УДК 582.232+582.259+582.26+582.263:581.93(282.256.166/.167) DOI: 10.14258/pbssm.2023066

# Флора водорослей Нижнего Иртыша и его притока – р. Тобол

# Algae flora of the Lower Irtysh and its tributary, the Tobol River

Семенова Л. А., Бондарь М. С.

Semenova L. A., Bondar M. S.

*Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО», г. Тюмень, Россия. E-mail: ecology@gosrc.ru*
*Tyumen Branch of FGBNU VNIRO, Tyumen, Russia*

***Реферат***. Представлены результаты изучения альгофлоры Нижнего Иртыша и его притока – реки Тобол. Всего выявлено 432 таксона видового и подвидового рангов из 124 родов 58 семейств и 8 отделов. Впервые приводится систематический список водорослей. Наибольшим видовым и внутривидовым богатством характеризовались зеленые, диатомовые, синезеленые (цианопрокариоты) и эвгленовые водоросли (93 % от общего списка). Преобладали планктонные виды, виды-космополиты и β-мезосапробы. В фитопланктоне устьевого участка Иртыша зарегистрировано 368 таксонов водорослей рангом ниже рода, в современный период в нижнем течении – 247, в реке Тобол – 192. Водоросли планктона Нижнего Иртыша отличались большим разнообразием зеленых водорослей и обилием диатомей, в реке Тобол – цианопрокариот (август). Наибольшим уровнем количественного развития фитопланктона выделялся устьевой участок р. Иртыш, планктон диатомовый. Современный период характеризуется развитием мелкоклеточных зеленых водорослей, планктон диатомово-хлорококковый. Высокий уровень развития летнего альгоценоза, вызванный вегетацией цианопрокариот и зеленых водорослей, наблюдался в р. Тобол. Появление криптомонад в 2000-е годы свидетельствует об органическом загрязнении водных масс обследованных рек. Полученные материалы имеют научную и практическую ценность и могут быть использованы в биомониторинге.

***Ключевые слова***. Альгофлора, видовой состав, Иртыш, обилие, Тобол.

***Summary***. The results of algoflora studying the Lower Irtysh and its tributary, the Tobol River, are presented. A total of 432 taxa of species and subspecies ranks were identified from 124 of 58 families and 8 departments. For the first time, a systematic list of algae is given. The greatest species and intraspecific richness were characterized by green, diatoms, blue-green (cyanoprokaryotes) and euglenic algae (93 % of the total list). Planktonic species, cosmopolitan species and beta-mesosaprobes predominated. In the phytoplankton of the mouth of the Irtysh, 368 algae taxa with a rank below the genus were registered, in the modern period in the lower reaches – 247, in the Tobol River – 192. The algae of the Lower Irtysh plankton were distinguished by a large variety of green algae and an abundance of diatoms, in the Tobol River – cyanoprokaryotes (August). The estuary section of the Irtysh River was distinguished by the highest level of quantitative development of phytoplankton, diatomaceous plankton. The modern period is characterized by the development of small-cell green algae, diatom-chlorococcal plankton. A high level of development of summer algocenosis caused by the vegetation of cyanoprokaryotes and green algae was observed in the Tobol River. The appearance of cryptomonads in the 2000s indicates organic pollution of the water masses of the surveyed rivers. The obtained materials have a certain scientific and practical value and can be used in biomonitoring.

***Key words***. Abundance, algoflora, Irtysh, species composition, Tobol.

**Введение**. Река Иртыш – одна из крупнейших рек азиатской части России (4248 км). Истоки ее находятся в горах на склонах Монгольского Алтая, условно ее делят на три части: верхнюю – до выхода из предгорий Южного Алтая; среднюю – до устья р. Тобол; нижнюю – до впадения в р. Обь. Средняя глубина реки – 8–12 м. Скорость течения в половодье возрастает до 1 м/с, в межень падает до 0,4 м/с. Одним из крупных левых притоков Нижнего Иртыша является Тобол (Петров, 1979). Фитопланктон Нижнего Иртыша, его качественный и количественный состав, были объектом внимания альгологов в 1968–1970 гг. (Валеева, 1975) и в 1979–1982 гг. (Науменко, 1984, 1991; Генкал, Науменко, 1985). В августе маловодного 2017 г. проведена разовая съемка в нижнем течении реки (Баженова, Барсукова, 2020). В составе планктона идентифицировано 259 видовых и внутривидовых таксонов. Численность варьировала от 3,20 до 12,36 млн кл./л, биомасса – от 2,10 до 4,60 мг/л. Литературные данные не дают представления о составе, структуре и обилии водорослей устьевого участка Иртыша, который обследовался

«СибрыбНИИпроектом» (с 2019 г. – Тюменский филиал ФГБНУ «ВНИРО») в 1978, 1980, 1981 гг., в начальный период развития нефте-газового комплекса Западной Сибири. При оценке степени антропогенного воздействия на водные биоценозы данные, полученные в прошлом столетии, можно рассматривать как фоновые. С 2019 г. возобновлены комплексные мониторинговые исследования в Нижнем Иртыше, его притоках и пойме с целью изучения кормовой базы рыб.

В данной работе приводятся результаты экспедиционных исследований фитопланктона Нижнего Иртыша и его притока – реки Тобол – с целью анализа таксономической структуры альгофлоры и количественных характеристик на основе многолетних наблюдений.

**Материалы и методы**. Материалом послужили ежемесячные сборы (2–3 раза в месяц) в период открытой воды (с мая по октябрь) в устье Иртыша (выше г. Ханты-Мансийск) в 1978, 1980, 1981 гг., в нижнем его течении на 11 разрезах реки (57°57′–68°21′ с. ш.) в современный период (с 2019 г.) и в устье Тобола (д. Караульнояр). В период исследований прозрачность колебалась от 10 до 45 см. Наиболее интенсивно вода прогревается в июле, достигая 20–24 °С, в конце октября понижается до 3 °С.

Пробы отбирали батометром Молчанова или Рутнера (0,5–1,0 л) на гидробиологических створах в трех точках – у правого, левого берега и на фарватере в 1978 г. и с 2019 г. – в поверхностном горизонте, в 1980–1981 гг. – с разных горизонтов: 0,5, 2, 4, 6, 8 и 10 м. Взятие качественных проб проводилось конической планктонной сетью (газ № 67) в поверхностном горизонте. Количественные пробы консервировали 40%-м формальдегидом или раствором Люголя (с 2019 г.), качественные – реактивом Утермёля. Пробы концентрировали отстойным методом или фильтровали через мембранные фильтры с диаметром пор до 2 мкм. Камеральную обработку проб проводили по общепринятым в альгологии методикам (Методика изучения …, 1975; Руководство по методам …, 1983). Учет клеток водорослей производили в 1979 г. и в современный период в камере Нажотта (в 2–4 повторностях), в 1980–1981 гг. – в камере Горяева путем просматривания 10 капель из каждой пробы. Капли брались штемпель-пипеткой (0,01 мл). Биомасса рассчитывалась счетно-объемным методом. Идентификацию водорослей (качественный анализ) проводили путем просматривания 5 капель осадка из каждой пробы. Для идентификации видов диатомей готовились постоянные препараты (Диатомовые водоросли …, 1974). Всего собрано и обработано 290 количественных проб и 118 качественных. В обработке альгологических проб в 1979–1981 гг. принимали участие В. А. Алексюк, Л. А. Семенова («СибрыбНИИпроект») и по договору с «СибрыбНИИпроект» – к. б. н. Э. И. Валеева.

**Результаты и обсуждение**. Растительный планктон района исследований флористически разнообразен, представлен широко распространенными планктонными видами, обитающими при довольно широком диапазоне температур, видами космополитами и β-мезосапробами. Всего выявлено 432 таксона видового и подвидового рангов из 124 родов 58 семейств 8 отделов, 51 из обнаруженных видов впервые встречены в Нижнем Иртыше (табл. 1).

Таблица 1

Альгофлора Нижнего Иртыша и р. Тобол

| Таксон | р. Иртыш | | р. Тобол |
|---|---|---|---|
| | 1978–1981 | 2019–2022 | 2019–2020 |
| **Cyanoprocariota (Cyanophyta)** | | | |
| *Anabaena contorta* Lachm. | + | | |
| *A. flos-aquae* (Lyngb.) Breb. | + | + | + |
| *A. spiroides* Kleb. | + | + | + |
| *A. lemmermanii* P. Richt. | + | + | + |
| *A. variabilis* Kütz. | + | | |
| *A. scheremetievi* Elenk. | + | + | + |
| *A. planctonica* Brunnth | + | + | |
| *A. solitaria* Kleb. | + | | |
| *Aphanizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs f. *flos-aquae* | + | + | + |
| *Aph. flos-aquae* f. *gracile* (Lemm.) Elenk. | + | + | + |
| *Aph. flos-aquae* f. *klebanii* Elenk. | + | + | + |

Примечание: * – вид обнаружен впервые в р. Иртыш.

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Aph. elenkinii* Kissel. | + | + | |
| *Aphanothece clathrata* W. et G. S. West | + | + | |
| *A. globosa* Elenk. | + | | |
| *Cilindrospermum michailovskoense* Elenk. | + | | |
| *Coelosphaerium kuetzingianum* Näg. | + | + | + |
| *C. minutissimum* Lemm. | + | | |
| *Cyanarcus hemiformis* Pasch | + | | |
| *Dactylococcopsis acicularis* Lemm. | + | | |
| *D. rhaphidioides* Hansg. | + | + | |
| *Gloeocapsa limnetica* (Lemm.) Hollerb. | + | + | + |
| *G. minima* (Keissl.) Hollerb. | + | + | + |
| *G. minor* (Kütz.) Hollerb. | + | | |
| *G. minuta* (Kütz.) Hollerb. | + | + | + |
| *G. montana* Kütz. ampl. Hollerb. | + | | |
| *G. turgida* (Kütz.) Hollerb. | + | | |
| *Gomphosphaeria aponima* Kütz. | + | | |
| *G. lacustris* Chod. f. *lacustris* | + | + | + |
| *G. lacustris* f. *compacta* (Lemm.) Elenk. | + | + | + |
| *Holopedia geminata* Lagerh. | + | | |
| *Lyngbia contorta* Lemm. | + | | |
| *L. limnetica* Lemm. | + | + | + |
| *Marsoniella elegans* f. *compacta* (Popova) Hollerb. | + | | |
| *Merismopedia minima* G. Beck | + | + | + |
| *M. punctata* Meyen | + | | |
| *M. tenuissima* Lemm. | + | + | + |
| *Microcystis aeruginosa* (Kütz.) Elenk. f. *aeruginosa* | + | + | + |
| *M. aeruginosa* f. *flos-aquae* (Wittr.) Elenk. | + | + | |
| *M. aeruginosa* f. *marginata* (Menegh.) Elenk. | + | | |
| *M. grevillei* (Hass.) Elenk. | + | + | |
| *M. pulverea* (Wood) Forti emend. Elenk. f. *pulverea* | + | + | + |
| *M. pulverea* f. *delicatissima* (W. et G. S. West) Elenk. | + | + | + |
| *M. pulverea* f. *incerta* (Lemm.) Elenk. | + | + | + |
| *M. pulverea* f. *holsatica* (Lemm.) Hollerb. | + | + | + |
| *M. pulverea* f. *pulchra* (Lemm.) Elenk. | + | | |
| *M. wesenbergii* (Kom.) Kom. in Kondratieva | + | | |
| *Oscillatoria agardhii* Gom.* | | + | |
| *O. granulata* Gardner.* | | + | + |
| *O. planctonica* Woloss. | + | + | + |
| *O. ornata* (Kütz.) Gom. | + | | |
| *Phormidium* Kütz. sp. | + | + | + |
| *Rhadoderma lineare* Schmidle et Laut. emend. Hollerb. | + | | |
| *Snowella rosea* (Snow.) Elenk. | + | + | + |
| *Spirulina* Turp. sp. | + | + | + |
| *Synechococcus aeruginosus* Näg. | + | + | + |
| *Synechocystis aquatilis* Sauvar. | + | + | |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *S. crassa* Woronich. | + | + | |
| *Tetrarcus ilsteri* Skuja | + | | |
| *Woronichinia naegeliana* (Ung.) Elenk. | + | | |
| **Euglenophyta** | | | |
| *Euglena acus* Ehr. | + | + | + |
| *E. acus* var. *minor* Hansg. | + | | |
| *E. intermedia* (Klebs) Schmitz | + | | |
| *E. korschikovii* Gojdies | + | | |
| *E. oxyuris* Schmarda | + | + | |
| *E. pascheri* Swir. | + | | |
| *E. proxima* Dang | + | | |
| *E. thinophila* Skuja | + | | |
| *E. vagans* Defl. | + | | |
| *E. variabilis* Klebs. | + | | |
| *E. viridis* Ehr. | + | + | + |
| *Lepocinclis* Perty sp. | + | + | |
| *L. fusiformis* (Carter) Lemm. | + | | |
| *Phacus* Duj. sp. | + | + | + |
| *Strombomonas acuminata* (Schmarda) Defl. | + | + | + |
| *St. giberrosa* var. *longicollis* Playf | + | | |
| *St. tambowica* (Swir.) Defl. | + | | |
| *St. schauinslandii* (Lemm.) Defl. | + | | |
| *Trachelomonas abrupta* Swir. | + | | |
| *T. caudata* (Ehr.) Stein | + | | |
| *T. cingeri* f. *urna* Popova | + | | |
| *T. coronata* Swir. | + | | |
| *T. curta* Da Cunha | + | | |
| *T. dubia* f. *lata* (Defl.) Popova | + | | |
| *T. intermedia* Dang. f. *intermedia* | + | | |
| *T. intermedia* var. *spinfera* Popova | + | | |
| *T. granulosa* Playf. | + | | |
| *T. komarovii* Skvar. | + | | |
| *T. lacustris* Drez. emend. Balech | + | | |
| *T. nigra* Swir. | + | | |
| *T. oblonga* Lemm. var. *oblonga* | + | + | |
| *T. oblonga* var. *pulcherrima* (Playf.) Popova | + | | |
| *T. oblonga* var. *punctata* Lemm. | + | | |
| *T. oblonga* var. *ovalis* (Playf.) Popova | + | | |
| *T. obovata* Stokes emend. Defl. | + | | |
| *T. pavlovskoënsis* (V. Poljan.) Popova | + | | |
| *T. planctonica* Swir. f. *planctonica* | + | + | + |
| *T. planctonica* var. *oblonga* Dzez. | + | | |
| *T. scabra* Playf. | + | | |
| *T. scabra* var. *coberensis* Defl. | + | | |
| *T. scabra* var. *borealis* Safon | + | | |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *T. silvatica* Swir. | + | | |
| *T. volvocina* Ehr. | + | + | + |
| *T. volvocina* var. *punctata* Playf. | + | + | |
| *T. volvocinopsis* Swir. | + | + | + |
| **Cryptophyta** | | | |
| *Chroomas acuta* Uterm.* | | + | |
| *Cryptomonas marssonii* Skuja* | | + | + |
| *C. erosa* Ehr.* | | + | + |
| *C. reflexa* (Marsson) Skuja* | | + | + |
| *C. ovata* Ehr.* | | + | |
| **Dinophyta** | | | |
| *Gymnodinium* Stein sp. | + | + | + |
| *G. aeruginosum* Stein | + | | |
| *Ceratium hirundinella* (O. F. M.) Bergh. | + | + | + |
| *Peridinium* Ehr. sp. | + | + | + |
| **Chrysophyta** | | | |
| *Chrysococcus rufescens* Klebs | | | + |
| *Ch. biporus* Skuja* | | + | |
| *Dinobryon bavaricum* Imh. | + | + | + |
| *D. cylindricum* Imh. | + | + | + |
| *D. divergens* Imh. | + | + | + |
| *D. sertularia* Ehr. | + | | |
| *D. suecicum* var. *longispinum* Lemm. | + | + | |
| *D. spirale* Jwan. | + | + | + |
| *D. suecicum* Lemm. | + | + | + |
| *Mallomonas* Perty sp. | + | + | + |
| *Kephyrion doliolum* Conr.* | | + | |
| *K. spirale* (Lack.) Conr.* | | + | |
| *Pseudokephyrion entzii* Corn.* | | + | |
| *Stenokalyx laticollis* Conr.* | | + | |
| **Bacillariophyta** | | | |
| *Acanthoceras zachariasii* Lemm. | | | + |
| *Achnanthes* Bory sp. | | + | + |
| *A. dispar* Cl. | + | | |
| *Amphora ovalis* Kütz.* | | + | + |
| *A. ovalis* var. *pediculus* Kütz. | + | + | + |
| *Asterionella formosa* Hass. | + | + | + |
| *A. formosa* var. *acaroides* Lemm. | + | | |
| *A. gracillima* (Hantzsch.) Heib. | + | | |
| *Aulacosira ambigua* (Grun.) Sim. f. *ambigua* | + | + | + |
| *A. ambiqua* f. *curvata* (Skabitsch.) Genkal* | | + | |
| *A. distans* (Ehr.) Sim. | + | + | + |
| *A. alpigena* (Grun.) Kram. | + | + | + |
| *A. granulata* (Ehr.) Sim. var. *granulata* | + | + | + |
| *A. granulata* var. *angusstisima* (O. Müll.) Sim. | + | + | + |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *A. granulata* f. *curvata* (Grun.) Sim. | + | | |
| *A. granulata* var. *muzzanensis* (Meist.) Hust.* | | + | + |
| *A. islandica* (O. Müll.) Sim. var. *islandica* | + | + | + |
| *A. islandica* ssp. *helvetica* (O. Müll.) Sim. | + | | |
| *A. italica* (Ehr.) Sim. var. *italica* | + | + | + |
| *A. italica* var. *tenuissima* (Grun.) Sim. | + | + | + |
| *A. subarctica* (O. Müll.) Haworth. | + | + | + |
| *A. italica* f. *curvata* Pant. | + | + | + |
| *Cocconeis* Ehr. sp. | | + | + |
| *Cyclotella bodanica* Eulenst. | + | + | |
| *C. comta* (Ehr.) Kütz. | + | + | + |
| *C. kuetzingiana* Thw. | + | + | |
| *C. meneghiniana* Kütz. | + | + | + |
| *C. stelligera* Cl. et Grun. | + | + | + |
| *Cymatopleura solea* (Breb.) W. Sm. | + | + | + |
| *C. elliptica* var. *nobbilis* ( Hantzsch) Hust. | + | | |
| *Cymbella naviculifomis* Auersw.* | | + | |
| *C. stuxbergii* Cl. var. *intermedia* Wisl. | + | | |
| *C. turgida* (Greg.) Cl. | + | + | + |
| *Diatoma anceps* (Ehr.) Kirchn. | + | | |
| *D. elongatum* (Lyngb.) Ag. var. *elongatum* | + | + | + |
| *D. elongatum* var. *pachycephalum* Grun. | + | | |
| *D. vulgare* Bory | + | | |
| *Diploneis* Ehr. sp. | | + | + |
| *Epithemia* Breb. sp. | | + | + |
| *Eunotia arcus* Ehr. var. *arcus* | + | + | + |
| *E. exiqua* var. *compacta* Hust. | + | | |
| *E. fallax* var. *gracillima* Krasske | + | + | |
| *E. flexuosa* (Breb.) Kütz. | + | | |
| *E. monodon* Ehr. var. *monodon* | + | | |
| *E. monodon* var. *major* (N. Sm.) Hust. | + | | |
| *E. parallela* Ehr. | + | | |
| *Fragilaria bicapitata* A. Meyer | + | | |
| *Fr. capucina* Desm. | + | + | + |
| *Fr. construens* (Ehr.) Grun.* | | + | + |
| *Fr. crotonensis* Kitt. | + | + | + |
| *Fr. inflata* (Heid.) Hust. | + | + | |
| *Fr. intermedia* Grun. | + | | |
| *Fr. pinnata* Ehr.* | | + | + |
| *Fr. vierescens* Ralfs | + | | |
| *Gomphonema* Ag. sp. | | + | + |
| *Gomphocymbella ancyli* (Cl.) Hust. | + | | |
| *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. | + | + | + |
| *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. | + | | + |
| *Melosira varians* Ag. | + | + | + |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *M. undulata* (Ehr.) Kütz.* | | + | |
| *Navicula americana* Ehr. | + | | |
| *N. cryptocephala* Kütz.* | | + | |
| *N. gastrum* Ehr.* | | + | + |
| *N. gracilis* Ehr.* | | + | |
| *N. placentula* (Ehr.) Grun. f. *placentula** | | + | |
| *N. placentula* f. *rostrata* A. Mayer* | | + | |
| *N. pupula* Kütz.* | | + | + |
| *N. radiosa* Kütz. | + | + | + |
| *N. tridentula* Krasske | + | | |
| *Nitzschia acicularis* W. Sm. | + | + | + |
| *N. communis* Rabenh. | + | | |
| *N. gracilis* Hantzsch | + | + | + |
| *N. holsatica* Hust. | + | + | + |
| *N. kuetzingiana* Hilse* | | + | + |
| *N. linearis* W. Sm. | + | + | + |
| *N. palea* (Kütz.) W. Sm. | + | + | + |
| *N. sigmoidea* (Ehr.) W. Sm. | + | | |
| *N. tryblionella* var. *levidensis* (W. Sm.) Grun.* | | + | + |
| *N. vermicularis* (Kütz.) Grun.* | | + | + |
| *Pinnularia gibba* Ehr.* | | + | + |
| *P. major* (Kütz.) Cl. var. *major* | + | | |
| *P. major* var. *lacustris* Meist. | + | | |
| *P. nobilis* Ehr. | + | | |
| *P. viridis* (Nitzsch.) Ehr. var. *viridis* | + | + | + |
| *P. viridis* var. *intermedia* Cl. | + | | |
| *Stephanodiscus astraea* var. *intermedius* Fricke | + | + | + |
| *St. astraea* (Ehr.) Grun. var. *astraea* | + | + | |
| *St. astraea* var. *minutulus* (Kütz.) Grun. | + | + | + |
| *St. dubius* (Fricke) Hust. | + | | |
| *St. hantzschii* Grun. | + | + | + |
| *St. tenius* ssp. *radiolaria* Skabitsch. | + | + | |
| *Surirella biseriata* Breb. | + | + | + |
| *S. capronii* Breb. | + | | |
| *S. elegans* Ehr. | + | | |
| *S. ovata* Kütz.* | | + | + |
| *S. robusta* var. *splendida* Ehr. | + | + | |
| *Synedra acus* Kütz. | + | + | + |
| *S. acus* var. *radians* (Kütz.) Hust. | + | + | + |
| *S. actinastroides* Lemm. | + | | |
| *S. berolinensis* Lemm. | + | | |
| *S. capitata* Ehr. | + | | |
| *S. montana* Krasske | + | | |
| *S. rumpens* Kütz. | + | | |
| *S. ulna* var. *aequalis* (Kütz.) Hust. | + | | |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *S. ulna* var. *danica* (Kütz.) Grun. | + | + | + |
| *S. ulna* (Nitzsch.) Ehr. var. *ulna* | + | + | + |
| *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. | + | + | + |
| *T. fenestrata* var. *intermedia* Grun. | + | + | |
| *T. flocullosa* (Roth) Kütz. | + | + | + |
| **Xanthophyta** | | | |
| *Centritractus belonophorus* Lemm.* | | + | + |
| *Goniochloris fallax* Fott | + | | |
| *Ophiocytium parvulum* A. Br. | | | + |
| *Pseudostaurastrum hastatum* (Reinsch) Chod. | + | | |
| *Tetraplektron* Pasch. sp. | + | | |
| *Tribonema ambiguum* Skuja | + | + | + |
| *T. minus* Hazen | + | + | |
| *T. vulgare* Pasch. | + | | |
| **Chlorophyta** | | | |
| *Actidesmium hookeri* Reinsch. | + | | |
| *Aktinastrum hantzschii* Lagerh. var. *hantzschii* | + | + | + |
| *A. hantzschii* var. *gracile* Roll. | + | + | + |
| *Anthrodesmus convergens* Ehr. | + | | |
| *Ankistrodesmus acicularis* Korsch. | + | + | + |
| *A. angustus* Bern.* | | + | + |
| *A. arcuatus* Korsch. | + | | |
| *A. bibraianus* (Reinsch) Korsch. | + | | |
| *A. densus* Korsch. | + | | |
| *A. falcatus* (Corda) Ralfs var. *falcatus* | + | + | + |
| *A. fusiformis* Corda | + | + | + |
| *A. gracilis* (Reinsch) Korsch. | + | + | |
| *A. longissimus* (Lemm.) Wille var. *longissimus* | + | + | + |
| *A. longissimus* var. *acicularis* (Chod.) Brunnth. | + | + | + |
| *A. mucicola* Korsch. | + | | |
| *A. pseudomirabilis* Korsch. | + | + | + |
| *A. pseudomirabilis* var. *sparalis* Korsch. | + | + | + |
| *Apiocystis brauniana* Näg. | + | | |
| *A. caput-medusae* (Bohl.) Korsch. | + | | |
| *Binuclearia lauterbornii* (Schmidle) Pr.-Zavr.* | | + | + |
| *Chlamydomonas* Ehr. sp. | | + | + |
| *Ch. conferta* Korsch.* | | + | + |
| *Ch. incerta* Pasch.* | | + | |
| *Chlorella vulgaris* Beijer.* | | + | |
| *Closterium acerosum* (Schrank) Ehr. var. *acerosum* | + | | |
| *C. acerosum* f. *minus* (Hantzsch) Kossinsk. | + | | |
| *C. aciculare* T. West. var. *aciculare* | + | + | |
| *C. aciculare* var. *supronum* W. et West | + | + | + |
| *C. acutum* (Lyngb.) Breb. | + | | |
| *C. acutum* var. *linea* (Perty) W. et G. West | + | | |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *C. gracile* Breb | + | | |
| *C. lanceolatum* Kütz. | + | | |
| *C. leibleinii* Kütz. | + | | |
| *C. moniliferum* (Bory) Ehr. | + | | |
| *C. peracerosum* Gay | + | + | + |
| *C. pronum* Breb. var. *pronum* | + | + | + |
| *C. pronum* var. *brevis* (W. West) Kossinsk.* | | + | |
| *C. rostratum* Ehr. | + | | |
| *C. siliqna* W. et G. West | + | | |
| *C. subulatum* (Kütz.) Breb. | + | | |
| *C. tumidum* L. W. | + | | |
| *Coelastrum intermedium* (Bohl.) Korsch. | + | | |
| *C. microporum* Näg. | + | + | + |
| *C. pseudomicroporum* Korsch. | + | | |
| *C. reticulatum* (Dang.) Senn. | + | | |
| *C. sphaericum* Näg. | + | + | + |
| *Coenochloris pyrenoidosa* Korsch. | + | + | |
| *Coenococcus planctonica* Korsch. | + | + | + |
| *Coenocystis planctonica* Korsch. | + | + | |
| *Cosmarium depressum* (Näg.) Lund. | + | + | + |
| *C. pachydermum* Lund. | + | | |
| *C. undulatum* Corda | + | | |
| *Crucigenia apiculata* Schmidle | + | + | + |
| *C. fenestrata* Schmidle | + | + | + |
| *C. irregularis* Wille | + | + | + |
| *C. quadrata* Morren | + | + | + |
| *C. rectangularis* (A. Br.) Gay | + | | |
| *C. tetrapedia* (Kirchn.) W. et W. | + | + | + |
| *Diacanthos belenophorus* Korsch. | + | | |
| *Dictyochlorella reniformis* (Korsch.) Silva | + | | |
| *Didymocystis linearis* Korsch. | | | + |
| *D. planctonica* Korsch. | + | + | + |
| *Dictyosphaerium pulchellum* Wood var. *pulchellum* | + | + | + |
| *D. ehrenbergianum* Näg. | + | + | + |
| *D. pulchellum* var. *ovatum* Korsch. | + | + | + |
| *Elakatothrix genevensis* (Roverd.) Hind.* | | + | + |
| *Eudorina elegans* Ehr. | + | + | + |
| *E. illinoisensis* Pasch. | + | | |
| *Franceia echidna* (Bohl.) Korsch. | + | | |
| *F. ovalis* (France) Lemm. | + | | + |
| *Golenkinia radiata* Chod. | + | + | + |
| *Golenkiniopsis longispina* Korsch. | + | + | |
| *G. solitaria* (Korsch.) Korsch. | + | | |
| *Gonatozygon monotaenium* De Bory | + | | |
| *Hyaloraphidium rectum* Korsch. | + | | |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *H. contortum* Pasch. et Korsch. | + | | |
| *Kirschneriella contorta* (Schmidle) Korsch. | + | | |
| *K. intermedia* Korsch. var. *intermedia* | + | + | + |
| *K. intermedia* Korsch. var. *major* Korsch. | + | + | |
| *K. irregularis* (Smith) Korsch. | + | + | |
| *K. lunaris* (Kirchn.) Moeb. var. *lunaris* | + | + | + |
| *K. luneris* var. *dianae* Bohl. | + | | |
| *K. obesa* (W. West) Schmidle | + | + | + |
| *Korschikoviella limnetica* (Lemm.) Silva | + | | |
| *Lagerheimia ciliata* (Lagerh.) Chod.* | | + | |
| *L. citriformis* (Snow.) G. M. Smith | + | + | + |
| *L. genevensis* Chod. | + | + | + |
| *L. quadriseta* (Lemm.) G. M. Smith | + | + | + |
| *L. wratislaviensis* Schroed. | + | + | + |
| *Micractinium pusillum* Fresen | + | + | + |
| *Monoraphidium komarkovae* (Nyg.)* | | + | + |
| *M. minutum* (Näg.) Kom.-Legn.* | | + | + |
| *Mougeotice elegantula* Wittrock* | | + | |
| *Nephrocytium obesum* var. *symetrica* Printz | + | | |
| *Oocystis borgei* Snow | + | + | + |
| *O. crassa* Wittr. | + | | |
| *O. elliptica* W. West | + | | |
| *O. gigas* Archer | + | | |
| *O. lacustris* Chod. | + | + | + |
| *O. marssonii* Lemm. | + | + | + |
| *O. parva* W. et. W. | + | + | + |
| *O. pelagica* Lemm. | + | | |
| *O. pusilla* Hansg. | + | + | + |
| *O. solitaria* Wittr. | + | | |
| *O. submarina* Lagerh. | + | + | + |
| *Oocystidium ovale* Korsch.* | | + | |
| *Pandorina charkoviensis* Korsch. | + | | |
| *P. morum* (O. Müll.) Bory | + | + | + |
| *Pediastrum angulosum* (Ehr.) Menegh. | + | | |
| *P. biradiatum* Meyen | + | | |
| *P. boryanum* (Turp.) Menegh. | + | + | + |
| *P. duplex* Meyen var. *duplex* | + | + | + |
| *P. duplex* var. *clathratum* (A. Br.) Lemm. | + | + | |
| *P. duplex* var. *inflata* Wolosz. | + | + | |
| *P. duplex* var. *reticulatum* Lagerh. | + | + | |
| *P. integrum* Näg. | + | | |
| *P. kawreiskyi* Schmidle | + | + | |
| *P. praecox* Morr.-Wod. | + | | |
| *P. simplex* Meyen | + | + | + |
| *P. tetras* (Ehr.) Ralfs var. *tetras* | + | + | + |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *P. tetras* var. *tetraedron* (Corda) Rabenh.* | | + | + |
| *Pteromonas angulosa* (Carter.) Lemm.* | | + | |
| *Scenedesmus acuminatus* (Lagerh.) Chod. var. *acuminatus* | + | + | + |
| *S. acuminatus* var. *biseriatus* Reinh. | + | + | + |
| *S. acuminatus* var. *elongatus* Smith | + | + | |
| *S. acutiformis* Schroed. | + | | |
| *S. apiculatus* (W. et W.) Chod. | + | | |
| *S. arcuatus* Lemm. | + | + | |
| *S. arcuatus* var. *platydiscus* Smith | + | | |
| *S. bicaudatus* (Hansg) Chod | + | + | + |
| *S. bijugatus* (Turp.) Kütz. | + | + | + |
| *S. cuneatus* Skabitsch. | + | + | + |
| *S. denticulatus* Lagerh. var. *denticulatus* | + | + | + |
| *S. denticulatus* var. *australis* Playfair. | + | | |
| *S. disciformis* (Chod.) Fott et Kom. | + | | |
| *S. incrassatulus* Bohl. | + | | |
| *S. intermedius* Chod. var. *intermedius** | | + | |
| *S. intermedius* var. *balatonicus* Hortob.* | | + | |
| *S. intermedius* var. *bicaudatus* Hortob.* | | + | + |
| *S. obliguus* (Turp.) Kütz. | + | + | + |
| *S. obliguus* var. *alternans* Christ. | + | + | + |
| *S. ostacellularis* J. Kiss. | + | | |
| *S. platydiscus* (G. M. Smith) Chod. | + | | |
| *S. protuberans* Fritsch | + | | |
| *S. quadricauda* var. *abundans* Kirchn. | + | + | + |
| *S. quadricauda* var. *armatus* (Chod.) Deduss. | + | | |
| *S. quadricauda* var. *dentatus* Deduss. | + | | |
| *S. quadricauda* var. *eualternans* Proschk. | + | + | + |
| *S. quadricauda* var. *longispina* (Chod.) G. M. Smith | + | + | + |
| *S. quadricauda* var. *setosus* Kirchn. | + | | |
| *S. quadricauda* var. *spinosus* Deduss. | + | | |
| *S. quadricauda* (Turp.) Breb. var. *quadricauda* | + | + | + |
| *S. serratus* (Corda) Bohl. | + | | |
| *S. spinosus* Chod. | + | | |
| *Schoederia robusta* Korsch. | + | | |
| *Sch. setigera* (Schroed.) Lemm. | + | + | + |
| *Spirogyra* Link sp. | | + | + |
| *S. tenuissima* (Hass.) Kütz.* | | + | + |
| *Schizochlamydella delicatula* (West.) Korsch. | + | | |
| *Sorastrum spinulosum* Näg. | + | | |
| *Sphaerocystis planctonica* (Korsch.) Bourr. | + | + | + |
| *Sph. polycocca* Korsch. | + | | |
| *Sph. schroeteri* Chod. | + | | |
| *Sphaerozoma vertebratum* (Breb.) Ralfs | + | | |

Продолжение таблицы 1

| | | | |
|---|---|---|---|
| *Staurastrum dejectum* Breb. | + | + | + |
| *S. glabrum* Ehr. ex Ralfs | + | | |
| *S. connatun* (Lund.) Roy et Biss. | + | | |
| *S. gracile* Ralfs | + | | |
| *S. margaritaceum* (Ehr) Menegh | + | | |
| *S. paradoxum* var. *parvulum* West | + | + | + |
| *S. planctonicum* Teil. | + | | |
| *Stephanoon wallichii* Wille | + | | |
| *Tetrachlorella alternans* Korsch. | + | + | + |
| *Tetraedron caudatum* (Corda) Hansg.* | | + | + |
| *T. incus* (Teiling.) G. M. Smith. | + | + | |
| *T. minimum* (A. Br.) Hansg. | + | + | |
| *T. minimum* var. *longissimum* Defl. | + | | |
| *T. minutissimum* Korsch.* | | + | + |
| *T. triangulare* Korsch. | + | + | + |
| *Tetraspora lacustris* Lemm. | + | | |
| *Tetrastrum glabrum* (Roll.) Ahlstr. et Tiff. | + | + | + |
| *T. elegans* Playf. | | | + |
| *T. punctatum* (Schmidle) Anlstr. et Tiff | + | + | + |
| *T. staurogeniaforme* (Schroed.) Lemm. | + | + | + |
| *Ulothrix subtilissima* Rabenh.* | | + | + |
| *Volvox globator* (L.) Ehr. | + | | |
| *Volvulina steinii* Playf. | + | | |
| *Westella botryoides* (W. West) De Wild. | + | + | |

В альгофлоре обследованных рек наибольшим видовым и внутривидовым богатством характеризовались зеленые, диатомовые, синезеленые (цианопрокариоты) и эвгленовые водоросли (93 % от общего списка). Доля золотистых, желто-зеленых, динофитовых и криптофитовых не превышала 7 % (табл. 2).

Таблица 2

Таксономическая структура (число таксонов) фитопланктона Нижнего Иртыша и р. Тобол

| Отдел | р. Иртыш | | | р. Тобол | Всего |
|---|---|---|---|---|---|
| | устьевой участок | нижнее течение | всего | устьевой участок | |
| Cyanoprocariota | 57 | 36 (21) | 59 | 27 (11) | 59 |
| Chrysophyta | 8 | 12(5) | 13 | 7 (6) | 14 |
| Bacillariophyta | 85 | 71 (163) | 108 | 58 (81) | 109 |
| Xanthophyta | 6 | 3 (3) | 7 | 3 (7) | 8 |
| Cryptophyta | 0 | 5 (0) | 5 | 3 (0) | 5 |
| Dinophyta | 4 | 3 (3) | 4 | 3 (1) | 4 |
| Euglenophyta | 45 | 11 (14) | 45 | 7 (16) | 45 |
| Chlorophyta | 163 | 106 (107) | 187 | 84 (74) | 188 |
| Итого | 368 | 247 (316) | 428 | 192 (196) | 432 |

Примеч.: в скобках – литературные данные по р. Иртыш, 1979–1982 гг. (Науменко, 1984) и по р. Тобол 1980, 1981, 1985 гг. (Науменко, 1991).

В фитопланктоне устьевого участка р. Иртыш (при более детальном обследовании) зарегистрировано 368 таксонов водорослей рангом ниже рода из 7 отделов, в современный период в нижнем его течении (по количественным пробам) – 247, в р. Тобол – 192 из 8 отделов. Сравнивая наши данные со сведениями о составе фитопланктона других исследователей (Науменко, 1984, 1991), следует отметить, что на фоне видового богатства обследованных рек возросло разнообразие цианопрокариот и золотистых водорослей, однако недостаточно изучены диатомеи. Отмечено появление криптомонад – видов рода *Cryptomonas*, *Croomonas acuta*, представителей органического загрязнения.

Уровень и динамика фитопланктона зависит от особенностей гидрохимического и гидрологического режимов в каждом конкретном году, а также от сроков ледохода и скорости прогрева воды. Количественные показатели развития фитопланктона более подвержены пространственной и временной динамике, чем качественные (табл. 3).

Таблица 3

Численность (N, млн кл./л) и биомасса (B, мг/л) фитопланктона Нижнего Иртыша и р. Тобол

| Год (горизонт) | Месяц | N, млн кл./л | | B, мг/л | | Доминанты | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | диапазон | среднее | диапазон | среднее | по N | по B |
| Устье Иртыша | | | | | | | |
| 1978 (поверхностный) | V | 0,09–2,24 | 1,00 | 0,03–1,48 | 0,64 | Bac | Bac |
| | VI | 0,57–7,18 | 3,88 | 0,35–4,61 | 2,48 | Bac | Bac |
| | VII | 4,06–4,82 | 4,44 | 2,46–2,94 | 2,70 | Bac | Bac |
| | VIII | 0,35–2,30 | 1,13 | 0,20–1,38 | 0,60 | Bac-Cya | Bac |
| | IX | 2,41–4,00 | 3,21 | 1,44–2,41 | 1,93 | Bac | Bac |
| | X | | 2,11 | | 1,10 | Bac | Bac |
| 1980–1981 (усредненный) | VI | 1,00–2,91 | 2,79 | 0,08–5,18 | 3,45 | Bac | Bac |
| | VII | 2,60–3,72 | 3,32 | 0,74–6,01 | 2,87 | Bac-Chl | Bac |
| | IX | 2,90–3,27 | 3,07 | 0,58–2,03 | 1,54 | Bac | Bac |
| | X | 1,56–2,87 | 2,29 | 0,26–2,03 | 0,93 | Bac | Bac |
| Нижний Иртыш | | | | | | | |
| 2019 (поверхностный) | V | 0,86–1,19 | 1,02 | 0,30–0,39 | 0,35 | Chl-Bac | Bac |
| | VI | 0,67–0,79 | 0,71 | 0,19–0,28 | 0,23 | Chl-Bac-Chr | Bac |
| | VII | 0,76–1,43 | 1,14 | 0,49–0,70 | 0,60 | Bac-Chl-Cya | Bac |
| | IX | 2,51–6,11 | 5,32 | 1,28–3,73 | 2,45 | Bac | Bac |
| Устье Тобола | | | | | | | |
| 2019 (поверхностный) | VIII | 30,66–55,41 | 40,76 | 6,20–7,87 | 6,82 | Chl-Cya-Bac | Bac |
| | | | | | | | |
| 2020 (поверхностный) | VIII | 10,37–19,11 | 15,10 | 1,60–3,62 | 2,14 | Cya-Bac-Chl | Bac |

Примеч.: Bac – диатомовые водоросли; Chr – золотистые водоросли; Chl – зеленые водоросли; Cya – синезеленые водоросли.

В устьевом участке р. Иртыш в период исследований плотность водорослей в поверхностном горизонте (1978 г.) изменялась от 0,09 до 7,18 млн кл./л, их фитомасса – от 0,03 до 4,61 мг/л, в толще воды (1980–1981 гг.) – от 1,00 до 3,72 млн кл./л и от 0,08 до 6,01 мг/л соответственно. Основной структурирующей группой являлись диатомовые водоросли за счет крупноклеточных видов рода *Aulacoseira* (доминант *A. granulata*), весной и осенью – *Asterionella formosa* и *Diatoma elongatum*. В период максимального прогрева воды вегетировали цианопрокариоты: виды родов *Anabaena*, *Microcystis* и *Aphanizomenon flos-aquae*. Интенсивное развитие мелкоклеточных цианопрокариот отмечено в августе 2017 г. (Баженова, Барсукова, 2020). В толще воды постоянно присутствовали зеленые водоросли, но

из-за мелких размеров клеток их роль в образовании биомассы фитопланктона невелика. В сезонной динамике отмечены два максимума численности и биомассы – летний (до 7,18 млн кл./л и до 6,01 мг/л) и осенний (до 4,00 млн кл./л и до 2,41 мг/л соответственно), вызванные массовым развитием диатомей.

В современный период рассмотрение динамики развития фитопланктона в нижнем течении Иртыша проведено на материале 2019 г., так как в этом году пробы отбирались в течение всего вегетационного сезона. В период исследований с мая по сентябрь численность в поверхностном горизонте варьировала в широких пределах – от 0,67 до 6,11 млн кл./л, биомасса – от 0,19 до 3,73 мг/л. В сезонной динамике зарегистрирован один осенний максимум численности (до 6,11 млн кл./л) и биомассы (до 3,73 мг/л). Для летнего периода характерно значительное развитие мелкоклеточных зеленых (порядок Chlorococcales) водорослей, что отразилось на летней биомассе. Отмечено появление криптомонад (до 21 % биомассы), что свидетельствует об органическом загрязнении водных масс реки. Как и в прошлые годы, так и на современном этапе наиболее массовыми и обычными были диатомеи рода *Aulacoseira* (доминант *A. granulata*), весной и осенью – *A. formosa* и *D. elongatum*.

В реке Тобол в августе наблюдалась повышенная вегетация цианопрокариот (виды рода *Microcystis*, *Aph. flos-aquae*) и зеленых (порядок Chlorococcales) водорослей при абсолютном доминировании центрических диатомей по биомассе (виды рода *Aulacoseira*). За весь период наблюдений в р. Тобол отмечен довольно высокий уровень развития летнего фитопланктона: численность – до 55,41 млн кл./л, биомасса – до 7,87 мг/л.

Проведенные исследования показали, что в альгофлоре Нижнего Иртыша и его притока – р. Тобол обнаружено 432 таксона видового и подвидового рангов из 124 родов, 58 семейств и 8 отделов. Водоросли планктона обследованных рек отличались большим разнообразием зеленых и обилием диатомовых. Наибольшим разнообразием и уровнем количественного развития выделялся устьевой участок р. Иртыш, планктон диатомовый. Современный период характеризовался развитием мелкоклеточных зеленых водорослей, планктон диатомово-хлорококковый. Наибольшая вегетация цианопрокариот наблюдалась в период максимального прогрева воды. В сезонной динамике фитопланктона отмечено до двух максимумов – летний и осенний, вызванных массовым развитием диатомей. Довольно высокий уровень развития летнего альгоценоза наблюдался в устье р. Тобол. Появление в планктоне криптомонад в 2000-е годы свидетельствует об органическом загрязнении водных масс рек. Полученные материалы имеют научную и практическую ценность и могут быть использованы в биомониторинге. Данные по фитопланктону 1978–1981 гг. можно рассматривать как фон.

Посвящается памяти к. б. н. Эльзы Ивановны Валеевой.

## ЛИТЕРАТУРА

***Баженова О. П., Барсукова Н. Н.*** Современное состояние Российского участка реки Иртыш по данным биомониторинга // Экосистемные услуги и менеджмент природных ресурсов: Материалы междунар. науч.-практ. конф. – Тюмень: Вектор Бук, 2020. – С. 25–28.

***Валеева Э. И.*** Флора планктонных водорослей нижнего течения Иртыша: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Свердловск, 1975. – 18 с.

***Генкал С. И., Науменко Ю. В.*** Новые данные к флоре диатомовых водорослей Оби и Иртыша // Биология внутренн. вод. Информ. бюлл., 1985. – № 65. – С. 16–19.

*Диатомовые водоросли СССР. Ископаемые и современные*. – Л.: Наука, 1974. – Т. 1. – 400 с.

*Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов*. – М.: Наука, 1975. – С. 73–170.

***Науменко Ю. В.*** Фитопланктон Оби, Нижнего Иртыша и его изменения под воздействием антропогенных факторов: автореф. дис. … канд. биол. наук. – Новосибирск, 1984. – 16 с.

***Науменко Ю. В.*** Фитопланктон Нижнего течения р. Тобол // Сибирский биологический журн. – Новосибирск: Наука, 1991. – Вып. 2. – С. 34–38.

***Петров Н. Б.*** Обь-Иртышская пойма. – Новосибирск: Наука, 1979. – С. 50–58.

*Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений*. – Л.: Гидрометеоиздат, 1983. – С. 38–87.