

УДК 581.582.232/275.574.5.633

К.С. МАМАНАЗАРОВА

Ин-т генофонда растительного и животного мира АН РУз,
ул. Дурмон йули, 32, 100125 Ташкент, Респ. Узбекистан
e-mail: karomat.3005@mail.ru

СЕЗОННОЕ РАЗВИТИЕ ИНДИКАТОРНО-САПРОБНЫХ ВОДОРΟΣЛЕЙ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ БАССЕЙНА РЕКИ ЗЕРАВШАН (РЕСП. УЗБЕКИСТАН)

Приведены результаты исследования альгофлоры нижнего течения бассейна р. Зеравшан. Обнаружено 274 вида (в т.ч. 191 вид, 75 вариаций, 8 форм), из них 76 таксонов (в т.ч. 67 видов, 9 вариаций) являются индикаторами качества воды. Изучены сезонные изменения и распространение водорослей в нижнем течении реки. Выявлены индикаторно-сапробные водоросли и определено санитарное состояние воды.

Ключевые слова: альгофлора, индикаторно-сапробные водоросли, р. Зеравшан, минерализация.

Введение

В статье представлены результаты проведенных нами в 2009–2010 гг. исследований различных альгобиоценозов (перифитон, фитопланктон, фитобентос) нижнего течения р. Зеравшан, информация о которых в научной литературе отсутствует.

Длина р. Зеравшан составляет 781 км. По геоморфологическому характеру бассейн реки делится на 3 части: верхнее, среднее и нижнее течения (Шульц, Машрапов, 1969). Верхнее течение относится к горной области на территории Таджикистана, среднее (193 км) – к предгорной зоне Самаркандской обл. Респ. Узбекистан. Нижнее течение (~ 287 км) относится к равнинной зоне Навоийской и Бухарской областей с развитым орошаемым земледелием, где на режим и качество воды реки негативное влияние оказывают различные мелиоративные мероприятия, включая сброс в реку коллекторно-дренажных вод с.-х. угодий.

Цель данной работы – определить видовой состав альгофлоры в нижнем течении р. Зеравшан, изучить ее сезонные изменения и выявить индикаторно-сапробные водоросли, необходимые для оценки санитарно-экологического состояния и качества воды. Нам предстояло изучить распространение этих водорослей, осуществить их комплексный таксономический анализ и определить санитарное состояние нижнего течения реки.

Материалы и методы

Материалом для работы послужили пробы водорослей, собранные в 2009–2011 гг. в нижнем течении р. Зеравшан на 6 постоянных станциях. Сбор проб проводили по общепринятым в альгологии методам (Жузе и

© К.С. Маманазарова, 2014

др., 1949; Водоросли, 1989), а идентификацию видового состава – согласно отечественным и зарубежным определителям (Забелина и др., 1951; Голлербах и др., 1953; Попова, 1986; Komárek, Anagnostidis, 1998, 2005). Показатели видов-индикаторов определенной зоны сапробности приведены по общепринятым методам (Унифицированные ..., 1976; Водоросли, 1989), индекс сапробности – по принятому в гидробиологии методу (Констанстантинов, (1986). Собранные водоросли изучали при помощи светового микроскопа Carl Zeis.

Результаты и обсуждение

По данным Узгидромета (Ежегодник, 2009, 2010) и нашим наблюдениям, в нижнем течении р. Зеравшан в зависимости от сезона года изменяется температура воды и ее прозрачность, содержание минеральных и органических веществ (табл. 1).

Таблица 1

Сезонные физико-химические характеристики нижнего течения р. Зеравшан
(2009–2010 гг.)

Физико-химические показатели	Весна	Лето	Осень	Зима
Верхний участок нижнего течения (Хатирчи)				
Температура воды, °С	11–20	15–23	8–18	3–12
Скорость течения, м/с	1,5	1,5	1,0	0,4
Прозрачность, м (по диску Секки)	0,10	0,07	0,5	0,5
Расход воды, м ³ /с	24,3–25,9	23,8–25,2	5,2–7,1	3,3–13,1
Взвешенные вещества, мг/л	75–352	794–1118	13–57	4–14
Общая минерализация, г/л	0,452– 0,648	0,355–0,445	0,407–0,694	0,714–0,850
ХПК, мг О ₂ /л	2,38–6,8	4,6–15,5	5,56–5,94	2,79–14,9
БПК ₅ , мг О ₂ /л	0,31–0,77	0,58–2,2	0,45–0,61	0,49–0,67
Замыкающий участок нижнего течения (Бухара)				
Температура воды, °С	10–11	21–25	21–22	8–10
Скорость течения, м/с	1,0	1,0	1,0	0,4
Прозрачность, м (по диску Секки)	0,25	0,10	1,0	1,0
Расход воды, м ³ /с	4,2–10,0	2,8–26,4	7,8–9,8	2,5–5,9
Взвешенные вещества, мг/л	13–64	3–15	17–22	10–100
Общая минерализация, г/л	2,910–5,106	2,051–3,666	0,781–0,915	0,979–2,044
ХПК, мг О ₂ /л	37,4–54,6	50,3–52,9	17,4–24,7	9,7–24,1
БПК ₅ , мг О ₂ /л	3,06–3,26	1,14–1,84	1,16–2,57	1,14–2,07

Как видно, сезонные изменения экологических (абиотических) факторов проявляются прежде всего в повышении скорости течения и расходов воды, ее температуры, увеличении мутности, содержании органических и биогенных веществ по ХПК и БПК₅ в весенне-летний сезон. От верхнего участка (Хатирчи, Пахтакор) нижнего течения реки к ее замыкающему участку создается определенный градиент экологических условий, а именно: повышается температура и прозрачность воды, содержание органических, биогенных веществ и минерализация; снижается скорость течения и расход воды. Внутригодовые колебания экологических факторов приводят к сезонному изменению разнообразия индикаторно-сапробных водорослей, наибольшее количество видов обнаружено летом и весной, а наименьшее – зимой и осенью (табл. 2). Как видно, во все сезоны по разнообразию преобладали бета-мезосапробные и, в меньшей мере, – олигосапробные виды. Разнообразие видов-индикаторов ксеносапробных и альфа-мезосапробных условий в несколько раз ниже.

Таблица 2

Сезонные изменения общего количества индикаторно-сапробных водорослей нижнего течения р. Зеравшан

Сезон	Количество обнаруженных видов				Всего
	ξ	о	β	α	
Весна	3	6	24	3	36
Лето	6	16	32	5	59
Осень	1	5	20	3	29
Зима	2	10	11	2	25

Обозначения. Здесь и в табл. 3: ξ – ксеносапробные; о – олигосапробные; β – бета-сапробные; α – альфа-сапробные водоросли.

Сезонные изменения индикаторно-сапробных видов водорослей для различных альгобиоценозов верхнего (Хатирчи, Пахтакор) и замыкающего (Навои, Бухара, Гиждувон, Каракул) участков выглядят следующим образом.

Весна. В перифитоне (п) верхнего и замыкающего участков обнаружено, соответственно, 12 и 29 таксонов, в фитопланктоне (фп) – 12 и 23, в фитобентосе (фб) – 7 и 14 индикаторно-сапробных водорослей рангом ниже рода (табл. 3). На обоих участках преобладают бета-мезосапробные виды, разнообразие которых в замыкающем участке в несколько раз выше. Весной в верхнем участке из обнаруженных ксеносапробных видов следует отметить: *Cocconeis disculus* (Schum.) Cleve var. *diminuta* (Pant.) Sheshuk. (фп, фб), *Diatoma hiemale* (Lyngb.) Heib. (фб), из олигосапробных видов – *Gloeocapsa minima* (Kütz.) Hollerb. (п, фп, фб), *Ulothrix zonata* (Weber et Mohr) Kütz. (п), *Hyalotheca dissiliens* (G.M. Sm.) Brèb. (п), *Spirogyra fluviatilis* Hils. (п, фб), из бета-мезосапробных видов –

Oscillatoria limosa C. Agardh (п, фб), *Diatoma vulgare* Bory (п, фп), *Melosira varians* C. Agardh (п, фп), *Cyclotella meneghiniana* Kütz. (п.), *Merismopedia glauca* (Ehrenb.) Nägeli (*Merismopedia glauca* (Ehrenb.) Kütz. [= *M. aeruginosa* Brèb.] (п, фп), *M. punctata* Meyen. (*Merismopedia punctata* Meyen [= *M. kuetzingii* Nägeli; *M. haumanii* Kufferath]) (п, фп), из альфа-мезосапробных видов – *Oscillatoria princeps* Vaucher (фп).

Таблица 3

Количество обнаруженных индикаторно-сапробных видов водорослей в верхнем и замыкающем участках нижнего течения р. Зеравшана в разные сезоны года

Альгобиоценоз	Верхний участок				Замыкающий участок			
	ξ	ο	β	α	ξ	ο	β	α
Весна								
Перифитон	–	3	6	3	–	3	24	2
Фитопланктон	1	3	6	2	2	2	18	1
Фитобентос	2	2	2	1	1	3	9	1
Лето								
Перифитон	2	5	5	2	2	8	28	3
Фитопланктон	2	7	7	1	4	12	21	4
Фитобентос	2	7	4	2	–	10	9	3
Осень								
Перифитон	–	2	1	2	–	5	18	3
Фитопланктон	–	1	1	1	–	3	9	2
Фитобентос	1	–	1	–	–	3	14	1
Зима								
Перифитон	–	1	2	1	4	8	5	–
Фитопланктон	–	2	3	1	–	7	9	2
Фитобентос	1	4	1	–	–	6	3	1

Средние значения индекса сапробности (ИС), рассчитанные для верхнего участка в весенний сезон, составляли для перифитона 1,60–1,64, для фитопланктона – 1,5–1,7, для фитобентоса – 1,50–1,64.

В замыкающем участке из обнаруженных ксеносапробных видов можно отметить: *Fragilaria virescens* Ralfs (фп), *Cocconeis disculus* var. *diminuta* (фп, фб), из олигосапробных видов – *Gloeocapsa minima* (п), из бета-мезосапробных видов – *Gomphosphaeria lacustris* Kütz. f. *compacta* (Lemmerm.) Elenkin (фп), *Merismopedia punctata* Meyen (п), *Diatoma vulgare* (фп), *Cyclotella meneghiniana* (п, фп, фб), *Navicula pupula* Kütz. (п, фб), *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. (п, фб), *Cymbella ventricosa* Kütz. (п, фп), *Nitzschia vermicularis* (Kütz.) Grunow (п, фп, фб), *Navicula pupula* (фп, фб), из альфа-мезосапробных видов – *Oscillatoria princeps* Vaucher (п), *Nitzschia acicularis* (Kütz.) W. Sm. (фп, фб).

Средние значения ИС, рассчитанные для замыкающего участка в весенний сезон, для перифитона составляли 1,8–1,9, для фитопланктона

1,8–2, для фитобентоса 1,6–2. Таким образом, весной наблюдается заметное повышение разнообразия индикаторных видов, а также увеличение уровня сапробности вниз по течению исследованного участка реки.

Лето. В летний период в перифитоне верхнего и замыкающего участков обнаружено, соответственно, 14 и 41, в фитопланктоне – 17 и 41, в фитобентосе – 15 и 22 таксонов индикаторно-сапробных водорослей рангом ниже рода (см. табл. 3).

В верхнем участке из обнаруженных ксеносапробных видов следует отметить: *Achnanthes coarctata* (Brèb.) Grunow (п, фп), *Navicula rotaeana* (Rabenh.) Grunow (п, фп), *Diatoma hiemale* (фб), из олигосапробных видов – *Gloeocapsa minima* (п, фб), *G. turgida* (Kütz.) Hollerb. (фп, фб), *Hyalotheca dissiliens* (п), *Spirogyra fluviatilis* (п, фб), *Fragilaria capucina* Desm. (фп, фб), *Achnanthes minutissima* Kütz. (фп), *Navicula oblonga* Kütz. (п, фп), *Navicula reinhardtii* (Grunow) Cleve (п, фп), из бета-мезосапробных видов – *Synedra pulchella* (Ralfs) Kütz. (п, фп, фб), *S. ulna* (Nitzsch) Ehrenb. (фп, фб), *Cymbella lanceolata* (C. Agardh) Ehrenb. (п), из альфа-мезосапробных видов – *Nitzschia acicularis* (п, фб).

Средние значения ИС, рассчитанные для верхнего участка в летний сезон, для перифитона составляли 1,75–1,80, для фитопланктона 1,8–1,9, для фитобентоса 1,60–1,75.

В замыкающем участке из обнаруженных ксеносапробных видов следует отметить: *Achnanthes coarctata* (п, фп), *Navicula rotaeana* (Rabenh.) Grunow (п, фп), *Fragilaria virescens* Ralfs (фп), *Cymbella helvetica* Kütz. (фп), из олигосапробных видов – *Gloeocapsa minima* (п, фб), *Achnanthes minutissima* Kütz. (п, фп, фб), *Fragilaria capucina* Desm. (п, фб), *F. bicapitata* A. Mayer (п, фб), из бета-мезосапробных видов – *Merismopedia punctata* (п, фп), *M. tenuissima* Lemmerm. (п, фб), *Gomphosphaeria lacustris* f. *compacta* (п, фп), *Cyclotella meneghiniana* (п, фп, фб), *Synedra pulchella* (п, фп), *S. ulna* (фб), *Rhoicosphenia curvata* (Kütz.) Grunow (п, фп), *Anomoeoneis sphaerophora* (Kütz.) Pfitzer (п), *Stephanodiscus dubius* (Fricke) Hust. (п, фп), *Navicula rostellata* Kütz. (п), *N. gregaria* Donk. (п), *Pinnularia microstauron* (Ehrenb.) Cleve var. *brebissonii* (Kütz.) Hust. (п, фп, фб), *Gyrosigma acuminatum* (Kütz.) Rabenh. (п, фп, фб), *Cymbella lanceolata* (п), *C. ventricosa* Kütz. (п, фп), *Surirella angustata* Kütz. (п, фп), из альфа-мезосапробных видов – *Nitzschia acicularis* (п, фп, фб), *Navicula cincta* (Ehrenb.) Kütz. (п, фб), *Hantzschia amphioxys* (Ehrenb.) Grunow var. *elongata* Grunow (фп, фб).

Средние значения ИС, рассчитанные для замыкающего участка в летний сезон, для перифитона составляли 1,75–1,8, для фитопланктона 1,85–2,1, для фитобентоса 2. В летний период также наблюдались упомянутые выше различия в видовом разнообразии индикаторных видов и в уровне сапробности между верхним и замыкающим участками нижнего течения. Следует отметить более разнообразное развитие сапробных видов во всех альгобиоценозах верхнего и замыкающего участков в летний период по сравнению с весной.

Осень. Осенью в перифитоне верхнего и замыкающего участков обнаружено, соответственно, 5 и 26, в фитопланктоне 3 и 14, в фитобентосе 2 и 18 таксонов индикаторно-сапробных водорослей рангом ниже рода (см. табл. 3).

В верхнем участке из ксеносапробных видов найдена только *Diatoma hiemale* (фб), из олигосапробных видов – *Hyalotheca dissiliens* (п), *Achnanthes minutissima* Kütz. (фп, фб), из бета-мезосапробных видов – *Synedra ulna* (п, фб), из альфа-мезосапробных видов – *Navicula cincta* (п, фп). Средние значения ИС, рассчитанные для верхнего участка в осенний сезон, для перифитона составляли 1,7, для фитопланктона 1,5–1,7, для фитобентоса 1,4–1,7.

В замыкающем участке ксеносапробные виды осенью не обнаружены. Из олигосапробных видов обнаружены: *Achnanthes minutissima* Kütz. (п, фп, фб), *Cyclotella comta* (Ehrenb.) Kütz. (п, фп, фб), *Diatoma anceps* (Ehrenb.) Kirchn. (п, фб), из бета-мезосапробных видов – *Merismopedia punctata* (п), *M. tenuissima* Lemmerm. (п, фб), *Cyclotella meneghiniana* (п, фп, фб), *Rhoicosphenia curvata* (п, фп), *Anomoeoneis sphaerophora* (п), *Gyrosigma acuminatum* (п, фп, фб), *Cymbella ventricosa* (п, фп), *Nitzschia vermicularis* (п, фп, фб), *Synedra ulna* (п, фб), *Melosira varians* (п, фп), *Cyclotella meneghiniana* (п, фп, фб), из альфа-мезосапробных видов – *Navicula cincta* (п, фб).

Средние значения ИС, рассчитанные для замыкающего участка в осенний сезон, составляли для перифитона 1,8–2,1, для фитопланктона 2–2,2, для фитобентоса 1,9–2,2. Осенью, на фоне общего снижения разнообразия индикаторно-сапробных видов по сравнению с летним периодом, наблюдались такие же различия в видовом разнообразии индикаторных видов и уровне сапробности между верхним и замыкающим участками нижнего течения р. Зеравшан.

Зима. Зимой в перифитоне верхнего и замыкающего участков обнаружено, соответственно, 4 и 17, в фитопланктоне 6 и 18, в фитобентосе 6 и 10 таксонов индикаторно-сапробных водорослей рангом ниже рода (см. табл. 3).

В верхнем участке из ксеносапробных видов найдена только *Diatoma hiemale* (фб). Из олигосапробных видов – *Gloeocapsa minima* (п, фб), *G. turgida* (Kütz.) Hollerb. (п), *Tabellaria fenestrata* (Lyngb.) Kütz. (п, фб), из бета-мезосапробных видов – *Diatoma vulgare* (фп), *Gomphonema parvulum* (Kütz.) Grunow (п, фп), *Stauroneis anceps* Ehrenb. (п, фп), из альфа-мезосапробных видов – *Navicula cincta* (п, фб, фп). Средние значения ИС, рассчитанные для верхнего участка в зимний сезон, составляли для перифитона, фитопланктона и фитобентоса 1,5.

В замыкающем участке ксеносапробные виды не обнаружены, из олигосапробных видов встречались *Eunotia pectinalis* (Kütz.) Rabenh. var. *minor* (Kütz.) Rabenh. (фб), из бета-мезосапробных – *Merismopedia punctata* Meyen (п), *M. glauca* (Ehrenb.) Nägeli (п, фп), *Diatoma vulgare* Borg (фп), *Cyclotella meneghiniana* Kütz. (фб), *Navicula pupula* Kütz. var. *mutata*

(Krasske) Hust. (п), из альфа-мезосапробных видов – *Navicula cincta* (Ehrenb.) Kütz. (п, фб, фп), *N. cryptocephala* Kütz. (п, фп).

Средние значения ИС, рассчитанные для замыкающего участка в зимний сезон, составляли для перифитона 1,4–1,6, для фитопланктона 1,4–1,7, для фитобентоса 1,4–1,6. Для зимы, как и для осени, характерно более низкое разнообразие индикаторно-сапробных видов на всем обследованном участке нижнего течения по сравнению с весенне-летним периодом. Наблюдается стирание различий в уровне сапробности между верхним и замыкающим участками нижнего течения по сравнению с остальными сезонами года.

Выводы

Для всех сезонов как в верхнем, так и в замыкающем участке нижнего течения р. Зеравшан характерны бета-мезосапробные условия. Преобладали бета-мезосапробные виды с широкой экологической валентностью. Рассчитанные по индикаторным видам для всех альгобиоценозов значения индексов сапробности имеют более низкие значения для верхнего участка, приближаясь к значениям пограничной бета-олигомезосапробной зоны (1,4–1,7). В зимний период различия в уровне сапробности сглаживаются и значения ИС, рассчитанные для разных альгобиоценозов обоих участков нижнего течения р. Зеравшан, также изменяются в диапазоне, характерном для бета-олигомезосапробной зоны (1,4–1,7). Наиболее заметные различия в видовом разнообразии альгобиоценозов верхнего и замыкающего участков проявляются в весенне-летний период, когда количество индикаторно-сапробных видов практически во всех альгобиоценозах вниз по течению возрастает почти в два раза. Заметно также развитие галофильных видов диатомовых водорослей, таких, например, как: *Synedra pulchella*, *S. tabulata*, *Rhoicosphenia curvata*, *Navicula cincta*, *N. gregaria*, *Pinnularia microstauron*, *Caloneis amphisbaena*, *Nitzschia vermicularis* и др.

В видовом составе во всех альгобиоценозах в целом, а также среди видов-индикаторов сапробности по разнообразию доминируют диатомовые водоросли, что является характерной особенностью водных объектов Среднеазиатского региона.

Согласно проведенному исследованию, нижнее течение р. Зеравшан можно отнести к бета-мезосапробной зоне, а качество воды по сапробности соответствует классу 3 – умеренно загрязненные воды (удовлетворительно чистые воды). Увеличение галофильных и солоноватоводных видов водорослей на ниже расположенных станциях Бухара и Каракул свидетельствует об экологически значимых изменениях, произошедших на этом участке реки под воздействием поступления коллекторно-дренажного стока и повышения засоленности воды. Следовательно, в процессе дальнейшего экологического мониторинга для достоверной оценки качества воды нижнего течения р. Зеравшан по составу

альгофлоры необходимо помимо сапробиотических методов оценки использовать сведения о наличии и количественном соотношении пресноводных и галофильных солоноватоводных видов водорослей в выбранных (приоритетных) индикаторных альгобиоценозах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Водоросли*. Справочник / Под общ. ред. С.П. Вассера. – Киев: Наук. думка, 1989. – 606 с.
- Голлербах М.М., Полянский В.И. Общая часть // Определитель пресноводных водорослей СССР: В 14-и т. – М.: Сов. наука, 1951. – Т. 1. – 300 с.
- Голлербах М.М., Косинская Е.К., Полянский В.И. Синезелёные водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР: В 14-и т. – М.: Сов. наука, 1953. – Т. 2. – 651 с.
- Ежегодник качества поверхности вод на территории деятельности Узгидромета. – Ташкент, 2009, 2010.
- Жузе А.П., Киселев И.А., Порецкий В.С., Прошкина-Лавренко А.И. // Диатомовый анализ. Кн. 2. – Л.: Госгеолгиздат, 1949. – 44 с
- Забелина М.М., Киселев И.А., Прошкина-Лавренко А.И., Щешукова В.С. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР: В 14-и т. – М.: Сов. наука, 1951. – Т. 4. – 619 с.
- Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высш. шк., 1986. – 472 с.
- Попова Т.Г. Эвгленовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР: В 14-и т. – М.: Сов. наука, 1986. – Т. 7. – 320 с.
- Унифицированные методы исследования качества вод // Методы биологического анализа вод. – М.: СЭВ, 1976. – 185 с.
- Шульц В.Л., Мауранов Р. Ўрта Осиё гидрографияси. – Тошкент: Ўқитувчи, 1969. – 360 с.
- Kotárek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota*. Teil 1: *Chroococcales* // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1. – Heidelberg; Berlin: Spectrum, Akad. Verlag, 1998. – 548 S.
- Kotárek J., Anagnostidis K. *Cyanoprokaryota*. Teil 2: *Oscillatoriales* // Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/2. – München: Spectrum, Akad. Verlag, 2005. – 759 S.

Поступила 7 февраля 2013 г.

Подписал в печать П.М. Царенко

K.S. Mamanazarova

Institute of Plant and Animal Gene Pool of the Uzbek Academy of Sciences,
32, Durmon yuli, 100125 Tashkent, Uzbekistan Republic
e-mail: karomat.3005@mail.ru

SEASONAL DEVELOPMENT OF SAPROBE INDICATORS ALGAE IN UNDERCURRENT OF ZERAVSHAN RIVER (REPUBLIC OF UZBEKISTAN)

The algae flora of undercurrent Zeravshan River was studied. Two hundred seventy-four species were found (i.e. 191 species, 75 variations, 8 forms), 76 species of them are water quality indicators. Seasonal changes and distribution of algae recorded in undercurrent of river. Saprobic-indicators algae and sanitary quality of water are revealed.

Key words: algae flora, saprobic-indicators algae, Zeravshan River, mineralization.