблица. *Brachysira carabogazgolensis* Bulatov sp. nov.: 1–5 – вид со стороны створки; 6 – структура створки, вид структуры центральной части створки со стигмами. Масштаб: 1–4 – 10 мкм (СМ); 5, 6 – 10 мкм (СЭМ)

*Brachysira carabogazgolensis* Bulatov sp. nov. (Таблица, 1–6).

Створки ланцетные, сужающиеся к концам. Концы оттянутые, головчатые, выпуклости противоположных концов створок придают им сигмоидный вид (Таблица, 1–5). Наружная поверхность створки покрыта беспорядочно разбросанными кремнеземными «бородавками». Створки 24,0–34,6 мкм дл., 6,6–7,9 мкм шир. ( $n = 11$  створок). Шов прямой, ближе к концам створки изогнутый в сторону, располагается между двумя толстыми ребрами, центральные и дистальные концы шва прямые. Дистальные концы шва не заходят на загиб створки. Осевое поле узкое, хорошо видимое в центральной части створки, почти незаметное ближе к ее концам. Центральное поле створки овальное, ближе к краю центрального поля расположены две стигмы<sup>1</sup> (Таблица, 4, 6). Штрихи различной длины, в центральной части створки сильно радиальные, ближе к концам створки – радиальные, на концах – параллельные. Штрихи состоят из поперечно вытянутых ареол различной длины, встречаются круглые ареолы. Большая часть штрихов в центре створки состоит из 4–5, реже 3 ареол различной длины, ближе к концам створки штрихи состоят из 1–2 вытянутых ареол. Штрихов на створке 26–28 в 10 мкм, они разделены на ареолы продольными извилистыми гиалиновыми линиями, сильно разветвляющимися в центральной части створки, причем, гиалиновые линии местами прерываются длинными поперечно вытянутыми ареолами. Штрихи на створке грубее тех, что расположены на загибе створки. Вдоль краев створки проходят грубые кремнеземные ребра, отделяющие лицевую поверхность створки от загиба.

**Г о л о т и п:** Слайды № 0135 и № 0136, находятся в коллекции С.А. Булатова, Международный институт моделирования и прогнозирования развития морских и гипергалинных экосистем (г. Клин, Московская обл., Россия).

**Т и п о в о е м е с т о н а х о ж д е н и е:** залив Кара-Богаз-Гол (Каспийское море).

**Э т и м о л о г и я:** эпитет «*carabogazgolensis*» свидетельствует о местообитании нового вида.

**Р а с п р о с т р а н е н и е:** галофил, отмечен при солености воды 50‰ в зоне смещения вод залива Кара-Богаз-Гол (координаты 41°06'43"N – 52°54'32"E). Редкий вид. Возможно, эндемик Каспийского моря.

**П р и м е ч а н и е.** По форме и размерам створки *B. carabogazgolensis* близок к *Brachysira vitrea* (Grunow) R.Ross, отличаясь от последнего наличием двух стигм в центральном поле, более стройной формой створки и меньшим числом штрихов на ней, число которых у *B. vitrea* составляет 30–37 в 10 мкм (Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Kirs M., 1995; Hofmann et al., 2011; Xu et al., 2016; Kennedy, Allott, 2017). В отличие от галофильной *B. carabogazgolensis* *B. vitrea* предпочитает олиготрофные пресноводные водоемы (Round, Mann, 1981; Krammer, Lange-Bertalot, 1986; Lange-Bertalot, Moser, 1994; Kirs M., 1995; Luis et al., 2011; Kennedy, Allott, 2017).

<sup>1</sup> Понятие «стигма» приводится по Гогореву и др. (2018).

### Заключение

В результате исследования водорослей в зоне смешения вод гипергалинного залива Кара-Богаз-Гол список ранее известных диатомовых водорослей пополнился видом *Brachysira carabogazgolensis* sp. nov. В дальнейшем следует продолжить изучение диатомей этого уникального гипергалинного водоема.

Автор выражает искреннюю благодарность Сюзанн А.Г. Лерой (Марсельский университет, Министерство культуры Франции) за помощь при подготовке статьи, а также профессору, диатомологу Дэвиду Мэнну (Департамент криптогамных растений и грибов, Королевский ботанический сад Эдинбурга, Шотландия) за помощь в идентификации видов рода *Brachysira*.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алекин О.А. 1970. *Основы гидрохимии*. Л.: Гидрометеиздат. 444 с.
- Булатов С.А., Шакирова Ф.М. 2005. Современное состояние популяции *Artemia* sp. (*Crustacea, Branchopoda*) залива Кара-Богаз-Гол и перспективы её рационального использования. *Selevinia*: 123–128.
- Водоросли: Справочник*. 1989. Под общ. ред. С.П. Вассера. Киев: Наук. думка. 608 с.
- Гогорев Р.М., Чудаев Д.А., Степанова В.А., Куликовский М.С. 2018. Русский и английский терминологический словарь по морфологии диатомовых водорослей. *Новости системат. низш. раст.* 52(2): 265–309.
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Шешукова В.С. 1951. *Определитель пресноводных водорослей СССР: Диатомовые водоросли*. Вып. 4. М.: Сов. наука. 618 с.
- Караева Н.И., Гаджиева М.А. 1975. Новые данные к изучению диатомовых водорослей Каспийского моря. I. *Новости системат. низш. раст.* 12: 123–129.
- Clark W.J. 1956. *An evaluation of methods of concentrating and counting the phytoplankton of Lake Bear*. Thesis Master Sci. Utah. 51 p.
- Giralt S., Julià R., Leroy S., Gasse F. 2003. Cyclic water level oscillations of the Kara-Bogaz-Gol – Caspian Sea system. *Earth and Plan. Sci. Lett.* 212(1–2): 225–239.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. *Diatomeen im Süßwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Königstein: Köeltz Sci. Books. 908 p.
- Kennedy B., Allott N. 2017. A review of the genus *Brachysira* in Ireland with the description of *Brachysira praegeri* and *Brachysira conamarae*, new raphid diatoms (*Bacillariophyceae*) from high status waterbodies. *Phytotaxa*. 326(1): 1–27.
- Kirs M. 1995. *Taxonomy of the genus Brachysira (Bacillariophyta) in the British Isles*. Edinburgh: Roy. Bot. Garden. 114 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophytae. Teil 1. Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/1. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag. 876 p.
- Lange-Bertalot H., Moser G. 1994. *Brachysira*. Monographie der Gattung und *Naviculadicta* nov. gen. *Bibl. Diatomol.* 29: 1–212.

- Leroy S.A.G., Marret F., Giralt S., Bulatov S.A. 2006. Natural and anthropogenic rapid changes in the Kara-Bogaz-Gol over the two centuries reconstructed from palynological analyses and a comparison to instrumental records. *Quarter. Int.* 150(1): 52–70.
- Luis A.T., Teixeira P., Almeida S.F.P., Matos J.X., Ferreira da Silva E. 2011. Environmental impact of mining activities in the Lousal area (Portugal): Chemical and diatom characterization of metal-contaminated stream sediments and surface water of Corona stream. *Sci. Total Environ.* 409(20): 4312–4325.
- Round F.E., Mann D.G. 1981. The Diatom Genus *Brachysira* I. Typification and Separation from *Anomoeoneis*. *Arch. Protistenk.* 124: 221–231.
- Shayler H.A., Siver P.A. 2004. Description of a new species of the diatom genus *Brachysira* (*Bacillariophyta*), *Brachysira gravida* sp. nov. from the Ocala National Forest, Florida, U.S.A. *Nova Hedw.* 78: 399–409.
- Xu X., Zhang W., Wang B., Wang L. 2016. Preliminary study on *Brachysira* (diatom) from Lake Selincuo in Tibet, China. *J. Shang. Ocean Univ.* 25(6): 831–838.

Подписал в печать С.П. Вассер

## REFERENCES

- Alekin O.A. 1970. *The basics of hydrochemistry*. Leningrad: Gidrometeoizdat Press. 444 p. [Rus.]
- Algae: Reference Book*. 1989. Eds S.P. Wasser. Kiev: Naukova Dumka. 608 p. [Rus.]
- Bulatov S.A., Shakirova F.M. 2005. The present state of *Artemia* sp. (*Crustacea, Branchiopoda*) population in Kara-Bogaz-Gol bay and perspectives of its rational use. *Selevinia*: 123–128.
- Clark W.J. 1956. *An evaluation of methods of concentrating and counting the phytoplankton of Lake Bear*: Thesis Master Sci. Utah. 51 p.
- Giralt S., Julià R., Leroy S., Gasse F. 2003. Cyclic water level oscillations of the Kara-Bogaz-Gol – Caspian Sea system. *Earth and Plan. Sci. Lett.* 212(1–2): 225–239.
- Gogorev R.M., Chudaev D.A., Stepanova V.A., Kulikovskiy M.S. 2018. Russian and English terminological glossary on morphology of diatoms. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii.* 52(2): 265–309.
- Hofmann G., Werum M., Lange-Bertalot H. 2011. *Diatomeen im Sübwasser-Benthos von Mitteleuropa*. Königstein: Koeltz Sci. Books. 908 p.
- Karaeva N.I., Gadzhieva M.A. 1975. New data for the study of diatoms of the Caspian Sea. I. *Novosti sistematiki nizshikh rastenii.* 12: 123–129.
- Kennedy B., Allott N. 2017. A review of the genus *Brachysira* in Ireland with the description of *Brachysira praegeri* and *Brachysira conamarae*, new raphid diatoms (*Bacillariophyceae*) from high status waterbodies. *Phytotaxa.* 326(1): 1–27.
- Kirs M. 1995. *Taxonomy of the genus Brachysira (Bacillariophyta) in the British Isles*. Edinburgh: Roy. Bot. Garden. 114 p.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986. *Bacillariophytae. Teil 1. Naviculaceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa*. Bd 2/1. Jena: VEB Gustav Fischer Verlag. 876 p.
- Lange-Bertalot H., Moser G. 1994. *Brachysira*. Monographie der Gattung und *Naviculadicta* nov. gen. *Bibl. Diatomol.* 29: 1–212.

- Leroy S.A.G., Marret F., Giralt S., Bulatov S.A. 2006. Natural and anthropogenic rapid changes in the Kara-Bogaz-Gol over the two centuries reconstructed from palynological analyses and a comparison to instrumental records. *Quarter. Int.* 150(1): 52–70.
- Luis A.T., Teixeira P., Almeida S.F.P., Matos J.X., Ferreira da Silva E. 2011. Environmental impact of mining activities in the Lousal area (Portugal): Chemical and diatom characterization of metal-contaminated stream sediments and surface water of Corona stream. *Sci. Total Environ.* 409(20): 4312–4325.
- Round F.E., Mann D.G. 1981. The Diatom Genus *Brachysira* I. Typification and Separation from *Anomoeoneis*. *Arch. Protistenk.* 124: 221–231.
- Shayler H.A., Siver P.A. 2004. Description of a new species of the diatom genus *Brachysira* (*Bacillariophyta*), *Brachysira gravida* sp. nov. from the Ocala National Forest, Florida, U.S.A. *Nova Hedw.* 78: 399–409.
- Xu X., Zhang W., Wang B., Wang L. 2016. Preliminary study on *Brachysira* (diatom) from Lake Selincuo in Tibet, China. *J. Shang. Ocean Univ.* 25(6): 831–838.
- Zabelina M.M., Kiselev I.A., Proshkina-Lavrenko A.I., Sheshukova V.S. 1951. *Identification book of freshwater algae of the USSR: Diatoms*. Issue 4. Moscow: Sov. nauka. 618 p. [Rus.]

*Bulatov S.A.*

International Institute for Modeling and Forecasting the Development of Marine and Hypersaline Ecosystems LLC,  
18, 19 Maidanovo, Klin City, Moscow Region 141603, Russia

#### **A new species of the *Bacillariophyta* from the Kara-Bogaz-Gol Bay (Caspian Sea, Turkmenistan)**

Electron microscopic studies made it possible to describe a new species of diatom for science – *Brachysira carabogazgolensis* Bulatov sp. nov. (*Bacillariophyta*) from the mixing zone of the waters of the Kara-Bogaz-Gol hypersaline bay (eastern part of the Caspian Sea). This new species has the following characteristics: the length of the valves is 24.0–34.6  $\mu\text{m}$ , the width is 6.6–7.9  $\mu\text{m}$ , the striae are radial, parallel at the ends of the valve, 26–28 in 10  $\mu\text{m}$ . In the central area, there are two distinct stigmas. For the first time a description of the genus *Brachysira* Kützing species living in waters with a high salt content of 50‰ is given. Comparison with morphologically similar species showed that *B. carabogazgolensis* sp. nov. basically has a close morphological similarity to *B. vitrea* (Grunow) R.Ross, differing from it in: the form of the valve, the presence of two stigmas within the boundaries of the central area, the number of striae on the valve and its ecology.

**Key words:** Kara-Bogaz-Gol Bay, Caspian Sea, *Bacillariophyta*, *Brachysira carabogazgolensis* sp. nov., salinity, new species