

ВИКОРИСТАННЯ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК ФІТОПЛАНКТОНУ ДЛЯ ОЦІНКИ ЯКОСТІ ВОД ОБ'ЄКТІВ ПРИРОДНО-ЗАПОВІДНОГО ФОНДУ УКРАЇНИ (НА ПРИКЛАДІ ДІДОВОГО ОЗЕРА)

Шелюк Ю.С.

Житомирський державний університет імені Івана Франка
вул. В. Бердичівська, 40, 10002, Житомир
Shelyuk_Yulya@ukr.net

Представлено оцінку якості вод об'єкту природно-заповідного фонду України – Дідового озера з використанням структурно-функціональних характеристик фітопланктону (таксономічного складу, інформаційного різноманіття, кількісних показників розвитку, первинної продукції і деструкції органічної речовини) та на підставі проведених біоіндикаційного й гідрохімічного аналізів. Визначено його трофічний статус.

Встановлено, що у структурі фітопланктону водойми провідна роль належала планктонно-бентосним формам (50% від загальної кількості водоростей-індикаторів місця перебування), олігоглобам-індиферентам за відношенням до галобності (47%), алкаліфілам (43%). Однакові часки мали індикатори стоячих і стояче-текучих вод (по 50%). В озері відмічено переважання індикаторів сапробності, які відповідають II класу якості вод. За біомасою фітопланктону екосистема Дідового озера належить до I класу якості вод, а трофічний статус водойми оцінено як оліго-мезотрофне, за інтенсивністю фотосинтезу та співвідношенням продукційно-деструкційних процесів – до II класу, мезотрофне. Невідповідність оцінки трофічного статусу водойми за біомасою й первинною продукцією фітопланктону, ймовірно, обумовлена переважанням у домінуючих комплексах дрібноклітинних високопродуктивних видів, високим вмістом біогенів, зокрема загального нітрогену, великими площами мілководних ділянок із підвищеною швидкістю продукційних процесів, зокрема обороту нітратів і фосфатів. За більшістю аналізованих гідрофізичних і гідрохімічних параметрів водойма належить до I-II класу якості вод, проте за середніми значеннями вмісту заліза, окиснюваності перманганатної, вмісту нітрогену амонійного, нітритного і нітратного – до III-IV класів.

Встановлено появу в Дідовому озері 7 видів: *Aphanothece salina* Elenkin & A.N.Danilov, *Gloeothece linearis* Nägeli, *Euglena splendens* P.A.Dangeard, *Chromulina rosanoffii* (Woronin) Blochmann, *Kephyrion boreale* Skuja, *Achnanthes brevipes* C.Agardh. і *Diademes gallica* W.Smith – нових для Українського Полісся. **Ключові слова:** фітопланктон, Дідове озеро, моніторинг, якість вод, трофічність, різноманіття.

Use of structural and functional characteristics of phytoplankton to assess the water quality of the objects of the nature reserve fund of Ukraine (on the example of Didove Lake). Sheliuk Yu.

The assessment of water quality of the nature reserve fund of Ukraine - Didove Lake with the use of structural and functional characteristics of phytoplankton (taxonomic composition, information diversity, quantitative indicators of development, primary production and destruction of organic matter) and on the basis of bioindication and hydrochemical analyzes. Its trophic status has been determined.

It was found that in the phytoplankton structure of the lake the leading role belonged to planktonic-benthic forms (50% of the total number of algae-indicators of location), oligoglobals-indifferent in relation to globality (47%), alkaliphyls (43%). Indicators of standing and standing-flowing waters (50% each) had the same time. The predominance of saprobity indicators corresponding to class II water quality has been noted in the lake. According to phytoplankton biomass, the ecosystem of Didove Lake belongs to the first class of water quality, and the trophic status of the reservoir is assessed as oligo-mesotrophic, according to the intensity of photosynthesis and the ratio of production and destructive processes - to the second class, mesotrophic. The discrepancy between the assessment of the trophic status of the lake by biomass and primary phytoplankton production is probably due to the predominance of high-yielding high-yielding species in high-celled dominant complexes, high nutrient content, including total nitrogen, large areas of shallow water. According to most of the analyzed hydrophysical and hydrochemical parameters, the lake belongs to the I-II class of water quality, but according to the average values of iron content, permanganate oxidation, ammonium, nitrite and nitrate nitrogen content - up to III-IV classes.

The appearance of 7 species in Didove Lake has been established: *Aphanothece salina* Elenkin & A.N.Danilov, *Gloeothece linearis* Nägeli, *Euglena splendens* P.A.Dangeard, *Chromulina rosanoffii* (Woronin) Blochmann, *Kephyrion boreale* Skuja, *Achnanthes brevipes* C.Agardh. і *Diademes gallica* W.Smith - new for Ukrainian Polesye. **Key words:** phytoplankton, Didove Lake, monitoring, water quality, trophism, diversity.

Постановка проблеми. У більшості країн світу структурно-функціональні характеристики фітопланктону водойм широко використовують як індикатор оцінки якості водного середовища [1, 2]. Дослідження закономірностей формування й функціонування фітопланктону є вкрай важливими для розробки методів моніторингу водних екосистем

та менеджменту за різних рівнів антропогенної трансформації, необхідних для забезпечення належного рівня їх функцій та екологічних сервісів.

Актуальність дослідження. Виходячи з перспектив євроінтеграції України, актуальним завданням сьогодення є апробація європейських методик оцінки екологічного стану водних екосистем в аспекті

імплементатії Водної Рамкової Директиви 2000/60/ЄС. Запропонована та апробована українськими гідробіологами «Класифікація якості річок та біорізноманіття» (RQBA), базується на компаративному підході до оцінки стану гідроєкосистем у відповідності до вимог ВРД 2000/60/ЄС [3, 4]. У ній в якості біологічних дескрипторів найдетальніше представлені донні безхребетні і вищі водяні рослини. Розробці подібних методик із використанням фітопланктону приділялось значно менше уваги фахівців.

Із 2019 р. в Україні набув чинності новий «Порядок здійснення державного моніторингу вод» (Постанова Кабінету Міністрів України № 758 від 19.09.2018 р.), згідно якого одним із біологічних складових моніторингу поверхневих вод є фітопланктон. Цим документом передбачено в якості показників фітопланктону, що контролюються як базові в процесі моніторингу, застосовувати кількість видів, кількість родин, біомасу об'ємну й біомасу за хлорофілом [5]. Зважаючи на це, встановлення структурно-функціональних характеристик фітопланктону об'єктів природно-заповідного фонду з метою оцінки якості вод є актуальним. Заслужує на особливу увагу визначення специфіки впливу чинників середовища на розвиток водоростевих угруповань.

Зв'язок авторського доробку із важливими науковими та практичними завданнями. Авторка мала на меті з'ясувати у процесі дослідження наскільки структурно-функціональні характеристики фітопланктону Дідового озера корелюють із гідрохімічними параметрами вод.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Особливості фітопланктону було вивчено на прикладі водойм різних об'єктів природоохоронного фонду України: Шацьких озер [6], водойм заповідника «Медобори» [7], Дніпровсько-Орільського [8], регіонального ландшафтного парку «Нижнєворсклянський» [9], Національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» [10], Рівненського природного заповідника [11], Національного природного парку «Нижнесульський» [12], Карпатського біосферного заповідника [13], Слов'янських солоних озер (Україна) [14]. У цих роботах показано, що озерам властива своєрідність видового складу фітопланктону, яка визначається як природними особливостями водозборів, так і різним ступенем антропогенного навантаження, а також комплексом таких параметрів, як кольоровість, трофічність і рН. В озерах помірних широт, де переважає вплив природних факторів на структуру біоти, домінуючими відділами фітопланктону переважно є Chlorophyta, Bacillariophyta і Cyanoprokaryota. Водночас, в озерах мегаполісів: Санкт-Петербурга [15], Нижнього Новгороду [15] і Києва [17] третє місце після зелених і діатомових належить евгленовим водоростям. Встановлено [18], що видове багатство фітопланктону природних озер збільшується

з підвищенням їхнього трофічного статусу і є максимальним у діапазоні біомаси 4–5 мг/дм³, яка відповідає межі між мезоевтрофним і евтрофним типом. В озерах мегаполісів максимальне видове багатство фітопланктону спостерігається за значно вищих показників біомаси – 10–20 мг/дм³ [17].

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми, котрим присвячується означена стаття. Одним із найважливіших природоохоронних напрямів є інвентаризація та оцінка різноманіття біоти, зокрема її автотрофної ланки, й оцінка якості вод за структурно-функціональними характеристиками угруповань водоростей. Особливо нагальна ця проблема для водних екосистем природно-заповідного фонду. Так, парадоксально низьким виявився рівень гідробіологічних досліджень Дідового озера Поліського національного заповідника, попри його охоронний статус та унікальність.

Новизна. Уперше здійснено оцінку якості вод Дідового озера за індикаторними видами водоростей, біотичними індексами, біомасою та інтенсивністю фотосинтезу, визначено закономірності відгуку фітопланктону озера на дію природних та антропогенних чинників. Виявлено 7 видів водоростей – нових для Українського Полісся.

Методологічне або загальнонаукове значення. Отримані результати дослідження є вкрай важливими для впровадження методів моніторингу та менеджменту водних екосистем, які потребують охорони, розробки заходів із запобігання їх деградації.

Викладення основного матеріалу. Дідове озеро займає північно-східну частину водно-болотного угіддя «Дідове озеро», є заболоченим озером постгляціального походження в Овруцькому районі Житомирської області. Максимальна глибина – 2 м, має торфові і мулисті донні відклади. Є унікальною водоймою і входить до складу однойменного гідрологічного заказника загальнодержавного значення в Україні. Площа «Дідового озера» 294 га [19].

Матеріалом даної роботи слугували альгологічні проби, зібрані та опрацьовані загальновідомими методами [20] протягом вегетаційних сезонів 2010–2020 рр. у Дідовому озері. Біоіндикаційний аналіз проведено з урахуванням індикаторних характеристик водоростей, наведених у відповідній монографії [21]. Оцінку якості вод за гідрохімічними та гідрофізичними параметрами, біомасою, первинною продукцією і сапробністю зроблено згідно [20]. Первинну продукцію фітопланктону та деструкцію органічної речовини визначали кисневою модифікацією склянкового методу згідно раніше описаних підходів [22]. Паралельно з відбором альгологічних проб здійснювали визначення гідрофізичних і гідрохімічних параметрів вод за [23].

Загалом середнє значення прозорості води у Дідовому озері упродовж вегетаційних сезонів було рівним 0,65±0,03 м. Середні значення кольоровості води сягали 48,12±1,62°; вмісту розчиненого у воді

кисню – $9,30 \pm 0,43$ мг/дм³; рН – $7,35 \pm 0,12$; окиснюваності перманганатної – $14,32 \pm 0,62$ мг О₂/дм³; заліза загального – $0,38$ мг/дм³; хлоридів – $53,8$ мг/дм³; фосфору фосфатів – $0,05$ мг/дм³; нітрогену амонійного – $1,39$ мг/дм³; нітрогену нітритів – $0,021$ мг/дм³; нітрогену нітратів – $2,50$ мг/дм³. Вміст специфічних речовин токсичної дії в озері був наступним: міді – $0,001$ мг/дм³, цинку – $0,009$ мг/дм³; свинцю – $<0,001$ мг/дм³; марганцю – $0,020$ мг/дм³; кадмію – $<0,0001$ мг/дм³.

Проведена оцінка якості вод озера за гідрохімічними й гідрофізичними параметрами дозволила віднести водойму до I класу якості вод – за вмістом розчиненого у воді кисню, значеннями рН, вмістом цинку, свинцю і кадмію; до II класу якості вод – за прозорістю води, вмістом хлоридів, фосфору фосфатів, міді і марганцю; до III класу якості вод – за величинами окиснюваності перманганатної, за вмістом загального заліза; до IV класу – за вмістом амонійної та нітратної форм нітрогену.

У Дідовому озері кількість ідентифікованих видів рослинного планктону становила 32. У флористичному відношенні найбагатше представлені відділи діатомових (28,1% від загальної кількості видів) і зелених (по 21,9%) водоростей. На третьому місці за видовим багатством знаходяться синьозелені (21,8%).

Аналіз статистичної залежності між кількістю видів водоростей планктону озера та його морфометричними, гідрофізичними і гідрохімічними характеристиками підтвердив, що вона визначалася величиною рН ($r=0,71$; $p=0,00006$; $n=30$) та кольоровістю ($r=-0,69$; $p=0,00001$; $n=30$) і не залежала від вмісту загального нітрогену ($p=0,08$; $n=30$) й фосфору фосфатів ($p=0,11$; $n=30$). Середнє значення родового коефіцієнта дорівнювало 1,67. Зниження рН озера обумовлювало зменшення величини родового коефіцієнта ($r=0,65$; $p=0,000009$; $n=30$). Встановлено зворотній зв'язок між вмістом загального нітрогену і родовим коефіцієнтом ($r=-0,37$; $p=0,001$; $n=30$).

Серед індикаторів місцезростань провідну роль відігравали планктонно-бентосні (50%) і планктонні (41%) форми водоростей. За відношенням до текучості вод та насичення їх киснем фіксували в рівних частках індикаторів повільнотекучих (50%) та стоячих вод (50%). Серед індикаторів температурного режиму домінували помірні форми (67%), крім того, була помітною частка холодолюбних видів (33%). На теплолюбні форми припадав лише 1% від числа видів-індикаторів температурного режиму. Щодо індикаторів кислотності середовища, то найвагомішу частку в озері мали алкаліфіли (43%) та інди-

ференти (29%). Частка ацидофілів і алкаліфілів була рівною (по 14%). Серед індикаторів солоності переважали індіференти (47%), але досить високою була частка галофілів (33%). Загалом у водоймі відмічено переважання індикаторів сапробності, які відповідають II класу якості вод. Так, основна частка видів-індикаторів сапробності представлена β-мезо-сапробами (22%), олігосапробами й оліго-α-мезо-сапробами (по 17%). Встановлено зворотний достовірний зв'язок між вмістом загального нітрогену й часткою олігосапробів ($r=-0,19$; $n=30$).

У Дідовому озері середня чисельність фітопланктону змінювалася в межах $0,009-0,721$ млн кл./дм³ і її середнє значення склало $0,150 \pm 0,02$ млн кл./дм³, біомаса коливалася від $0,009$ мг/дм³ до $0,745$ мг/дм³, а її середнє значення дорівнювало $0,193 \pm 0,03$ мг/дм³. За середніми значеннями біомаси фітопланктону озеро належить до оліго-мезотрофного типу, I класу якості вод. Середнє значення індексу сапробності, розрахованого за біомасою фітопланктону, дорівнювало $1,51 \pm 0,03$, що відповідає II класу якості вод.

Встановлено прямий зв'язок між біомасою озерного фітопланктону і значеннями рН ($r=0,85$; $p=0,000001$; $n=30$), вмістом розчиненого у воді кисню ($r=0,54$; $p=0,00008$; $n=30$); концентрацією загального нітрогену ($r=-0,39$; $p=0,0007$; $n=30$).

Інтенсивність фотосинтезу в одиниці об'єму в Дідовому озері склала $2,68 \pm 0,11$ мг О₂/(дм³·добу). Швидкість деструкції в одиниці об'єму води (R) у середньому сягала $3,28 \pm 0,22$ мг О₂/(дм³·добу). Переважання деструкційних процесів над деструкційними у водоймі вказує на гетеротрофну направленість продукційно-деструкційних процесів (табл. 1).

Трофічний статус оз. Дідове, оцінений за інтенсивністю фотосинтезу, відповідає мезотрофному типу, а якість води – II класу якості вод. За співвідношенням продукційно-деструкційних процесів водойма належить до II класу якості вод.

Останнім часом набувають актуальності дослідження інвазійних видів, їх проникнення, поширення і натуралізації у невластиві для них місця існування. Показано, що посилення біологічного забруднення може зумовлювати порушення різноманіття аборигенної флори й фауни, трофічних взаємодій між окремими видами, і як наслідок – до змін продуктивності водних екосистем. Уже відомо 16 видів-вселенців діатомових водоростей у Великих озерах [24]. Нашими дослідженнями встановлено появу в Дідовому озері 7 видів: *Aphanothece salina* Elenkin & A.N.Danilov, *Gloeothece linearis* Nägeli,

Таблиця 2

Граничні та середні $X \pm m_x$ показники первинної продукції та деструкції органічної речовини, P/B-, A/R – коефіцієнти Дідового озера

ΣA , г О ₂ /(м ² ·добу)	ΣR , г О ₂ /(м ² ·добу)	A/R	A_{max} мг О ₂ /(м ³ ·добу)	R, мг О ₂ /(м ³ ·добу)	P/B
<u>0,18–1,02</u> 0,51±0,07	<u>0,13–3,08</u> 1,91±0,12	<u>0,28–1,81</u> 0,81±0,14	<u>0,01–1,23</u> 0,78±0,04	<u>0,14–2,79</u> 1,06±0,06	<u>0,31–6,64</u> 2,40±0,30

Примітка. Над рискою наведено граничні, під рискою – середні значення досліджуваних показників

Euglena splendens P.A.Dangeard, *Chromulina rosanoffii* (Woronin) Blochmann, *Kephyrion boreale* Skuja, *Achnanthes brevipes* C.Agardh. і *Diademsis gallica* W.Smith, які, згідно літературних даних [25], раніше не зустрічалися на території Українського Полісся. Ймовірно, що пусковим механізмом до появи й адаптації водоростей-вселенців до нових місць існування були зміни гідрологічного і хімічного режиму водойми, пов'язані із антропогенним впливом. Так, важливим фактором, який визначив зміни структури гідробіоти водойм Українського Полісся, була великомасштабна осушувальна меліорація. Ймовірно, збільшення мінералізації вод та зміни клімату можуть обумовлювати не лише експансію в поліській водойми галофілів, але й зменшення зникнення низки оліготрофних видів.

Головні висновки. На підставі проведеного біоіндикаційного й гідрохімічного аналізу, оцінки таксономічного складу, інформаційного різноманіття, кількісних показників розвитку фітопланктону, первинної продукції і деструкції органічної речовини зроблено оцінку якості води Дідового озера, визначено його трофічний статус.

1. У структурі фітопланктону водойми провідна роль належала планктонно-бентосним формам (50% від загальної кількості водоростей-індикаторів місця перебування), олігогалабам-індиферентам за відношенням до галобності (47%), алкаліфілам (43%). Однакові частки мали індикатори стоячих і стояче-текучих вод (по 50%). В озері відмічено перева-

жання індикаторів сапробності, які відповідають II класу якості вод.

2. За біомасою фітопланктону екосистема Дідового озера належить до I класу якості вод, а трофічний статус водойми оцінено як оліго-мезотрофне, за інтенсивністю фотосинтезу та співвідношенням продукційно-деструкційних процесів – до II класу, мезотрофне. Невідповідність оцінки трофічного статусу водойми за біомасою й первинною продукцією фітопланктону, ймовірно, обумовлена переважанням у домінуючих комплексах дрібноклітинних високопродуктивних видів, високим вмістом біогенів, зокрема загального нітрогену, великими площами мілководних ділянок із підвищеною швидкістю продукційних процесів, зокрема обороту нітратів і фосфатів.

3. За більшістю аналізованих гідрофізичних і гідрохімічних параметрів водойма належить до I-II класу якості вод, проте за середніми значеннями вмісту заліза, окиснюваності перманганатної, вмісту нітрогену амонійного, нітритного і нітратного – до III-IV класів.

Перспективи використання результатів дослідження.

Оцінка якості води різнотипних водних об'єктів басейну Прип'яті можуть стати фундаментом для подальшого екологічного моніторингу вод із застосуванням басейнового принципу, прогнозування змін автотрофної ланки за дії чинників середовища, підготовки довідників по регіональних флорах.

Література

1. Bukhtiyarova L. M. Diatoms of Ukraine. Inland waters. Kyiv, 1999. 133 p.
2. Pasztaleniec A., Phytoplankton in the ecological status assessment of European lakes – advantages and constraints // *Ochrona Srodowiska i Zasobów Naturalnych* 27(1). 2016. P. 26-36.
3. Афанасьев С.О. Структура біотичних угруповань та оцінка екологічного статусу річок басейну Тиси. Київ: СП «Інтердрук», 2006. 101 с.
4. Афанасьев С.О., Васильчук Т.О., Летицька О.М., Білоус О.П. Оцінка екологічного стану річки Південний Буг у відповідності до вимог Водної Рамкової Директиви ЄС. Київ: НВП «Інтерсервіс», 2012. 28 с.
5. Постанова Кабінету Міністрів України від 19 вересня 2018 р. № 758 «Про затвердження Порядку здійснення державного моніторингу вод». URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/758-2018-p> (дата звернення: 17.01.2022)
6. Щербак В.И., Майстрова Н.В. Структурная характеристика фитопланктона озерных экосистем Шацкого национального природного парка. *Проблеми екології лісів і лісокористування на Поліссі України*. Житомир: Волинь, 1999. 6. С. 84–91.
7. Герасимова О.В., Лилицкая Г. Г., Царенко П.М. Водоросли водоемов природного заповідника «Медоборы» (Украина). *Альгология*. 2009. 19(4). С. 349–361.
8. Герасимова О.В. Матеріали до флори водоростей Дніпровсько-Орільського природного заповідника (Україна). *Наукові записки Тернопільського пед. ун-ту*. Сер.: Біологія. 2005. 3(26). С. 77–79.
9. Райда Е.В. Xanthophyta водоемов регионального ландшафтного парка «Нижневорсклянский» (Украина). *Альгология*. 2007. 17(4). С. 485–491.
10. Бузова О. В., Жежера М. Д. Водорості національного природного парку «Деснянсько-Старогутський» / за ред. П. М. Царенка. Суми: Університетська книга, 2013. 182 с.
11. Малахов Ю.П. Новые данные о разнообразии водорослей Ривненского природного заповедника. *Альгология*. 2014. 24(3). С. 399–403.
12. Щербак В.И., Семенюк Н. Е., Рудик-Леуская Н.Я. Акваландшафтное и биологическое разнообразие Национального природного парка «Нижнесульский», Украина. 2014. Киев : Фитосоцицентр. 266 с.
13. Виноградова О.М., Коваленко О.В. Синьозелені водорості Карпатського біосферного заповідника. *Укр. бот. журн*. 2005. 62(2). С. 203–212.
14. Лялюк Н.М., Климюк В.Н. Фитопланктон Славянских соленых озер (Украина). *Альгология*. 2011. 21(3). С. 321-328.
15. Trifonova I. S., Pavlova O. A. Structure and succession of phytoplankton in urban water bodies of St.-Petersburg. *Hydrobiol. J.* 2005. 41(3). P. 3–12.

16. Охапкин А. Г., Юлова Г. А., Старцева Н. А. Состав и эколого-флористическая характеристика фитопланктона малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Нижнего Новгорода). *Ботан. журн.* 2002. 87(2). С. 78–88.
17. Щербак В. І., Семенюк Н. Є. Фітопланктон водойм мегаполіса (на прикладі м. Києва). *Укр. ботан. журн.* 2011 68(1). С. 113–212.
18. Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Ленинград : Наука. 1990. 182 с.
19. Географічна енциклопедія України: у 3 т. / за ред. О. М. Маринич та ін. Київ : «Українська радянська енциклопедія» ім. М. П. Бажана, 1989. 427 с.
20. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод / за ред. В. Д. Романенка. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.
21. Барінова С. С., Медведєва Л. А., Анисимова О. В. *Водоросли-індикатори в оцінці якості оточуючої середовища*. ВНИИ природы : Москва, 2000. 150 с.
22. Shelyuk Yu. S. Comparative assessment of the methods of determining phytoplankton production in water bodies differing in their trophic status and water velocity. *Hydrobiol. Journal.* 2017, 53(6), P. 37–48.
23. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы исследования качества вод. Москва : Изд-во СЭВ, 1977. Ч. 3. 91 с.
24. Ricciardi, A., Cohen, J. The invasiveness of an introduced species does not predict its impact. *Biological Invasions.* 2014. 9, P. 309–315
25. Tsarenko P.M., Wasser S.P., Nevo E. *Algae of Ukraine: diversity, nomenclature, taxonomy, ecology and geography. Cyanoprocarvota, Euglenophyta, Chrysophyta, Xanthophyta, Raphidophyta, Phaeophyta, Dinophyta, Cryptophyta, Gaucocystophyta, and Rhodophyta.* 1. Ruggell: Ganter Verlag. 2006. 713 p.