

ГЕРАСИМЮК В.П. (http://index.petrus.ru/registr_orcid.php)

Одеський національний університет імені І.І. Мечникова,
кафедра ботаніки, фізіології рослин та садово-паркового господарства,
вул. Дворянська, 2, Одеса 65026, Україна
gerasimyuk2007@ukr.net

АЛЬГОЛОГІЧНІ ДОСЛІДЖЕННЯ МІКРОФІТОБЕНТОСУ ПІВНІЧНО-ЗАХІДНОЇ ЧАСТИНИ ЧОРНОГО МОРЯ

Реферат. Проведено критико-систематичну ревізію видового складу мікрофітобентосу північно-західної частини Чорного моря. Проаналізовано матеріали за тривалий період досліджень цих водоростей (1980–2021 рр.), а також ретроспективні дані. Загалом у даній частині Чорного моря знайдено 524 види мікрофітобентосу, які входять до 185 родів, 99 родин, 53 порядків, 12 класів, 8 відділів, 4 царств і 2 імперій (доменів). Серед них ідентифіковано 413 видів *Bacillariophyta*, 57 – *Cyanoprokaryota*, 27 – *Chlorophyta*, 16 – *Miozoa*, 4 – *Euglenozoa*, 4 – *Ochrophyta*, 2 – *Haptophyta* та 1 вид *Charophyta*. Для акваторії північно-західної частини моря наведено 9 нових видів мікроскопічних водоростей, для акваторії Чорного моря – 8 (*Rhabdogloea smithii* (R. et F. Chodat) Komárek, *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komárek, *Calothrix nidulans* Setchell et N.L. Gardner, *Fallacia nummularia* (Grev.) D.G. Mann, *Amphora kujalnitzkensis* (Gusl. et V. Gerasimyuk) V. Gerasimyuk, *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills, *Geissleria ignota* (Krasske) Lange-Bert. et Metzeltin, *Euglena satelles* Brasl.-Spect.). Рідкісними таксонами для північно-західної частини Чорного моря є 15 видів. У зв'язку з ревізією видового складу флори Чорного моря запропоновано 7 нових таксономічних комбінацій мікроскопічних водоростей.

Ключові слова: мікрофітобентос, водорості, вид, північно-західна частина, Чорне море

Вступ

Мікрофітобентос відіграє значну роль в екосистемі північно-західної частини Чорного моря. Він є джерелом багатьох органічних речовин, виділяє кисень, поглинає вуглекислий газ, мінеральні добрива, детергенти, солі важких металів, нафтопродукти та радіонуклеїди. Це необхідний елемент

Надійшла до редакції 16.03.2023. Після доопрацювання 27.03.2023. Підписана до друку 31.03.2023.
Опублікована 20.06.2023

Ц и т у в а н н я : Герасимюк В.П. 2023. Альгологічні дослідження мікрофітобентосу північно-західної частини Чорного моря. *Альгологія*. 33(2): 127–146. <https://doi.org/10.15407/alg33.02.127>

живлення багатьох гідробіонтів (інфузорій, ракоподібних, червів, моллюсків і риб). Деякі водорості в минулому брали участь у побудові геологічних порід (графітів, діатомітів, доломітів, крейди), лікувальних грязей і навіть нафти, вони є ефективними стабілізаторами мулу та піску (*The diatoms...*, 1974; *Algae*, 1989; *Algae of Ukraine...*, 2006, 2009, 2011, 2014; Gerasimyuk et al., 2020; та ін.).

Північно-західна частина Чорного моря в альгологічному відношенні вивчена достатньо повно. Мікроскопічні водорості бентосу Чорного моря вже понад 150 років привертають увагу дослідників.

Вивченню мікрофітобентосу присвячено багато робіт (Plutenko, 1872; Merezhkovskiy, 1902–1903; Solianik, 1959; Proshkina-Lavrenko, 1963; Bodeanu, 1979; Gusliakov, 1981, 2002; Gusliakov, Gerasimyuk, 1983, 1984, 1987; Gusliakov et al., 1992, 1994; Gerasimyuk, Tarasova, 2000; Gerasimyuk, Kirilina, 2001; Gerasimyuk, 2004, 2005, 2006, 2011, 2016, 2018; *North-western...*, 2006; Riabushko, 2006; Rachinska, Kostylov, 2006; Nikonova, 2010; Tkachenko et al., 2011; Garkusha et al., 2012; Nevrova et al., 2015; Snigireva, Kovaleva, 2015; Tkachenko, Gerasimyuk, 2020; Nevrova, 2022; та ін.). Проте узагальнюючої роботи з мікрофітобентосу північно-західної частини Чорного моря, в якій би порушувалися питання сучасної систематики, екології та біогеографії мікрофітів, на жаль, ще немає.

Метою даної роботи було проведення ревізії видового складу мікрофітобентосу північно-західної частини Чорного моря.

Матеріали та методи

Матеріалом для досліджень слугували зразки водоростей, зібраних в північно-західній частині Чорного моря (Джарилгацькій, Каркінітській, Одеській, Тендрівській і Ягорлицькій затоках, в акваторії біля о. Зміїний, на Григор'ївському, Терновському та Сергіївському родовищах піску, біля гирл річок Барабой, Дунай, Південний Буг, біля Кароліно-Бугазької, Будацької та Кінбурнської кіс) у період 1980–2021 рр. Крім того, були оброблені зразки водоростей, відібраних на глибині від 9 до 100 м під час науково-дослідницьких експедицій, організованих Українським науково-дослідним інститутом екології моря. Для відбору проб на глибоководних ділянках водойм використовували драги, донні черпаки Петерсена та мікробентометри, були задіяні також моторні човни та катери.

Зразки відбирали в обростаннях макрофітів, каміння, стулок мідій, панцирів рапан, на мулистих і піщаних ґрунтах, а також в обростаннях бетонних споруд, скляних пластин та інших штучних субстратів. Усього зібрано, визначено й опрацьовано 1256 проб на 45 станціях, виготовлено 1256 тимчасових і 800 постійних препаратів. Проби збирали за загальноприйнятими методиками (*Diatom analysis...*, 1949–1950; *The diatoms...*, 1974; *Algae*, 1989; Nevrova et al., 2015).

Екологічні угруповання вивчали на різних субстратах: на сланях водоростей-макрофітів, на корінні, стеблах і листях вищих водних рослин (епіфітон), на поверхні каміння (епілітон), на піщаних (псамон) і мулових (епіпелон) ґрунтах, у товщі льоду (кріофітон).

Водночас з відбором проб вимірювали температуру води, піску, рН і солоність води, визначали також колір піску. Температуру води та піску вимірювали за допомогою термометра, солоність визначали з використанням ареометра, рН води із застосуванням іономіра I-130 М. Для визначення кольору субстратів використовували шкалу кольорів (Bondartsev, 1954). В лабораторних умовах досліджували гранулометричний склад ґрунту, відбраного на кожній станції за методикою, запропонованою Н.М. Страховим (Strakhov, 1953).

Екологічні особливості водоростей визначали за допомогою літературних джерел (*The key to freshwater algae of Ukraine*, 1938–1993; Proshkina-Lavrenko, 1963; Makarova, 1988; Algae, 1989; Gusliakov et al., 1992; *Algae of Ukraine*, 2006, 2009, 2011, 2014; Barinova et al., 2019; Gerasimyuk et al., 2020; та ін.). Сапробіологічний аналіз проводили за уніфікованими методами дослідження якості вод, прийнятими СЕВ, сапробний індекс вираховували за методом Пантле-Бука (Sladeczek, 1967; Makrushin, 1974; Barinova et al., 2019).

Видовий склад мікроводоростей визначали з використанням визначників, атласів і монографій вітчизняних й зарубіжних авторів: Kosinskaya, 1948; Proshkina-Lavrenko, 1963; Kondratyeva, 1968; Makarova, 1988; Tsarenko, 1990; Gusliakov et al., 1992; Gerasimyuk et al., 2020; *The key to freshwater algae of Ukraine*, 1938–1993; *Diatom analysis*, 1949–1950; *The diatoms of the USSR*, 1974, 1988, 2002; Schmidt, 1874–1959; Hustedt, 1927–1930, 1931–1959, 1961–1966; Cleve-Euler, 1951–1955; Patrick, Reimer, 1966; Foged, 1973; Hindák et al., 1975; Starmach, 1985; Krammer, Lange-Bertalot, 1986–2001; Witkowski et al., 2000; та ін.

Мікроскопічні водорості вивчали за допомогою світлової (XSP-104, PZO, Ergaval) та скануючої електронної (ISM-25 S, ISM-35 S, ISM-6060LA) мікроскопії. Назви мікроводоростей приведено згідно *AlgaeBase* (Guiry, Guiry, 2023), з урахуванням робіт: Van Landingham, 1967–1979; *Algae...*, 2006, 2009, 2011, 2014; та ін.).

Результати та обговорення

У даній роботі за основу була прийнята класифікація водоростей, представлена в *AlgaeBase* (Guiry, Guiry, 2023), з урахуванням останніх відомостей у систематиці та доповненнями інших авторів (*Algae...*, 2006, 2009, 2011, 2014; Nevrova et al., 2015; Gerasimyuk et al., 2020; та ін.).

Загалом у північно-західній частині Чорного моря знайдено 524 види мікрофітів, які входять до складу 185 родів, 99 родин, 53 порядків, 12 класів, 8 відділів, 4 царств і 2 імперій (табл. 1 (список водоростей), табл. 2).

Серед них ідентифіковано 413 видів діатомових, 57 ціанопрокаріот, 27 зелених, 16 динофлагелят, 4 евгленових, 4 охрофітових, 2 гаптофітових і 1 вид харових водоростей (див. табл. 1, електронний додаток*). Знайдені водорості відносяться до 4 царств: *Eubacteria* (57), *Chromista* (435), *Plantae* (28) і *Protozoa* (4) та 2 імперій: *Prokaryota* (57 видів) і *Eukaryota* (467). У мікрофітобентосі переважали представники відділу *Bacillariophyta* (413 видів), серед них найбільш різноманітними були види класів *Bacillariophyceae* (351 вид), *Mediophyceae* (36) і *Coccosinodiscophyceae* (26). Головну роль у цьому екологічному угрупованні відігравали види порядків *Naviculales* (109 видів), *Bacillariales* (51), *Thalassiosiphales* (44), *Cocconeidales* (33), *Licmophorales* (21), *Cymbellales* (21), *Mastogloiales* (21) та *Surirellales* (18).

Друге місце посідали ціанобактерії, а саме клас *Cyanophyceae* (57 видів), третє – представники зелених водоростей (27 видів).

Панівне місце у мікрофітобентосі займали родини: *Bacillariaceae* (51 вид), *Catenulaceae* (44), *Naviculaceae* (39), *Cocconeidaceae* (23), *Diploneidaceae* (19), *Surirellaceae* (15), *Mastogloiaceae* (15), *Oscillatoriaceae* (13), *Scenedesmaceae* (12) та *Amphipleuraceae* (11). При цьому загальна кількість видів, які входять до 10 провідних родин, становила 242 види, або 46,2% загальної кількості видів, відомих для Чорного моря (табл. 3).

Значний внесок у таксономічне різноманіття альгофлори Чорного моря зробили представники родів *Amphora* Ehrenb. (34 види), *Nitzschia* Hass. (32), *Navicula* Bory (25), *Cocconeis* Ehrenb. (20), *Diploneis* Ehrenb. (19), *Mastogloia* Thwaites ex W. Smith (15), *Licmophora* C. Agardh (10) і *Halamphora* (Cleve) Levkov (10).

Вперше для північно-західної частини Чорного моря наведені такі види мікроскопічних водоростей: *Rhabdogloea smithii* (R. et F. Chodat) Komárek, *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komárek, *Oscillatoria funiformis* (Vouk) Komárek, *Calothrix nidulans* Setchell et N.L. Gardner, *Amphora kujalnitzkensis* (Gusl. et V. Gerasimyuk) V. Gerasimyuk, *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills, *P. trevelyana* (Donkin) Rabenh., *Caloneis molaris* (Grunow) Krammer, *Hantzschia marina* (Donkin) Grunow, *Euglena satelles* Brasl.-Spect. (Табл. I–VI).

* Див. електронний додаток до статті на сайті журналу: <https://doi.org/10.15407/alg33.02.127>

Таблиця 2. Таксономічний склад водоростей бентосу північно-західної частини Чорного моря

Таксон			Кількість				
Імперія	Царство	Відділ	класів	порядків	родин	родів	видів
<i>Prokaryota</i>	<i>Eubacteria</i>	<i>Cyanoprokaryota</i>	1	6	16	28	57
<i>Eukaryota</i>	<i>Chromista</i>	<i>Ochrophyta</i>	2	3	3	4	4
		<i>Miozoa</i>	1	5	7	9	16
		<i>Haptophyta</i>	1	2	2	2	2
		<i>Bacillariophyta</i>	3	31	61	123	413
	<i>Protozoa</i>	<i>Euglenozoa</i>	1	1	2	2	4
	<i>Plantae</i>	<i>Chlorophyta</i>	2	4	7	20	27
		<i>Charophyta</i>	1	1	1	1	1
Загалом	4	8	12	53	99	189	524

Таблиця 3. Провідні родини мікрофітобентосу північно-західної частини Чорного моря

Місце	Родина	Кількість видів, од.	Відсоток загальної кількості видів, %
1	<i>Bacillariaceae</i>	51	9,7
2	<i>Catenulaceae</i>	44	8,4
3	<i>Naviculaceae</i>	39	7,4
4	<i>Cocconeidaceae</i>	23	4,4
5	<i>Diploneidaceae</i>	19	3,6
6, 7	<i>Surirellaceae</i>	15	2,9
6, 7	<i>Mastogloiaceae</i>	15	2,9
8	<i>Oscillatoriaceae</i>	13	2,5
9	<i>Scenedesmaceae</i>	12	2,3
10	<i>Amphipleuraceae</i>	11	2,1
Загалом	10	242	46,2

Значний внесок у таксономічне різноманіття альгофлори Чорного моря зробили представники родів *Amphora* Ehrenb. (34 види), *Nitzschia* Hass. (32), *Navicula* Bory (25), *Cocconeis* Ehrenb. (20), *Diploneis* Ehrenb. (19), *Mastogloia* Thwaites ex W. Smith (15), *Licmophora* C. Agardh (10) і *Halamphora* (Cleve) Levkov (10).

Вперше для північно-західної частини Чорного моря наведені такі види мікроскопічних водоростей: *Rhabdogloea smithii* (R. et F. Chodat) Komárek, *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komárek, *Oscillatoria funiformis* (Vouk) Komárek, *Calothrix nidulans* Setchell et N.L. Gardner, *Amphora kujalnitzkensis* (Gusl. et V. Gerasimyuk) V. Gerasimyuk, *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills, *P. trevelyana* (Donkin) Rabenh., *Caloneis molaris* (Grunow) Krammer, *Hantzschia marina* (Donkin) Grunow, *Euglena satelles* Brasl.-Spect. (Табл. I–VI). Для акваторії Чорного моря вперше представлені: *Rhabdogloea smithii*, *Cyanothece aeruginosa*, *Calothrix nidulans*, *Fallacia nummularia* (Grev.) D.G. Mann, *Amphora kujalnitzkensis*, *Pinnularia brauniana*, *Geissleria ignota* (Krasske) Lange-Bert. et Metzeltin, *Euglena satelles* (8 видів).

Рідкісними знахідками діатомових водоростей для північно-західної частини Чорного моря виявилися: *Bacteriastrum hyalinum* Lauder, *Amphitetras antediluviana* Ehrenb., *Climacosphenia moniligera* (Ehrenb.) Ehrenb., *Pseudostaurosira naveana* (R. Le Cohu) E.A. Morales et M.B. Edlund, *Thalassiothrix longissima* Cleve et Grunow, *Brebissonia lanceolata* (C. Agardh) R.K. Mahoney et Reimer, *Planothidium dispar* (Cleve) A. Witkowski, *Anorthoneis hummii* Hust., *Navicula gomphonematoides* Gusl., *N. subrostellata* Hust., *Proschkinia complanatoides* (Hust. ex Simonsen) Karaeva, *Amphora genkalii* Gusl., *A. wisei* (Salah) Simonsen, *Nitzschia linearis* W. Sm. і *N. pseudohybrida* Hust. (15 видів).

Для 7 видів діатомей запропоновані нові таксономічні комбінації: *Melosira octogona* (Grunow) V. Gerasimyuk comb. nov., *M. subgobosa* (Grunow) V. Gerasimyuk comb. nov., *Cocconeis adjuncta* (A.W.F. Schmidt) V. Gerasimyuk comb. nov., *C. minutissima* (Grunow) V. Gerasimyuk comb. nov., *C. parva* (Grunow) V. Gerasimyuk comb. nov., *Diploneis pumila* (Grunow) V. Gerasimyuk comb. nov. та *Amphora kujalnitzkensis* (Gusl. et V. Gerasimyuk) V. Gerasimyuk comb. nov.

Найбільша кількість водоростей зареєстрована в Одеській затоці (381 вид). Це пояснюється відбором великої кількості зразків водоростей і тим, що вона краще вивчена за інші ділянки моря. Так, у Джарилгацькій затоці відмічено 353, Тендрівській – 243, Каркінітській – 234, Ягорлицькій – 102, в акваторії о. Зміїний – 188, поблизу мис. Тарханкут у Криму – 207 видів мікроскопічних водоростей (табл. 4).

За рівнем організації одноклітинних мікрофітів нараховувалося 279 видів, колоніальних – 208 і багатоклітинних – 37 видів. Кокоїдні форми (446) переважали над нитчастими (37), монадними (21), пальмелоїдними (19) і амебоїдними (1). Серед знайдених водоростей 123 види належали до планктонних, 401 – до бентосних, з яких 92 види становили перифітонні та

309 – донні організми. Планктонні види потрапляли у бентос з пелагіалі. Нерухомі форми (326 види) переважали над рухомими (198).

Таблиця 4. Таксономічна структура мікроводоростей бентосу окремих акваторій (заток) північно-західної частини Чорного моря

Акваторія	Кількість видів, од.								Усього
	<i>Cyanophyta</i>	<i>Englenophyta</i>	<i>Ochromytha</i>	<i>Harporhyta</i>	<i>Vacillariophyta</i>	<i>Dinoflagellata</i>	<i>Chlorophyta</i>	<i>Charophyta</i>	
Одеська затока	39	4	2	2	303	14	16	1	381
Джарилгацька	32	4	2	1	288	14	12	-	353
Тендрівська	29	3	2	1	191	11	5	-	243
Каркінітська	5	2	2	1	212	12	-	-	234
Ягорлицька	21	1	3	1	66	10	-	-	102
о. Зміїний	19	1	3	1	136	10	18	-	188
Мис Тарханкут	4	2	2	-	189	9	1	-	207
Загалом	57	4	4	2	413	16	27	1	524

У відповідності до рівня солоності води, морські види (222 види) домінували над прісноводними (180) й солонуватоводними (122). Серед прісноводних видів індиференти склали 116, галофіли – 62 і галофоби – 2 види.

За відношенням до рН середовища група алкаліфілів (484 види) домінувала над індиферентами (36) і ацидофілами (4).

Із виявлених видів 195 були індикаторами органічного забруднення води. Найбільшу групу за відношенням до сапробності води складала група мезосапробів (156 видів), серед яких β -мезосапроби нараховували 117, α -мезосапроби – 30, β - α -мезосапроби – 9 видів. Олігосапроби нараховували 24 види, о- β -мезосапроби – 11, ксеносапроби – 1, ксено-олігосапроби – 1 і полісапроби – 1. Сапробний індекс 2,04 свідчив про те, що північно-західна частина Чорного моря є β -мезосапробною водоймою.

Чорноморський мікрофітобентос з точки зору біогеографії представлений космополітною (318 видів) і бореальною (150) групами з

бореально-тропічними (41), аркто-бореальними (9), північно-альпійськими (3) і тропічними (3) елементами.

В обростаннях макрофітів виявлено 97 видів мікроскопічних водоростей, в обростаннях каменів – 52, штучних субстратів (бетонних споруд – 115, скляних пластин – 46, виробів з дерева – 49, поліетилену – 119), льоду – 32, мідій – 136, б'ялунів – 25, рапан – 19, крабів – 5, на поверхні мулистих ґрунтів – 210, піщаних – 200 видів.

Мікрофітобентос у північно-західній частині Чорного моря фіксували на глибині від 0 до 80 м. На глибині більше 100 м живі мікроскопічні водорості були відсутні, що пояснюється низькою прозорістю води у Чорному морі (глибина від 2 до 20 м).

Максимальна кількість видів була знайдена в обростаннях мідій на глибині 8 м (74 види), на піщаних ґрунтах на глибині 14 м (43), на мулистих – на глибині 26 м (75 видів).

Висновки

Накопичені дані щодо видового складу мікрофітобентосу північно-західної частини Чорного моря дозволили встановити, що наразі в акваторії північно-західної частини Чорного моря ідентифіковано 524 види мікроскопічних водоростей, серед яких 413 видів діатомових, 57 ціанопрокаріот, 27 зелених, 16 динофлагелат, 4 евгленових, 4 охрофітових, 2 гаптофітових і 1 вид харових (стрептофітових) водоростей. Серед них 8 видів виявилися новими для Чорного моря. Таке незначне збільшення кількості нових видів для Чорного моря можна пояснити сучасними змінами клімату, процесом медітеранізації чорноморської альгофлори, широким застосуванням методу електронної мікроскопії.

У зв'язку з ревізією видового складу флори Чорного моря запропоновано 7 нових таксономічних комбінацій мікроскопічних водоростей.

Список літератури

- Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography*. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. 2006. Vol. 1. 713 p.; 2009. Vol. 2. 413 p.; 2011. Vol. 3. 511 p.; 2014. Vol. 4. 703 p.
- Algae: Reference Book*. 1989. Eds S.P. Wasser. Kyiv: Nauk. Dumka. 608 p. [Водоросли: Справочник. 1989. Под ред. С.П. Вассера. Киев: Наук. думка. 608 с.].
- Barinova S.S., Bilous O.P., Tsarenko P.M. 2019. *Algal Indication of Water Bodies in Ukraine: methods and perspectives*. Haifa, Kyiv: Haifa Univ. Press. 367 p. [Барінова С.С.,

- Белоус Е.П., Царенко П.М. 2019. Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы. Хайфа, Киев: Изд-во Хайф. ун-та. 367 с.].
- Bodeanu N. 1979. Microphytobenthos. In: *Fundamentals of the biological productivity of the Black Sea*. Kyiv: Naukova Dumka. Pp. 109–122. [Бодяну Н. Микрофитобентос. В кн.: *Основы биологической продуктивности Черного моря*. Киев: Наук. думка, 1979. С. 109–122].
- Bondartsev F.S. 1954. *Color scale*. Moscow, Leningrad: AN USSR Press. 28 p. [Бондарцев Ф.С. 1954. *Шкала цветов*. Пособие для биологов при научных и научно-прикладных исследованиях. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 28 с.].
- Cleve-Euler A. *Die diatomeen von Schweden and Finnland*. 1951–1955. Stockholm: Almqvist & Wiksell boktr.
- Diatom analysis*. Moscow, Leningrad: Gosgeollitizdat. 1949. Vol. 1. 238 p., vol. 2. 283 p.; 1950. Vol. 3. 398 p. [*Диатомовый анализ*. М., Л.: Госгеолитиздат. 1949. Кн. 1. 238 с., кн. 2. 283 с.; 1950. Кн. 3. 398 с.].
- Foged N. 1973. *Diatoms from South West Greenland*. Kobenhaven: C. A. Reitzel. 84 p.
- Garkusha O.P., Aleksandrov B.G., Goncharov A.U. 2012. Algae of the supralittoral sandy beaches of the Odesa coast of the Black Sea. *Algologia*. 22(1): 70–83. [Гаркуша О.П., Александров Б.Г., Гончаров А.Ю. 2012. Водоросли супралиторали песчаных пляжей Одесского побережья Черного моря. *Альгология*. 22(1): 70–83].
- Gerasimyuk V.P. 2004. Ice algae of the Odesa Bay of the Black Sea. *Visnyk ONU*. 9(1): 57–64. [Герасимюк В.П. 2004. Льодові водорості Одеської затоки Чорного моря. *Вісн. ОНУ*. 9(1): 57–64].
- Gerasimyuk V.P. 2005. Microphytobenthos of the coastal waters of Zmiinyi Island. *Visnyk ONU*. 10(4): 205–221. [Герасимюк В.П. 2005. Микрофитобентос прибрежних вод острова Змеиний. *Вісн. ОНУ*. 10(4): 205–221].
- Gerasimyuk V.P. 2006. Microphytobenthos of the coastal waters of Zmiinyi Island. In: *Materials of the XII Congress UBO. Odessa*. P. 200. [Герасимюк В.П. 2006. Микрофитобентос прибрежних вод острова Змеиний. В кн.: *Матеріали XII з'їзду УБТ*. Одеса. С. 200].
- Gerasimyuk V.P. 2011. Algal species New for the Ukraine. *Int. J. Algae*. 13(2): 124–127. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v13.i2.30>
- Gerasimyuk V.P. 2016. Microscopic Algae of Zmiinyi Island (the Black Sea, Ukraine). *Int. J. Algae*. 18(3): 217–224. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v18.i3.20>
- Gerasimyuk V.P. 2018. Microalgae of the North-Western Black Sea Coast Estuaries. *Int. J. Algae*. 20(2): 109–120. <https://doi.org/10.1615/InterJAlgae.v20.i2.10>
- Gerasimyuk V.P. 2021. Microphytobenthos of north-western part of the Black Sea. In: *Matersals of XVII international scientific conference “Diatoms: morphology, biology, taxonomy, floristry, ecology, paleogeography, biostratigraphy”*. Minsk. Pp. 4–8. [Герасимюк В.П. 2021. Микрофитобентос северо-западной части Черного моря. В кн.: *Материалы XVII международной научной конференции “Диатомовые водоросли: морфология,*

- биология, систематика, флористика, экология, палеогеография, биостратиграфия“. Минск. С. 4–8].
- Gerasimyuk V.P. 2022. Microscopic algae of reservoirs of the Kinburn sandy spit (NPP “Biloberezhye Svyatoslav“, Ukraine). *Algologia*. 32(1): 20–34. [Герасимюк В.П. 2022. Мікроскопічні водорості водойм Кінбурнської піщаної коси (НПП “Білобережжя Святослава“, Україна). *Альгологія*. 32(1): 20–34. https://doi.org/10.15407/alg32.01.020_
- Gerasimyuk V.P., Kirilina A.E. 2001. *Bacillariophyta* of interstitial of the Odesa Bay of the Black Sea. *Algologia*. 11(3): 360–370. [Герасимюк В.П., Кирилина А.Е. 2001. *Bacillariophyta* інтерстиціали Одеського залива Чорного моря. *Альгологія*. 11(3): 360–370].
- Gerasimyuk V.P., Tarasova O.O. 2000. Psammon algae of the Odesa beaches. *Visnyk ODU*. 5(1): 122–128. [Герасимюк В.П., Тарасова О.О. 2000. Водорості псамону Одеських пляжів. *Вісник ОДУ*. 5(1): 122–128].
- Gerasimyuk V.P., Ennan A.A., Shikhaleeva G.M. 2020. *Encyclopedia of the Kuyalnyk estuary*. Vol. 2. Odesa: Astroprint. 446 p. [Герасимюк В.П., Еннан А.А., Шихалеева Г.М. 2020. *Енциклопедія Куяльницького лиману*. Т. 2. Одеса: Астропринт. 446 с.].
- Guiry G.M., Guiry M.D. 2023. *AlgaeBase*. World-wide electron. publ., Nat. Univ. Ireland, Galway.
- Gusliakov M.O. 1981. New data on diatoms of the Black Sea. *Ukr. Bot. J.* 37(1): 54–63. [Гусяков М.О. 1981. Нові дані про діатомові водорості Чорного моря. *Укр. бот. журн.* 37(1): 54–63].
- Gusliakov M.O. 2002. *Diatom algae of the benthos of the Black Sea and adjacent water bodies*: Dr. Sci. (Biol.) Abstract. Kyiv. 36 p. [Гусяков М.О. 2002. *Діатомові водорості бентосу Чорного моря та суміжних водойм*: Автореф. дис. ... д-ра біол. наук. Київ. 36 с.].
- Gusliakov N.E., Gerasimyuk V.P. 1983. Diatom fouling of mussels in the conditions of the Odesa Bay. In: *Problems of scientific research in the field of study and development of the World Ocean*: Abstr. IV All-Union Conf. Vladivostok. Pp. 32–33. [Гусяков Н.Е., Герасимюк В.П. 1983. Диатомовые обрастания мидий в условиях Одесского залива. В кн.: *Проблемы научных исследований в области изучения и освоения Мирового океана*: Тез. докл. IV Всесоюз. конф. Владивосток. С. 32–33].
- Gusliakov N.E., Gerasimyuk V.P. 1984. About some new and interesting species of diatoms of the Black Sea. *New Taxon. Lower Plants*. 21: 14–16. [Гусяков Н.Е., Герасимюк В.П. 1984. О некоторых новых и интересных видах диатомовых водорослей Черного моря. *Новости сист. низш. раст.* 21: 14–16].
- Gusliakov N.E., Gerasimyuk V.P. 1987. General features of the distribution of species compositions and quantitative characteristics of benthic diatoms in the north-western part of the Black Sea. In: *Abstracts of the V Conference of the Ukrainian branch VGBO*. Kyiv. Pp. 31–32. [Гусяков Н.Е., Герасимюк В.П. 1987. Общие черты распределения видового состава и количественных характеристик диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря. В кн.: *Тезисы докладов V конференции Украинского филиала ВГБО*. Киев. С. 31–32].

- Gusliakov N.Ye., Gerasimiyuk V.P., Kovtun O.A. 1994. Species composition, abundance and biomass of microphytobenthos in loose sediments of the north-western part of the Black Sea (according to the data of the 9th voyage of the research vessel V. Parshin. In: *Abstracts of the I Congress of the Hydrobiological Society of Ukraine*. Kyiv. P. 18. [Гусялков Н.Е., Герасимюк В.П., Ковтун О.А. 1994. Видовой состав, численность и биомасса микрофитобентоса рыхлых осадков северо-западной части Черного моря (по данным 9-го рейса НИС "В. Паршин". В кн.: Тези доповідей I з'їзду Гідробиологічного товариства України. Київ. С. 18].
- Gusliakov N.Ye., Zakordonets O.A., Gerasimiyuk V.P. 1992. *Atlas of benthic diatoms of the north-western part of the Black Sea and adjoining reservoirs*. Kyiv: Naukova Dumka. 252 p. [Гусялков Н.Е., Закордонец О.А., Герасимюк В.П. 1992. *Атлас диатомовых водорослей бентоса северо-западной части Черного моря и прилегающих водоемов*. Київ: Наук. думка. 252 с.].
- Hindák F., Komárek J., Marvan P., Ruzička J. 1975. Klíč na určovanie výtrusných rastlín. Bratislava: Sloven. Ped. Naklad. 396 p.
- Hustedt F. Die Kieselalgen. In: *Rabenhorsts Kryptogamen – Flora Deutschlands, Osterreichs u. d. Leipzig: Acad. Verlag. 1927–1930. Teil. 1. 925 p.; 1931–1959. Teil. 2. 845 p.; 1961–1966. Teil. 3. 816 p.*
- Kondratyeva N.V. 1968. *Hormogoniophyceae*. In: *Identification manual of freshwater algae of Ukrainian SSR*. Vol. 1, pt. 2. Kyiv: Naukova Dumka. 524 p. [Кондратьева Н.В. 1968. Клас гормогонієві – *Hormogoniophyceae*. В кн.: *Визначник прісноводних водоростей Української РСР*. Вип. 1, ч. 2. Київ: Наук. думка. 523 с.].
- Kosinskaya E.K. 1948. *Key to marine blue-green algae*. Moscow, Leningrad: Acad. Sci. USSR Publ. 279 p. [Косинская Е.К. 1948. *Определитель морских синезеленых водорослей*. М.; Л.: Изд-во АН СССР. 279 с.].
- Krammer K., Lange-Bertalot H. 1986–2001. *Bacillariophyceae*. In: *Subwasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 2/1–4. Stuttgart; New York: G. Fisher Verlag.
- Makarova I.V. 1988. *Diatoms of the seas of the USSR*. Genus *Thalassiosira* Cl. Leningrad: Nauka. 117 p. [Макарова И.В. 1988. *Диатомовые водоросли морей СССР*. Род *Thalassiosira* Cl. Л.: Наука. 117 с.].
- Makrushin A.V. 1974. *Bibliographic index on the subject of biological analysis of water quality with a list quality of indicator organisms*. Leningrad: Nauka. 53 p. [Макрушин А.В. 1974. Библиографический указатель по теме "Биологический анализ качества вод" с Приложением списка организмов – индикаторов. Л.: Наука. 53 с.].
- Merezhkovskiy K.S. 1902–1903. List of diatoms of the Black Sea. *Bot. Zap.* 19: 50–88. [Мережковский К.С. 1902–1903. Список диатомовых водорослей Черного моря. *Бот. зап.* 19: 50–88].
- Nevrova E.L. 2022. *Diversity and structure of taxocenes of benthic diatoms (Bacillariophyta) in the Black Sea*. *Institute of Biology of the Southern Seas A.O. Kovalevsky*. Sevastopol. 329 p. [Неврова Е.Л. 2022. *Разнообразие и структура таксоценов бентосных диатомовых*

- водорослей (*Bacillariophyta*) Чёрного моря. Институт биологии южных морей им. А.О. Ковалевского. Севастополь. 329 с.].
- Nevrova E.L., Snigireva A.A., Petrov A.N., Kovaleva G.V. 2015. *Guidelines for the study of marine microphytobenthos and its application for environmental quality control*. Sevastopol, Simferopol. 174 p. [Неврова Е.Л., Снигирева А.А., Петров А.Н., Ковалева Г.В. 2015. *Руководство по изучению морского микрофитобентоса и его применению для контроля качества среды*. Севастополь, Симферополь. 174 с.].
- Nikonova S.E. 2010. Cysts of dinophyte algae in the Odesa and Tendra regions of the north-western part of the Black Sea. *Nauk. zap. Ternop. nat. ped. univ. Ser. Biologia*. 44(3): 190–192. [Никонова С.Е. 2010. Цисты динофитовых водорослей Одесского и Тендровского регионов северо-западной части Черного моря. *Наук. зап. Терноп. нац. пед. ун-ту*. Сер. Біологія. 44(3): 190–192].
- North-western part of the Black Sea: biology and ecology*. 2006. Eds Yu.P. Zaitsev, B.G. Alexandrov, G.G. Minicheva. Kyiv: Naukova Dumka. 701 p. [Северо-западная часть Черного моря: биология и экология. 2006. Под ред. Ю.П. Зайцева, Б.Г. Александрова, Г.Г. Миничевой. Київ: Наукова думка. 701 с.].
- Patrick R., Reimer C. 1966. *The Diatom of the United States exclusive of Alaska and Hawaii*. *Monogr. Acad. Nat. Sci. Philad.* V. 1. 688 p.; 1975. V. 2. 213 p.
- Plutenko I. 1872. Essays on the Caucasian flora of the flowerless: Algae. *Notes Kyiv Soc. Nat.* 3(1): 48–103. [Плутенко И. 1872. Очерки кавказской флоры безцветковых: Водоросли. *Зап. Киев. общ-ва естествоиспыт.* 3(1): 48–103].
- Proshkina-Lavrenko A.I. 1963. *Diatoms of benthos of the Black Sea*. Moscow, Leningrad: Acad. Sci. USSR. 243 p. [Прошкина-Лавренко А.И. 1963. *Диатомовые водоросли бентоса Черного моря*. М., Л.: Изд-во АН СССР. 243 с.].
- Rachinska O.V., Kostyl'ov E.F. 2006. Current state of microphytobenthos of the phyllophoric field of Zernov. *Visn. ONU* 11(6): 137–144. [Рачинська О.В., Костильов Е.Ф. 2006. Сучасний стан мікрофітобентосу філофорного поля Зернова. *Вісн. ОНУ*. 11(6): 137–144].
- Ryabushko L.I. 2006. *Microalgae of the Black Sea Benthos (Check-list, synonyms, comment)*. Sevastopol: ЕКОСІ-Gidrofizica. 143 p. [Рябушко Л.И. 2006. *Микроводоросли бентоса Черного моря (Чек-лист, синонимика, коментарій)*. Севастополь: ЕКОСІ-Гідрофізика. 143 с.].
- Schmidt A.W.F. 1874–1959. *Atlas der Diatomaceenkunde*. Leipzig. 316 p.
- Sladeczek V. 1967. General biological scheme of water quality. In: *Sanitary and technical hydrobiology: Mat. I Congr.* Moscow: Nauka. Pp. 26–31. [Сладечек В. 1967. Общая биологическая схема качества воды. В кн.: *Санитарная и техническая гидробиология: Мат. I съезда*. М.: Наука. С. 26–31].
- Snigireva A.A., Kovaleva G.V. 2015. Diatoms of sandy split of the north-western part of the Black Sea (Ukraine). *Algologia*. 25(2): 148–174. [Снигирева А.А., Ковалева Г.В. 2015. Диатомовые водоросли песчаных кос северо-западной части Черного моря. *Альгология*. 25(2): 148–174]. <https://doi.org/10.15407/alg25.02.0148>

- Solianik G.A. 1959. A brief Outline of the Flora and Fauna of Zmeinyi Island. *Nauk. zap. Odesa biol. st.* (1): 156–157. [Соляник Г.А. 1959. Краткий очерк флоры и фауны острова Змеиногo. *Наук. зап. Одеськ. біол. ст.* (1): 156–157].
- Starmach K. 1985. *Chrysophyceae und Haptophyceae*. In: *Susswasserflora von Mitteleuropa*. Bd. 1. Stuttgart, New York: Fischer Verlag. 515 p.
- Strakhov N.M. 1953. To the question of the classification of modern seas and lakes of low mineralization *Izv. AN USSR Ser. Geol.* 3: 121–130. [Страхов Н.М. 1953. К вопросу о классификации современных морей и озер малой минерализации. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* 3: 121–130].
- The diatoms of the USSR. Fossil and recent*. Leningrad: Nauka. 1974. Vol. 1. 403 p.; 1988. Vol. 2(1). 115 p.; 2002. Vol. 2(3). 111 p. [*Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные*. Л.: Наука, 1974. Т. 1. 403 с.; 1988. Т. 2(1). 115 с.; 2002. Т. 2(3). 111 с.].
- The key to freshwater algae of Ukraine*. 1938–1993. Vol. 1–12. Kyiv: Acad. Sci. Ukraine Publ. [*Визначник прісноводних водоростей України*. 1938–1993. Т. 1–12. Київ: Вид-во АН України].
- Tkachenko F.P., Gerasimyuk V.P. 2020. In: *Biodiversity in Ukraine: Plant world and mushrooms*. Kyiv, Chernivtsi: Druk Art. 282 p. [Ткаченко Ф.П., Герасимюк В.П. 2020. Осіння альгофлора Ягорлицької затоки Чорного моря (Кінбурнська коса, НПП “Білобережжя Святослава”). В кн.: *Моніторинг та охорона біорізноманіття в Україні: Рослинний світ та гриби*. Київ; Чернівці: Друк Арт. 282 с.].
- Tkachenko F.P., Gerasimyuk V.P., Snigirev S.M. 2011. Peculiarities of Feeding of *Blennius sanguinolentus* (Coastal Zone of the Zmeinyi Island, the Black Sea). *Hydrobiol. J.* 47(2): 49–54.
- Tsarenko P.M. *Identification manual of Chlorococcal algae of the Ukrainian SSR*. Kyiv: Naukova Dumka. 207 p. [Царенко П.М. 1990. *Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР*. Киев: Наук. думка. 207 с.].
- Van Landingham S.L. 1967–1979. *Catalogue of the Fossil and Recent Genera and Species of Diatoms and their Synonyms*. Vol. 1–8. Lehre: Verlag van I. Crammer. 4654 p.
- Witkowski A., Lange-Bertalot H., Metzeltin D. 2000. Diatom flora of marine coasts I. In: *Iconographia Diatomologica*. Vol. 7. Ruggell: A.R.G. Gantner Verlag. 925 p.

Gerasimyuk V.P. (http://index.petsru.ru/registr_orcid.php)

Odesa I.I. Mechnikov National University,
Department of Botany, Plant Physiology and Horticulture,
2 Dvoryanska Str., Odesa 65082, Ukraine

ALGOLOGICAL STUDIES OF THE NORTHWESTERN PART OF THE BLACK SEA

A critical and systematic revision of the species composition of microphytobenthos of the northwestern part of the Black Sea was made. The author conducted long-term research (1980–

2021), as well as analyzed retrospective data. In total, 524 species of microphytobenthos were found in the northwestern part of the Black Sea, which belong to 185 genera, 99 families, 53 orders, 12 classes, 8 divisions, 4 kingdoms, and 2 empires (domains). Representatives of division *Bacillariophyta* (413 rank first followed by prevailed over such *Cyanoprokaryota* (57), *Chlorophyta* (27), *Miozoa* (16), *Euglenozoa* (4), *Ochrophyta* (4), *Haptophyta* (2) and *Charophyta* (1). Nine species are new for the North-Western water area, 8 new species (*Rhabdogloea smithii* (R. et F. Chodat) Komárek, *Cyanothece aeruginosa* (Nägeli) Komárek, *Calothrix nidulans* Setchell et N.L. Gardner, *Fallacia nummularia* (Grev.) D.G. Mann, *Amphora kujalnitzkensis*, *Pinnularia brauniana* (Grunow) Mills, *Geissleria ignota* (Krasske) Lange-Bert. et Metzeltin, *Euglena satelles* Brasl.-Spect.) of algae are represented for the Black Sea water area. Fifteen species were recorded as rare taxa for the North-Western part of the Black Sea. In the course of the revision of the species composition of the Black Sea flora, 7 new taxonomic combinations of microscopic algae have been proposed.

Key words : microphytobenthos, algae, species, northwestern part, Black Sea



1



2



3



4

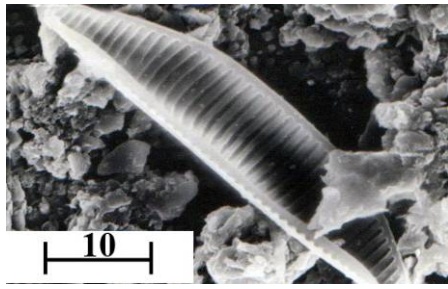


5

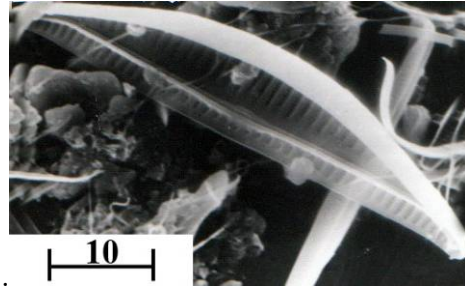


6

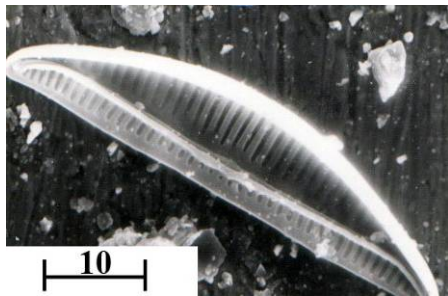
Табл. I. *Oscillatoria funiformis* (Vouk) Komárek – нова ціанобактерія для акваторії північно-західної частини Чорного моря. Представлені окремі трихоми. СМ. Масштаб: 1–6 – 10 мкм



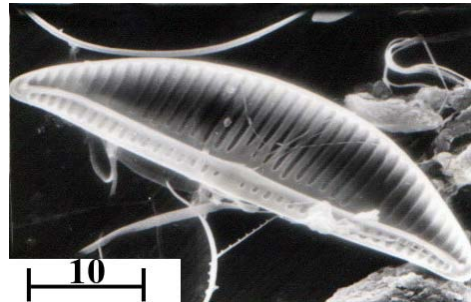
1



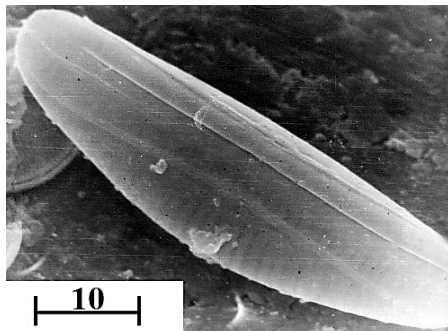
2



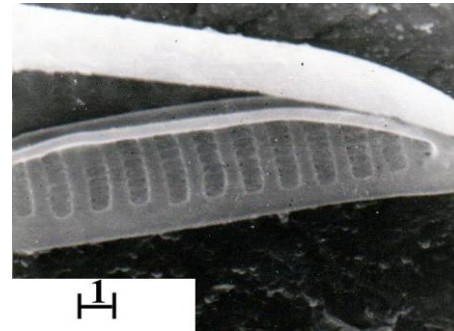
3



4



5



6

Табл. II. *Amphora kujalnitzkensis* (Gusl. et V. Gerasimyuk) V. Gerasimyuk – нова діатомова водорість для акваторії Чорного моря: 1–4 – внутрішня поверхня стулки; 5 – зовнішня частина стулки; 6 – структура кінця стулки. СЕМ. Масштаб лінійки, мкм

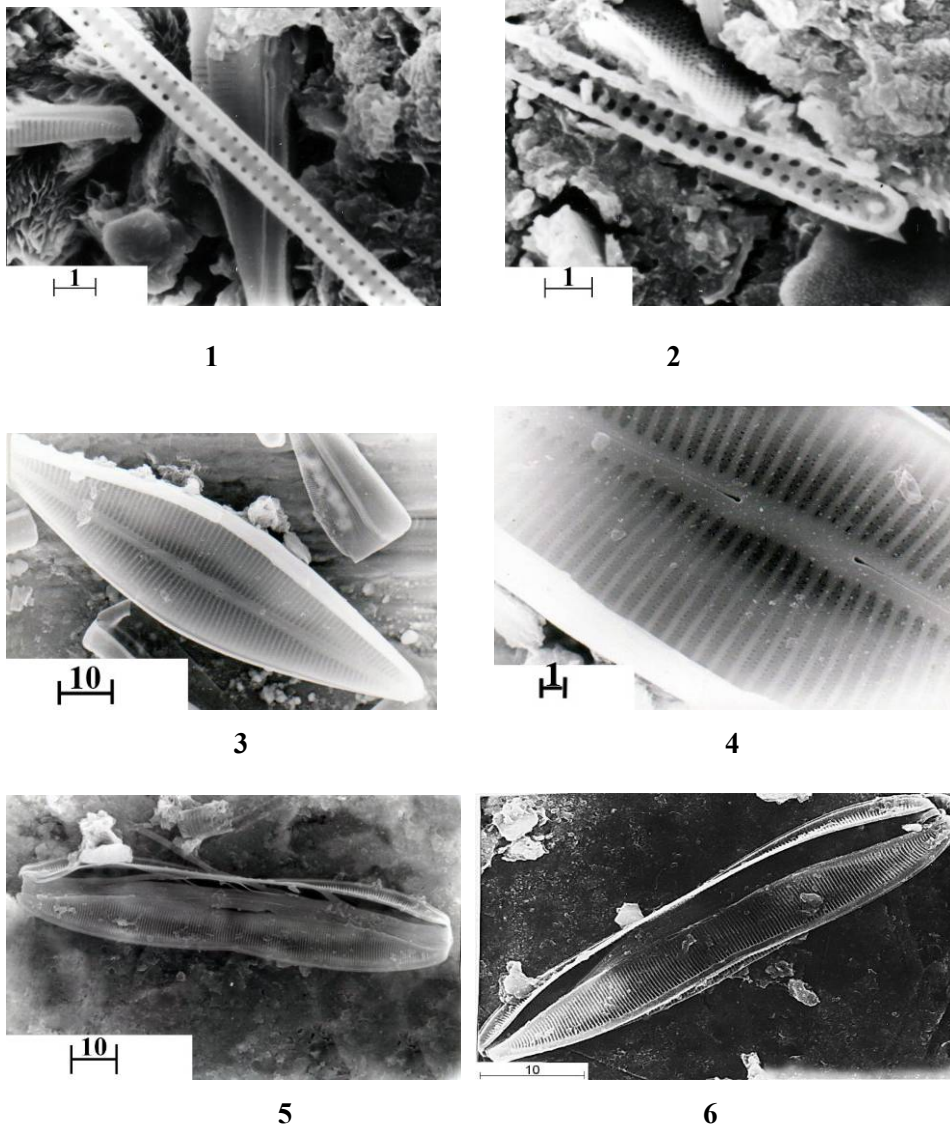
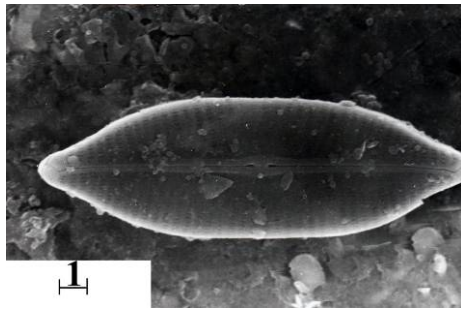
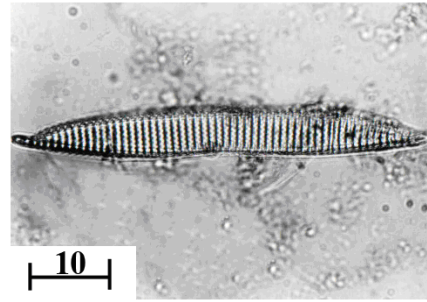


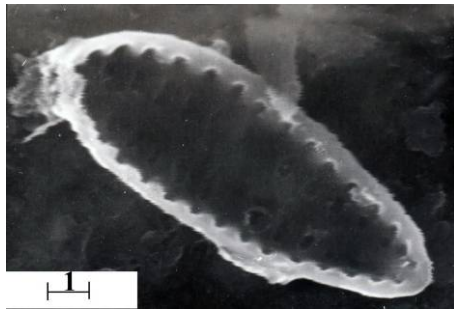
Табл. III. Рідкісні діатомові водорості для акваторії Чорного моря. 1, 2 – *Thalassiothrix longissima* Cleve et Grunow: 1 – середина стулки, 2 – кінець стулки; 3, 4 – *Brebissonia lanceolata* (C. Agardh) R.K. Mahoney et Reimer: 3 – стулка, 4 – центральна частина стулки; 5, 6 – *Nitzschia pseudohybrida* Hust.: 5 – стулка, 6 – панцир. СЕМ. Масштаб лінійки, мкм



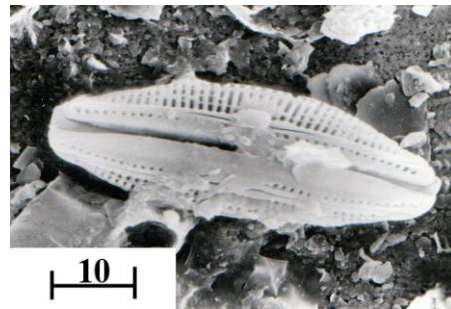
1



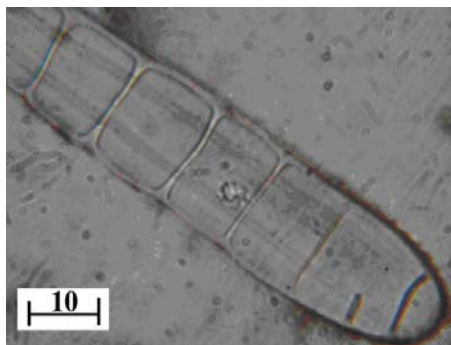
2



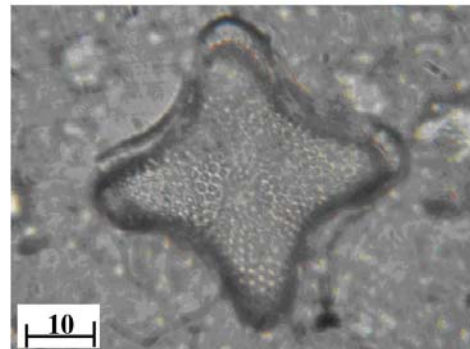
3



4



5



6

Табл. IV. Нові та рідкісні діатомові водорості північно-західної частини Чорного моря: 1 – стулка *Navicula subrostellata* Hust.; 2 – стулка *Hantzschia marina* (Donkin) Grunow; 3 – стулка *Pseudostaurosira naveana* (R. Le Cohu) E.A. Morales et M.B. Edlund; 4 – панцир *Amphora genkalii* Gusl. з черевної сторони; 5 – частина стулки *Climacosphenia moniligera* Ehrenb.; 6 – стулка *Amphitetras antediluviana* Ehrenb. 1, 3, 4 – СЕМ; 2, 5, 6 – СМ. Масштаб лінійки, мкм

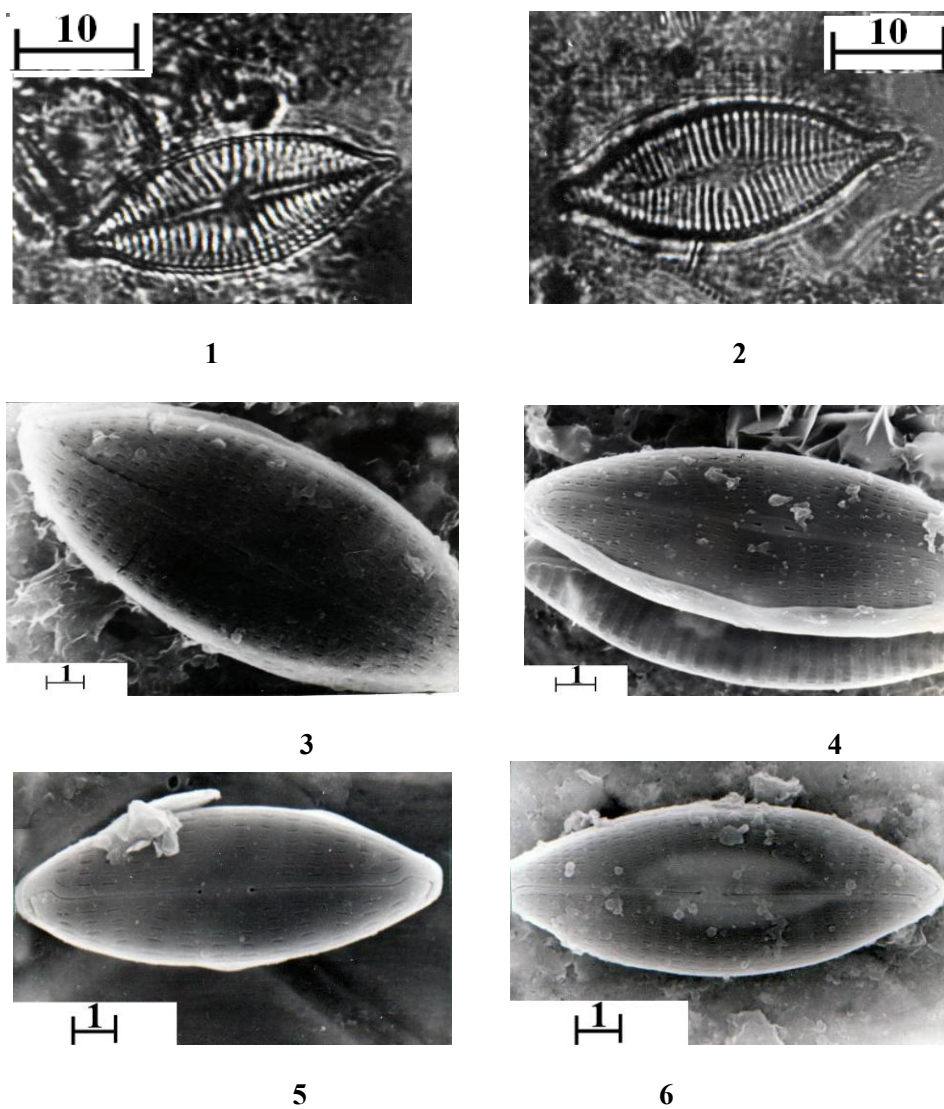


Табл. V. Рідкісні діатомові водорості для акваторії Чорного моря: 1, 2 – *Planothidium dispar* (Cleve) A. Witkowski: 1 – нижня (шовна) стулка, 2 – верхня (безшовна стулка); 3–6 – *Navicula gomphonematoides* Gusl.: стулки. 1, 2 – СМ; 3–6 – СЕМ. Масштаб лінійки, мкм

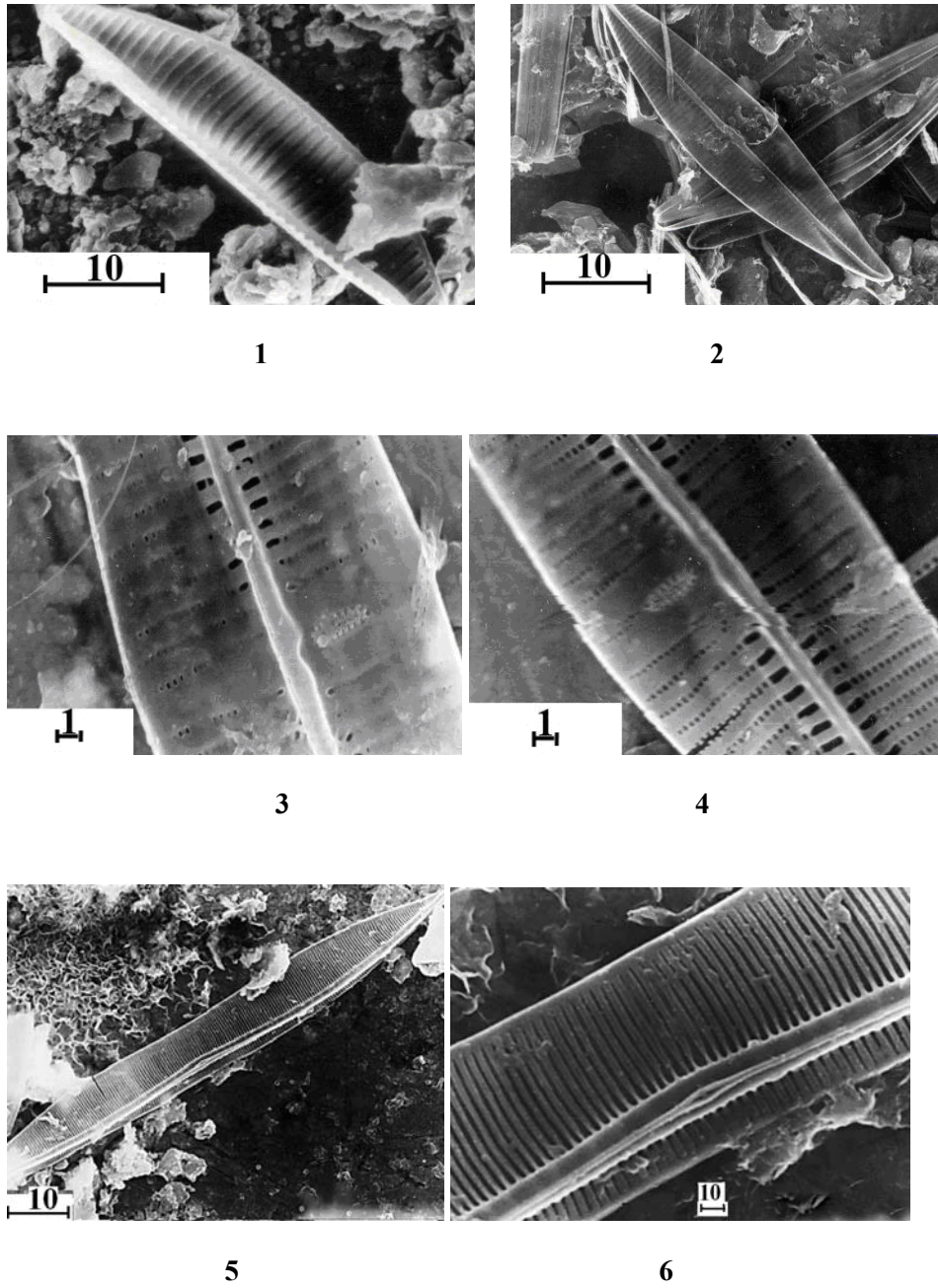


Табл. VI. Рідкісні діатомові водорості для акваторії Чорного моря. 1–4 – *Proschkinia complanatoides* (Hust.) Karaeva: 1, 2 – стулки, 3, 4 – центральні частини стулок; 5, 6 – *Nitzschia linearis* W. Sm.: 5 – стулка, 6 – центральна частина стулки. 1–6 – СЕМ. Масштаб лінійки, мкм