

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПРУДА МИЧУРИНСКИЙ МЕТОДОМ КАЧЕСТВЕННОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ФИТОПЛАНКТОНА

**Ханафеев А.Д.**

*г. Челябинск, МАОУ «Лицей № 77», 10 класс*

*Руководители: Гладкова О.В., ассистент кафедры биоэкологии, зам.декана  
по воспитательной работе биологического факультета, ФГБОУ ВО «ЧелГУ», г. Челябинск;*

*Сайфутдинова Л.Д., учитель биологии, МАОУ «Лицей № 77», г. Челябинск*

По мере развития человеческого общества увеличивается антропогенная нагрузка на различные природные системы, и, в первую очередь, на водные. Изменение природного лика планеты влечет глубокую перестройку в самих экосистемах. Вследствие изменения физико-химических показателей окружающей среды происходит смена природных, первоначальных компонентов экологических систем на системы более устойчивые к новым условиям. Многие организмы, встречающиеся в водоемах, являются хорошими индикаторами условий обитания, так как для своего развития они требуют строго определенных значений экологических факторов. Зная состав и динамику обилия таких видов-индикаторов, можно оценить по их наличию и количественному развитию качество воды водоема и его экологическое состояние.

Мониторингом окружающей среды называют регулярные, выполняемые по заданной программе наблюдения природных сред, природных ресурсов, растительного и животного мира, позволяющие выделить их состояния и происходящие в них процессы под влиянием антропогенной деятельности. Существующие методы сбора и изучения водорослей многообразны. Это определяется как эколого-морфологическим своеобразием представителей различных отделов и экологических группировок, так и разнообразием целей и подходов к их изучению. (Вассер с соавт., 1989)

Экологическая группа «фитопланктон» объединяет микроскопические одноклеточные и колониальные водоросли, свободно парящие в воде и осуществляющие фотосинтез в поверхностном горизонте водоема благодаря использованию солнечной энергии [4].

Водоросли – крайне гетерогенная группа организмов, насчитывающая около 100 тысяч видов. На основании различий в наборе пигментов, структуре хроматофора, особенностей морфологии и биохимии (состав клеточных оболочек, типы запас-

ных питательных веществ) большинством отечественных систематиков выделяется 12 отделов водорослей:

Прокариоты, или Доядерные (лат. Procaruota). Царство Бактерии (Bacteria). Подцарство Цианобактерии (Cyanobionta). Отдел Синезелёные водоросли (Cyanophyta). Эукариоты, или Ядерные (Eucaryota). Царство Растения (Plantae). Подцарство Водоросли (Phycobionta). Отдел Зелёные водоросли (Chlorophyta). Отдел Эвгленовые водоросли (Euglenophyta). Отдел Золотистые водоросли (Chrysophyta). Отдел Жёлто-зелёные водоросли (Xanthophyta). Отдел Диатомовые водоросли (Bacillariophyta). Отдел Криптофитовые водоросли (Cryptophyta). Отдел Бурые водоросли (Phaeophyta). Отдел Красные водоросли (Rhodophyta) [4].

В последние годы в связи с интенсивным хозяйственным освоением регионов, возникает необходимость наблюдения за состоянием качества воды водных экосистем, а также за разнообразием всего комплекса экологических групп водоемов. Первостепенное значение отводится исследованиям состояния фитопланктона, как первичного звена трофической цепи, во многом определяющего структуру и функционирование водной экосистемы в целом.

В течение периода вегетации в составе фитопланктонного сообщества постоянно происходят структурные перестройки, изменяется не только вклад крупных систематических групп в общие количественные показатели, но и относительные доли каждого вида, меняются виды-доминанты и комплексы субдоминирующих видов.

Цель работы: провести определение экологического состояния пруда Мичуринский, изучив видовую структуру фитопланктона за летний период.

В связи с поставленной целью были сформулированы следующие задачи:

1. Ознакомиться с методикой качественного определения фитопланктона;
2. Изучить видовое разнообразие альгоценоза пруда Мичуринский;

3. Дать эколого-географическую характеристику альгофлоры пруда Мичуринский.

Объект исследования: видовая структура фитопланктона водоема.

Предмет исследования: экологическое состояние водоема.

В результате работы получены данные имеющие практическое значение.

### Литературный обзор

#### Отдел Сине-зеленые водоросли (Cyanophyta)

Отдел Cyanophyta (включает около 2 тыс. видов, широко распространенных в разнообразных водных и вневодных биотопах).

Значение. Некоторые представители Cyanophyta (*Nostoc pruniforme* Ag., *Spirulina platensis* (Nordst.) Geitl, и др.) являются съедобными; используются для повышения плодородия почв в качестве азотфиксирующих форм, являются причиной «цветения» воды в водоемах, нередко обуславливаемого токсическими формами Cyanophyta, такими как *Microcystis aeruginosa* Kütz. em. Elenk., *Anabaena flos-aquae* Bréb., *Apharrizomenon flos-aquae* (L.) Ralfs и др. [3].

#### 1.2 Отдел Зелёные водоросли (Chlorophyta)

Зеленые водоросли – самый крупный отдел водорослей. Для этих водорослей характерна чисто зеленая, как у высших растений, окраска, так как среди пигментов преобладает хлорофилл.

Значение.

1. Первичное звено трофической цепи гидробионтов в рыбохозяйственных водоемах.

2. Индикаторные организмы в системе экологического мониторинга, агенты самоочищения загрязненных и доочистки сточных вод.

3. Некоторые зеленые водоросли являются перспективным объектом биотехнологий для получения биогаза, продуктов питания и кормов, ценных витаминных, ферментных, фармацевтических препаратов [3].

#### Отдел Эвгленовые водоросли (Euglenophyta)

Отдел объединяет свыше 900 видов микроскопических одноклеточных, преимущественно жгутиковых, эукариотических водорослей зеленого, редко красного цвета. Имеется много бесцветных форм. Преимущественно пресноводные формы, широко распространены в водоёмах замедленного стока [7].

Значение.

1) Являются существенным компонентом биоценозов, участвующим в формировании пищевых звеньев.

2) Обеспечивают участие в самоочищении пресных вод и в доочистке сточных вод различных предприятий за счет способности к миксотрофному питанию.

3) Используются в качестве модельного объекта при разработке вопросов физиологии, биохимии, генетики и цитологии клетки, а также при решении некоторых общепрограммных проблем [3].

4) Ряд видов используется как биологические индикаторы загрязнения водоемов бытовыми органическими веществами в системе экологического мониторинга.

#### Отдел Золотистые водоросли (Chrysophyta)

Золотистые, или хризифитовые, водоросли представлены одноклеточными, колониальными или многоклеточными организмами золотисто-желтого, буровато-зеленого, реже зеленовато-желтого цвета. Имеются бесцветные формы [6].

Значение. Золотистые водоросли принимают активное участие в накоплении органических веществ, или (сапропеля), который имеет большое практическое значение для народного хозяйства. Определенное значение они имеют в цепи питания рыб. Как обитатели чистых вод, некоторые виды служат индикаторами на отсутствие загрязнений воды органическими веществами, т.е. могут быть использованы при санитарно-биологическом анализе воды [3].

#### Отдел Диатомовые водоросли (Bacillariophyta)

Диатомовые водоросли, или диатомеи – отдел одноклеточных водорослей, отличительной особенностью клеток которых является наличие прочного кремниевого панциря. Диатомовые водоросли – наиболее распространённая в природе группа водорослей (они обитают в пресных и морских водах, особенно в планктоне морей (служат пищей животным), а также в иле на дне водоёмов, на водных растениях и подводных предметах, на сырой земле, камнях, во мху и т.п. Диатомовые водоросли занимают доминирующие позиции в водных экосистемах в любое время года. Они являются преобладающей составляющей планктона, бентоса на глубине не более 100 метров. Наибольшего разнообразия и количества диатомеи достигают в ценозах обрастаний различных подводных субстратов, а также животных, обитающих в водоёмах.

Значение диатомовых водорослей в природе чрезвычайно велико. Доказано, что они, являясь ценной и наиболее многочисленной группой в составе планктона, производят до 25% органического вещества Земли.

Их роль – основной источник корма и начальное звено в пищевых цепях водных животных.

В геологическом прошлом нашей планеты скопления створок диатомей сформировали крупные залежи осадочных пород – диатомитов, имеющих промышленное значение. На дне морей в настоящее время эти водоросли образуют диатомовые илы. В связи с тем, что панцири диатомей имеют правильную четкую организацию, их применяют для тестирования разрешающей способности оптических микроскопов [3].

#### *Отдел Динофитовые водоросли (Dinophyta)*

Около половины представителей – свободноживущие фотосинтезирующие организмы. Некоторые виды являются симбионтами коралловых полипов и двустворчатых моллюсков.

Значение. Выступают в качестве основных первичных продуцентов.

1. Фототрофные динофлагелляты вызывают «цветение воды», а массовые вспышки их численности в прибрежных водах ответственны за возникновение «красных приливов».

2. Паразитические динофлагелляты иногда служат причиной эпизоотий в популяциях рыб и ракообразных.

3. Используются как биоиндикаторы при санитарно-биологическом обследовании загрязнения водных ресурсов.

4. Ископаемые цисты динофлагеллят служат геологам для оценки возраста предполагаемых месторождений нефти.

5. В клетках динофлагеллят образуются токсины (гониатоксин), которые, накапливаясь в тканях моллюсков, ракообразных, рыб, приводят к отравлению животных, питающихся ими, а также человека [3].

#### **Материалы и методы**

##### *Отбор и обработка проб фитопланктона*

Мичуринский пруд расположен в верховье урочища Бикайзак, в 600 м западнее пос. Мичурино. Имеет площадь около 0,1 км<sup>2</sup>, наибольшую глубину 3,8 м, длину около 650 м, наибольшую ширину 170 м. Берега пологие, поросшие растительностью. Для изучения качественных показателей гидробионтов отбирали средневзвешенную пробу. Для этого с помощью батометра Паталаса отбирали по 3 дм<sup>3</sup> воды со следующих горизонтов: поверхность, 0,5 глубины; придонный горизонт. Воду смешивали в ведре.

Для изучения фитопланктона из средневзвешенной пробы брали 1,5 дм<sup>3</sup> воды и маркировали в соответствии с датой отбора. Для определения видового состава фи-

топланктона использовали 0,5 дм<sup>3</sup> средневзвешенной пробы.

Пробу природной воды сгущали с помощью вакуумного насоса на мембранном фильтре с диаметром пор 0,45 мкм. В конце фильтрования следили, чтобы над фильтром остался тонкий слой воды. Затем сгущенный осадок с фильтра осторожно перенесли в склянку при помощи кисточки и доводили до объема 5 мл дистиллированной водой. Концентрированную пробу фиксировали 4%-ным раствором формальдегида.

Разбор проб фитопланктона осуществлялся в лаборатории в соответствии с руководством [8] с использованием микроскопа МИКМЕД-5 при 400-кратном увеличении. После тщательного взбалтывания каплю концентрированной пробы помещали в центр камеры Нажотта.

Для идентификации видовой принадлежности пользовались соответствующими определителями водорослей [5–7, 9–11]. Сводный список водорослей составлен на основе системы, принятой в серии «Определитель пресноводных водорослей СССР» и в справочнике «Водоросли» [3, 6].

##### *Метод качественного изучения водорослей*

Собранный материал предварительно просматривают в живом состоянии в день сбора, чтобы отметить качественное состояние водорослей до наступления изменений, вызванных хранением живого материала или фиксацией проб. В дальнейшем собранный материал продолжают изучать параллельно в живом и фиксированном состоянии. Работа с живым материалом является необходимым условием успешного изучения водорослей, изменяющих при фиксации форму тела, форму и окраску хлоропластов, теряющих жгутики, подвижность или даже полностью разрушающихся в результате действия фиксаторов.

Водоросли в живом состоянии в зависимости от их размеров и других особенностей изучают с помощью бинокулярной стереоскопической лупы или чаще с помощью световых микроскопов.

Для микроскопического изучения водорослей готовят препараты: на предметное стекло наносят каплю исследуемое жидкости и накрывают покровным стеклом. Если водоросли обитают вне воды, их помещают в каплю водопроводной воды или оводненного глицерина. При длительном изучении препарата жидкость под покровным стеклом, постепенно подсыхает, ее следует добавлять. Для уменьшения испарения по краям покровного стекла наносят слой парафина [3].

### Результаты и их обсуждение

За летний период 2016 было определено 77 видов водорослей. В отделе Cyanophyta за исследуемый период было идентифицировано 17 видов, в отделе Chlorophyta – 27 видов, в отделе Bacillariophyta – 20 видов, в отделе Euglenophyta – 6 видов, в отделе Chryzophyta – 4 вида, в отделе Dinophyta – 3 вида.

#### *Характеристика видовой структуры фитопланктона пруда Мичуринский за июнь 2016 г.*

За июнь 2016 г. было обнаружено 27 видов. Определение видовой принадлежности проводилось в соответствии с определителями. Результаты исследований представлены на рис. 1. На долю представителей отдела Cyanophyta пришлось 3 вида, отдела Chlorophyta – 9 видов, отдела Chryzophyta – 2 вида, отдела Bacillariophyta – 12 видов, отдела Euglenophyta – 1 вид. К доминирующим отделам относятся Bacillariophyta (45%), Chlorophyta (33%).

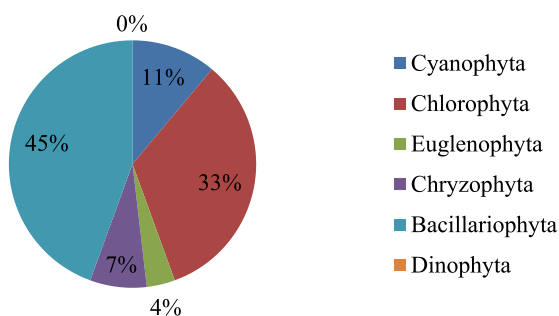


Рис. 1. Соотношение числа видов фитопланктона за июнь 2016 года

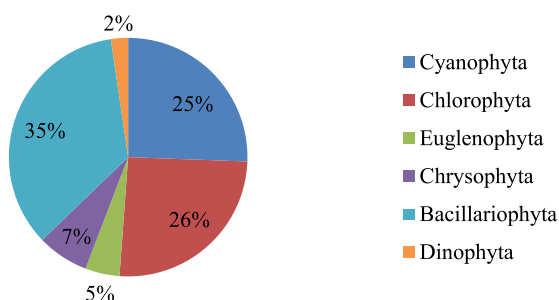


Рис. 2. Соотношение числа видов фитопланктона за июль 2016 года

#### *Характеристика видовой структуры фитопланктона пруда Мичуринский за июль 2016 г.*

За июль 2016 года было обнаружено 42 вида. Результаты исследований пред-

ставлены на рис. 2. На долю представителей отдела Cyanophyta приходится 11 видов, отдела Chlorophyta – 11 видов, отдела Euglenophyta – 2 вида, отдела Chryzophyta – 3 вида, отдела Bacillariophyta – 15 видов, отдела Dinophyta – 1 вид. К доминирующим отделам относятся Bacillariophyta (35%), на долю отделов Cyanophyta и Chlorophyta приходится по 25%.

#### *Характеристика видовой структуры фитопланктона пруда Мичуринский за август 2016 г.*

За август 2016 года было обнаружено 62 вида. Результаты исследований представлены на рис. 3. На долю представителей отдела Cyanophyta пришлось 15 видов, отдела Chlorophyta – 23 вида, отдела Euglenophyta – 5 видов, отдела Bacillariophyta – 14 видов, отдела Chryzophyta – 2 вида, отдела Dinophyta – 3 вида. К доминирующим отделам относятся Chlorophyta (37%), Cyanophyta (23%) и Bacillariophyta (24%).

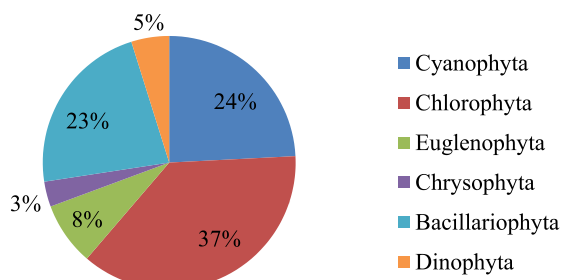


Рис. 3. Соотношение числа видов фитопланктона за август 2016 года

Существует несколько трофических статусов водоемов. Олиготрофные водоемы имеют невысокий уровень первичной продукции. К ним относят воды, первичная продуктивность которых из-за недостатка биогенных элементов низка.

Среди континентальных водоемов к ним относят озера с горные реки с холодной, насыщенной кислородом, бедной биогенными элементами, прозрачной водой.

Мезотрофные – водоёмы со средним уровнем первичной продукции. Фитопланктон развит хорошо, состав гидробионтов отличается разнообразием, возникают из олиготрофных и превращаются в эвтрофные водоемы с большой продуктивностью и повышенным содержанием биогенных элементов [2].

Эколого-географическая характеристика проводилась по следующим показателям: приуроченность к местообитанию, глобальность, географическая приуроченность и сапробный индекс (таблица) [1].

Распространение видов, разновидностей и форм водорослей пруда Мичуринский по эколого-географической характеристике

Эколого-географическая характеристика	Количество видов-индикаторов	Доля от индикаторной флоры, %
Приуроченность к местообитанию		
Планктонные (P)	31	63,3
Бентосные (B)	7	14,3
Планктонно-бентосные (P-B)	11	22,4
Географическая приуроченность		
Космополиты (k)	45	93,8
Бореальные (b)	2	4,2
Голарктические (Ha)	1	2,0
Галобность		
Галофилы (hl)	5	11,1
Индиференты (i)	38	84,4
Галофобы (hb)	2	4,5
Сапробность		
Олигосапробы (o)	2	4,3
o-β, β-o – мезосапробы	6	13,1
β (β-a) – мезосапробы	32	69,6
a (a-β) – мезосапробы	2	4,3
o-a (a-o) -мезосапробы	4	8,7

Среди видов-индикаторов географической приуроченности большую долю (93,8%) занимают виды-космополиты, что характерно для большинства водоемов умеренной зоны. По приуроченности к местообитанию основную массу (63,3%) представляют планктонные формы. Среди бентосных форм встречаются как правило представители отдела *Vacillariophyta*, класса Перистые диатомеи (*Pennatae*), которые ведут преимущественно донный образ жизни. По показателю галобности преобладают индиферентные формы (84,4%). Из общего числа видов-индикаторов сапробности преобладают β и o-β-мезосапробные организмы, что указывает на мезотрофный статус водоема.

**Выводы**

1. В пруду Мичуринский по количеству видов преобладают зеленые и диатомовые водоросли. Видовое богатство сине-зеленых и вхождение их в доминирующую группу является неблагоприятной тенденцией и может указывать на тенденцию к повышению трофического статуса водоема.
2. Эколого-географическая характеристика показывает, что по географической приуроченности большую долю занимают виды-космополиты, по приуроченности к местообитанию основную массу представляют планктонные формы. По показателю галобности преобладают индиферентные

формы. Из общего числа видов-индикаторов сапробности преобладают β и o-β-мезосапробные организмы, что указывает на мезотрофный статус водоема.

**Список литературы**

1. Баринаева С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. – PiliesStudio, Тель-Авив, 2006. – 498 с.
2. Белякова Р.Н., Волошко Л.Н., Гаврилова О.В. и др. Водоросли, вызывающие «цветение» водоемов северо-запада России. – М., 2006. – 367 с.
3. Водоросли. Справочник / Вассер С.П., Кондратьева Н.В., Масюк Н.П. – Киев: Наукова думка, 1989. – 608 с.
4. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство [Текст] / автор-сост. Садчиков А.П. – М.: изд-во «Университет и школа», 2003. – 157 с.
5. Определитель пресноводных водорослей СССР Выпуск 2 Синезеленые водоросли / М.М. Голлербах, Е.К. Косинская, В.И. Полянский. – М.: Советская наука, 1953. – 653 с.
6. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 1. Общая часть. Пресноводные водоросли и их изучение [Текст] / М.М. Голлербах, В.И. Полянский. – М.: Советская наука, 1951.
7. Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 7. Эвгленовые водоросли / Т.Г. Попова. М.: Советская наука, 1955. – 188 с.
8. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. – СПб: Гидрометеоздат, 1992. – 320 с.
9. Снитко Л.В., Водоросли разнотипных водоемов восточной части Южного Урала / Л.В. Снитко, Р.М. Сергеева. – Миасс: ИГЗ УрОРАН, 2003.
10. Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР/АСУССР Ин-т ботаники им. Н.Г. Холодного / отв. ред. Панамарь-Мордвинцева Г.М. – Киев: Наукова думка, 1990. – 208 с.
11. Ярушина М.И., Танаева Г.В., Еремкина, Т.В. Флора водорослей водоемов Челябинской области. – Екатеринбург, 2004. – 306 с.