

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Тувинский государственный университет»
Естественно-географический факультет
Кафедра биологии и экологии

Выпускная квалификационная работа

(бакалаврская работа)

**Распространение представителей семейства Symbellaceae в реках
Центрально-Тувинской котловины**

Работа допущена к защите Зав. кафедрой биологии и экологии Доржу Ч.М. _____ (подпись) Работа защищена «__» _____ 20__ г. С оценкой _____ Председатель ГЭК _____ (подпись) Члены комиссии _____ _____ _____ (подписи)	Студентки 4 курса 1 группы направления подготовки 06.03.01 «Биология» очной формы обучения <u>Шожал Азианы Алексеевны</u> ФИО _____ (подпись) «__» _____ 20__ г. Научный руководитель: Назын Ч.М., доцент, к.б.н. _____ (подпись)
--	--

Кызыл – 2020 г.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	3
Глава I. Водоросли - как объект изучения.....	5
1.1. Строение клеток и талломов водорослей	5
1.2. Экологические группировки водорослей.....	8
Глава II. Материал и методы исследования.....	15
2.1. Методы сбора и изучения водорослей.....	15
2.2. Материал и методы исследования.....	22
Глава III. Практическая часть.....	24
3.1 Физико-географическое положение района исследований.....	24
3.2 Гидрография.....	26
3.3 Распространение представителей семейства <i>Cymbellaceae</i> в реках Центрально-Тувинской котловины	29
ВЫВОДЫ.....	34
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ	35

ВВЕДЕНИЕ

Реки нашей страны представляют собой большой экономический потенциал и имеют исключительное значение в жизни населения. В интересах народного хозяйства, для удовлетворения нужд промышленности и сельского хозяйства необходимо использовать их многосторонне и эффективно, а для этого всесторонне изучить эти сложные динамические экосистемы, чем больше мы будем знать о существующих в них биоценозах, тем рациональнее мы можем их использовать [1, С.423].

В связи с этим приобретает практическое значение исследование альгофлоры рек как одного из ведущих компонентов биологической цепи. Изучение альгофлоры представляет и теоретический интерес, так как наши знания о систематическом составе и распределении водорослей различных типов рек республики Тыва еще недостаточны. Это препятствует прогнозированию процессов изменения альгофлоры особенно в условиях интенсивного хозяйственного использования рек [27, С.67-72].

Водоросли широко распространены по всему земному шару, населяя разнообразные водоемы и другие биотопы. Они играют большую роль в природе и являются основными производителями органической пищи и кислорода в водных экосистемах Земли, и кроме того, играют большую роль в общем балансе кислорода на планете. Известно, что их также применяют в качестве биообъектов при биотестировании химических веществ и образцов природных и загрязненных вод. В связи с этим изучение биологического разнообразия континентальных водоемов - одно из актуальных направлений современных научных исследований в экологии [28, С. 252-255].

Среди рек Тувы, различных по происхождению, не менее особый интерес представляют малые реки Центрально-Тувинской котловины.

Целью нашей работы было изучение распространения представителей семейства *Cymbellaceae* в реках Центрально-Тувинской котловины.

В соответствии с поставленной целью были сформулированы следующие **задачи**:

1. Проанализировать систематическую структуру водорослей малых рек Центрально-Тувинской котловины
2. Провести инвентаризацию видов водорослей семейства *Cymbellaceae* в реках Центрально-Тувинской котловины.
3. Установить особенности экологического распространения водорослей в различных реках Центрально-Тувинской котловины

Предметом изучения являются малые реки Центрально-Тувинской котловины.

Объект изучения – представители семейства *Cymbellaceae* в реках Центрально-Тувинской котловины.

Научная новизна. Данная работа является одним из исследовательских работ по проведению таксономического анализа семейства *Cymbellaceae* в малых реках Центрально-Тувинской котловины.

Практическая значимость. Результаты сравнительно-сопоставительных анализов исследований, по распространению представителей семейства *Cymbellaceae* в малых реках Центрально-тувинской котловины, будут дополнением информации по альгофлоре Республики Тыва и могут быть использованы при составлении сводок по региональной флоре представителей семейства *Cymbellaceae*. Данные сравнительно-сопоставительного анализа вод исследованных водоемов могут послужить основой для мониторинга состояния водоемов Тувы.

Структура и объем работы. Выпускная квалификационная работа состоит из введения, трех глав, заключения, списка используемых источников.

Глава I. Водоросли - как объект изучения.

1.1. Строение клеток и талломов водорослей

Водоросли - это низшие споровые растения, содержащие в своих клетках хлорофилл и живущие преимущественно в воде. В подавляющем числе водоросли - слоевцовые растения, их тела не дифференцированы на специализированные ткани и называются талломами или слоевищами.

В настоящее время общепризнанно, что водоросли представляют собой совокупность нескольких обособленных отделов растений, самостоятельных по своему происхождению и эволюции.

Клетки многих примитивных, имеющих монадную организацию водорослей, а также зооспоры и гаметы большинства водорослей голые, т.е. ограничены снаружи только цитоплазматической мембраной (плазмолеммой). У большинства водорослей кнаружи от плазмолеммы находится клеточная стенка, состоящая из аморфного, образованного гемицеллюлозами и пектиновыми веществами матрикса, в котором погружены целлюлозные микрофибриллы. Нередко в толще клеточной стенки присутствуют добавочные компоненты: кремний (педиаструм), спорополленин (сценедесмус), карбонат кальция (харовые водоросли), альгиновая кислота, фукоидин и фуцин (у бурых водорослей), хинин (эндогониум, кладофора). У диатомовых водорослей матрикс клеточной стенки пектиновый, содержит в качестве скелетного вещества кремнезем [5, С. 608].

Цитоплазма у большинства водорослей расположена тонким постенным слоем, окружая большую центральную вакуоль с клеточным соком. Вакуоль отсутствует в клетках сине-зелёных водорослей и монадных клетках. В клетках эукариотических водорослей хорошо различимы элементы эндоплазматического ретикуллума, рибосомы, митохондрии, аппарат Гольджи, клеточные ядра, хроматофоры.

Митохондрии обычного строения. В митохондриях некоторых бурых и красных водорослей наблюдались электронно-прозрачные участки, содержащие фибриллы ДНК. Описаны митохондриальные рибосомы более мелкие, чем цитоплазматические, расположенные как свободно, так и прикрепленные к кристам.

Аппарат Гольджи образован рядом блюдцевидных двойных мембран, на концах которых нередко имеются вздутия, они отшнуровываются в виде мелких пузырьков.

За исключением сине-зеленых, в клетках водорослей особенно заметны хроматофоры (хлоропласты) - носители окраски. Хроматофоры у

водорослей весьма разнообразной формы: они могут быть чашевидными (большинство видов хламидомонады), в виде кольца, опоясывающего клетку (улотрикс), в виде полого цилиндра, продырявленного многочисленными отверстиями (эдогониум), одной или многих идущих по спирали лент (спирогира), одной-двух крупных париетальных пластинок (пеннатные диатомеи), звёздчатый (зигонема). Хлоропласты водорослей несут зелёный пигмент хлорофилл, существующий в нескольких формах (a, b, c, d, e). Помимо него, в хлоропластах у красных, жёлто-зелёных, бурых и других водорослей присутствуют и такие пигменты, как фикоцианин, фикоэритрин, фикоксантин, β - каротин, ксантофилл и т.д [6, С.16].

Хлоропласты являются единственным местом отложения крахмала в клетке, большая часть которого концентрируется вокруг специфических образований - пиреноидов.

Монадные клетки обычно имеют кирпично-красный глазок, или стигму, состоящую из ряда гранул, которые содержат пигмент астаксантин (гематокром).

Монадные клетки снабжены жгутиками, которые у водорослей имеют единый план строения.

Водоросли - единственная группа растений, где представлены все известные в настоящее время типы клеточной организации: прокариотическая (синезелёные водоросли), мезокариотическая (панцирные жгутиконосцы из группы динофлагеллат), эукариотическая (водоросли остальных отделов).

В настоящее время у учёных нет сомнений, что именно водоросли - предки наземных растений. Этот факт подготавливался всем ходом развития водорослей, в котором решающая роль принадлежала клетке. Большое разнообразие строения, состава и свойств отдельных компонентов свидетельствует о том, что здесь шёл интенсивный формообразовательный процесс. На его основе методом проб и ошибок отбирались наиболее перспективные структуры, и создавался такой тип клеточной организации, который позволил растениям перейти к наземному образу жизни [2, С.82].

В научной литературе различают следующие ступени морфологической дифференциации таллома водорослей:

- монадная организация, характеризующаяся активной подвижностью с помощью жгутика. Разновидность монадной организации - подвижные колонии и ценобии;
- амёбоидная организация наблюдается у некоторых лишенных твёрдой оболочки форм, которые развивают цитоплазматические отростки-ризоподии;
- пальмеллоидный тип организации представлен неподвижными клетками, погружёнными в общую слизь;
- коккоидная организация характеризуется неподвижными, одетыми оболочками клетками, одиночными, или соединёнными в колонии и ценобии;

- нитчатая ступень организации представлена клетками, соединёнными в нити, простые или разветвлённые;
- гетеротрихальная организация представляет собой усложнённый вариант нитчатого строения, для которого характерны две системы нитей: стелющиеся по субстрату и отходящие от них вертикальные нити;
- пластинчатая организация, образующаяся посредством делений клеток нити, как в поперечном, так и в продольном направлениях, в результате возникают талломы в виде паренхиматозных пластинок;
- сифональная организация отличается отсутствием клеточных перегородок, так что талломы, имеющие значительную внешнюю расчленённость, формально представляют собой одну клетку обычно с большим количеством ядер;
- сифонокладальная организация представлена многоядерными клетками, соединёнными в нитчатые или иной формы многоклеточного строения.

Перечисленные ступени организации таллома в разных отделах водорослей представлены далеко не в равной мере. Наиболее полно они встречаются в следующих отделах: зелёные (*Chlorophyta*), золотистые (*Chrysophyta*), желто-зеленые (*Xanthophyta*) и пиррофитовые водоросли-*Pyrrophyta* [7, С. 484].

1.2. Экологические группировки водорослей

Водоросли занимают практически все местообитания, где может протекать фотосинтез. На их жизнедеятельность оказывают влияние комплекс факторов: абиотические (температура, свет, физические и химические свойства воды и субстрата, состояние и состав воздушных масс и т. д.), биотические (трофические, аллелопатические, конкуренция и др.) и антропогенные. В зависимости от степени приспособленности к вышеуказанным факторам водоросли образуют экологические группировки

(сообщества, ценозы), которые характеризуются определенным набором видов [13, С192].

Планктонные водоросли

Совокупность водорослей, как бы парящих в воде, называется фитопланктоном. Планктон существует во всех водоемах от маленькой лужи до океана. В зависимости от характера водоема состав планктона существенно различается. Планктон рек получил название потамопланктона, озер - лимнопланктона, прудов - гелеопланктона, луж, ям - фоссопланктона. Водоросли имеют специальные приспособления, позволяющие им удерживаться в толще вод: шипы, шипики, перепонки, ряд колоний выделяют слизь, некоторые виды накапливают капли жира, имеют газовые вакуоли или одно из дополнительных приспособлений, например, мелкие размеры клеток. Видовой состав планктонных водорослей не одинаков даже в одном водоеме, он зависит от физических и химических факторов в разных его частях. В каждый сезон года, как правило, преобладает одна из групп водорослей, весной и осенью - большей частью - диатомовые, летом - синезеленые и зеленые.

Водоросли, обитающие в поверхностной пленке воды, называются нейстоном. Организмы находящиеся над пленкой воды - эпинейстоном, а под пленкой - гипонейстоном. Из пресноводных водорослей нейстона следует отметить виды рода *Chromulina* - из золотистых, *Chlamidomonas* - из зеленых, *Euglena*, *Trachelomonas* - из эвгленовых [14, С. 423].

Бентосные водоросли

Водоросли, жизнь которых связана с дном водоема, называются фитобентосом. Они прикрепляются ко дну или свободно лежат на нем. Фитобентос представлен макроскопическими и микроскопическими

растениями. Большинство макроскопических морских бентосных водорослей достигают в длину нескольких десятков метров, они образуют огромные подводные луга и леса. Микроскопические водоросли образуют видимые невооруженным глазом скопления в виде слизистых пленок, подушек, тинистых шарфов, окрашенных в различные цвета: зеленый, желтый, бурый.

Для вегетации бентосных водорослей в первую очередь необходим свет. Важную роль играют и другие факторы, такие как температура, скорость передвижения водных масс, характер грунта, содержание в воде минеральных и органических веществ. Давно отмечено, что фитобентос пышно развивается в реках и ручьях на перекатах, где вода течет с большой скоростью, в морях - в проливах с течением и в прибрежной прибойной зоне.

Бентосные водоросли в зависимости от места обитания подразделяют на следующие экологические группы: эпилиты, эпипелиты, эпифиты, эндофиты, паразиты и эндосимбионты [9, С. 256].

Эпилиты - прикрепленные водоросли, растущие на поверхности твердого грунта (скалы, камни и т. д.). Они образуют корковидные покрытия, плоские подушечки или обладают органами крепления - ризоидами. Эту группу можно наблюдать в быстрых горных реках, где быстрое течение и каменистое дно. Типичные пресноводные представители из золотистых - *Hydrurus*, из красных - *Chantransia*, *Lemanea*.

Эпипелиты - водоросли, населяющие поверхность рыхлых грунтов (песок, ил), они либо свободно ползают по субстрату, либо с помощью ризоидов укрепляются на рыхлом грунте. Эту группу широко представляют диатомовые, синезеленые, золотистые, эвгленовые и харовые водоросли, которые вегетируют на илистом дне.

Эпифиты - водоросли, живущие на поверхности других растений, например, тростнике, рдесте и т. д., ими являются многие виды из большинства отделов водорослей.

Эндофиты - водоросли, поселяющиеся в талломах других водорослей и в мертвых водоносных клетках сфагновых мхов, в отличие от паразитов они имеют собственные хлоропласты. Наиболее распространенным эндофитным видом является *Chlorochytrium limnae*, обитающий в теле ряски.

Паразиты - водоросли, живущие в слоевищах других водорослей или кишечнике беспозвоночных животных (червей, олигохет, нематод и т.д.), хлоропласты в их клетках не выражены. Это виды родов *Gymnodinium*, *Blastodinium* и другие.

Водоросли обрастатели – перифитон, это водоросли, вегетирующие на предметах, введенных в воду человеком (суда, буи, плоты, трубопроводы и т. д.). Специфичность этой группы такова, что организмы, входящие в ее состав, удалены от дна и живут на предметах, обтекаемых водой. В связи с этим они имеют специальные органы крепления: подошвы, стопы, слизистые тяжи, слизь. Данная группа видов находится в своеобразных условиях светового, температурного и пищевого режима в отличии от донных обитателей. Перифитон представляют водоросли из отделов зеленых, синезеленых, диатомовых и желтозеленых [3, С.150].

Наземные (аэрофильные) водоросли

Наземные (воздушные) водоросли живут вне водоемов на твердых субстратах: скалах, высших растениях, тротуарах, крышах домов, архитектурных постройках. Для среды обитания аэрофильных водорослей характерны резкая смена температуры, редкое увлажнение (туманы, росы и т. д.). Аэрофилы в качестве приспособлений имеют следующие особенности в строении клеток - утолщенные стенки, слизистые обертки, чехлы для удержания воды, способность накапливать масло.

Почвенные водоросли

Сообщество организмов, обитающих в почве, называется эдафоном, а его растительная часть называется фитоэдафоном. Большая часть почвенных водорослей обитает на поверхности почвы и в ее самом верхнем горизонте до глубины 2 см. На глубине 20 см количество водорослей ничтожно. Максимальная глубина, на которой отмечены водоросли - 2,7 м. Общее количество обнаруженных почвенных водорослей около 2000. Преобладают в почвах синезеленые, зеленые, диатомовые, в меньших количествах желтозеленые и золотистые. Для существования на поверхности и в почве водоросли должны обладать способностью переносить засуху, высокую освещенность и ее колебания и т. д. Резкие изменения данных факторов выражены в степных и пустынных почвах. Синезеленые водоросли (*Phormidium*, *Microcoleus*, *Schizothrix*, *Nostoc* и др.) образуют кожистые или напоминающие войлок пленки. Многие почвенные водоросли выделяют обильную слизь и образуют слизистые колонии, чехлы и обертки, состоящие из гидрофильных полисахаридов. Они способны поглощать и удерживать большое количество воды, превышающее в 8-15 раз сухую массу водорослей. Водоросли прямо и косвенно участвуют в повышении плодородия почвы, обогащая ее углеводами и азотом [22, С.157].

Водоросли горячих источников

Водоросли горячих источников вегетируют при температуре от + 35⁰ до + 52⁰, а в отдельных случаях до + 84⁰С. Чаще всего горячие источники сосредоточены в районах с активной вулканической деятельностью, поэтому кроме высоких температур воды источников отличаются высоким содержанием минеральных веществ и газа. В водоемах с экстремальными температурами чаще встречаются синезеленые из порядка *Oscillatoriales*, значительно меньше диатомовых и зеленых. Исследователями отмечено более 200 видов, обнаруженных в термальных источниках. Подавляющая часть обитателей терм относится к эвритермным организмам, т. е. к организмам, способным вегетировать и при более низких температурах

(виды *Cladophora*, *Rhizoclonium*, *Ulothrix* и др.). Типичным и широко распространенным термофилом является *Phormidium laminosum*, его температурный оптимум развития лежит в пределах от 45 до 55⁰ С. Внешними приспособлениями термофилы не обладают, для перенесения экстремальных воздействий, вероятно, в их клетках происходит внутренняя физиологическая перестройка [10, С.188].

Водоросли снега и льда

Группировка водорослей, приспособленная к жизни при температуре от 0⁰ С и ниже, называется криофитомом. Эту группировку можно встретить везде, где имеется постоянный снежный покров. Интенсивно размножаясь, водоросли могут придавать субстрату различную окраску: красную, зеленую, желтую, голубую, бурую или черную. Водоросли, вызывающие “цветение” снега или льда, относятся к следующим отделам: эвгленовым, золотистым, синезеленым, диатомовым и зеленым. В настоящее время известно около 100 видов-криобионтов. Наиболее известно явление “красного снега”, которое вызывает *Chlamydomonas nivalis* - вид из отдела зеленых водорослей. В его клетках содержится большое количество астаксантина - красного пигмента. *Chlamydomonas flavo-virens* окрашивает снег в желто-зеленый цвет. Водоросли развиваются на старом снегу, когда он частично начинает таять. Площадь окрашенного снега может занимать до нескольких квадратных километров [4, С. 848].

Водоросли соленых водоемов

Это своеобразная группировка водорослей, живущих в соленых водоемах, как правило, в озерах, где концентрация соли достигает 285 или 347 г/л. Они получили название галобионтов. Соленых водоемов чрезвычайно много в районах с жарким климатом и там, где подстилающие породы содержат большое количество солей. Только в пересоленных (гипергалинных) водоемах чаще всего встречается *Dunaliella salina* или виды

рода *Asteromonas*, *Pedinomonas*. Эти виды характеризуются высоким содержанием хлористого натрия в протоплазме и накоплением каротиноидов и глицерина. В гипергалинных озерах часто возникает красное или зеленое “цветение”, которое вызывают виды из родов *Phormidium*, *Oscillatoria*, *Spirulina* и др. При уменьшении солености наблюдается увеличение разнообразия видового состава водорослей.

Известковые водоросли

К данной группе относятся две категории водорослей: сверлящие и туфообразующие. Жизнь этих водорослей связана с известковым субстратом. Число видов этой группы невелико - около 20 из отделов зеленых и синезеленых водорослей. В результате жизнедеятельности сверлящие водоросли выделяют органические кислоты, которые растворяют известь. В итоге субстрат оказывается пронизан тонкими и глубокими ходами.

Туфообразующие водоросли, наоборот, способны выделять известь причем настолько обильно, что нити водорослей оказываются совершенно погруженными в известковые футляры, в которых они постепенно отмирают [8, С. 200].

Глава II. Материалы и методы исследования

2.1. Методы сбора и изучения водорослей

Сбор водорослей. Существует многообразие методов сбора водорослей.

Водоросли можно собирать в любое время года, но лучше сбор производить в весенние, летние и осенние месяцы. В зависимости от характера водоемов (ручьи, реки, озера, пруды, лужи) состав водорослей в них может быть различным. Выбор станций (точек) отбора проб по акватории. Количество станций для отбора проб и их расположение по акватории, а также частота сборов во времени определяются согласно целям и задачам альгологического исследования.

При проведении многолетних наблюдений с целью изучения альгостока реки устанавливаются постоянные створы в наиболее характерных и значимых биотопах. Пробы отбираются в фиксированные даты не реже трех раз в месяц в летний период и одного раза - в зимние месяцы.

Во всех случаях взятие проб фитопланктона, определение его первичной продукции и гидрохимические наблюдения осуществляются синхронно, в одних и тех же точках. Следует отметить, что выбор станций (точек) - чрезвычайно важный момент в проведении исследований, т. к. при чрезмерной густоте станций получается слишком большой объем материала, а при редком отборе - может потеряться специфика отдельных биотопов, и смазаться вся картина изучаемого водоема [18, С.347].

Выбор точек взятия проб по вертикали. При обследовании водоема пробы должны отбираться из всей толщи воды. Горизонты взятия проб фитопланктона по вертикали выбирают в соответствии с характеристиками физических факторов, которые оказывают влияние на жизнедеятельность водорослей (свет, температура и т. д.). Количество точек взятия проб по глубинам, необходимое для учета фитопланктона в слоях, в большинстве водоемов (за исключением очень глубоких) может быть ограничено шестью:

- поверхностный горизонт - здесь максимальная температура и освещенность воды, но данный горизонт подвержен наибольшему ветровому воздействию;
- горизонт, располагающийся на половине глубины прозрачности, - близок по характеристикам к первому, но с более “сглаженными” по всем факторам условиям;
- горизонт на глубине прозрачности - практически совпадает с серединой трофогенного слоя;
- горизонт, соответствующий удвоенной глубине прозрачности, обычно совпадает с границей трофогенного зоны, здесь располагается компенсационная точка, а при установлении летней стратификации - термоклин;
- горизонт, соответствующий середине трофолитической зоны, определяется как середина расстояния от дна до удвоенной глубины прозрачности;
- придонный горизонт от 0,3 до 0,5 м ото дна (пробу необходимо брать осторожно, чтобы не взмутить ил).

Отбор проб фитопланктона. Фитопланктон собирают планктонной сетью, она делается из шелковой или капроновой ткани, обладающей очень мелкими ячейками (на площадь в 1 см² должно приходиться около 6000 отверстий). Чаще всего планктонная сеть имеет форму конуса, размеры которого варьируют. Состоит она из латунного кольца и пришитого мешка из вышеупомянутой ткани. Выходное отверстие конусовидного мешка плотно крепится к стаканчику. Обычно “сетяной планктон” используется преимущественно для выявления таксономического состава. Для взятия вертикальной пробы сеть опускают до дна водоема и медленно поднимают к поверхности. Для количественного учета фитопланктона используют сборы

планктона специальными приборами - батометрами. Конструкций батометров чрезвычайно много. Широкое применение в практике получил батометр системы Рутнера. Емкость батометров может быть различной - от 1 до 5 л. При изучении фитопланктона поверхностных слоев пробы отбирают простым зачерпыванием воды в сосуд определенного объема. В водоемах с бедным планктоном объем пробы должен быть не менее 1 л, в водоемах с богатым планктоном - 0,5 л или даже 0,25 л (например, при "цветении" воды) [19, С.286].

Концентрирование количественных проб фитопланктона осуществляют двумя методами: фильтрованием и осаждением.

Отбор проб перифитона. Для изучения видового состава перифитона налет на поверхности разнообразных подводных предметов снимают с помощью обычного ножа или специальных скребков и ложек. Более полный сбор дает субстрат, извлеченный из воды и помещенный в таз (кювет) с небольшим объемом воды. Налет снимается ножом или ложкой, а затем с помощью зубной щетки вся поверхность зачищается и ополаскивается водой из таза или кювета. Для количественной характеристики перифитона необходимо знать площадь субстрата, с которой смыты водоросли.

Отбор проб фитобентоса. Сбор крупных нитчаток осуществляют с помощью простой палки, на конце которой вбито несколько гвоздей, или груза с зубьями ("кошка"), привязанного к длинной веревке. Для сбора на мелководье (0,5-1,0 м глубины) применяют сифон - резиновый шланг со стеклянными трубками на концах, в который засасывают наилок. На более больших глубинах используют стакан для ила или ведерко. При сборе материала с глубин 2,0-2,5 м используют микробентометр Владимировой [21, С.91-93].

Фиксация. Отобранные в водоеме пробы делят на две части. Одна часть проб предназначена для изучения водорослей в живом, другая - в

фиксированном состоянии. Живой материал помещают в стерильные стеклянные сосуды (пробирки, колбы, банки), которые закрывают ватными пробками, жидкость заливается не доверху. Пробы упаковывают в ящики и хранят в темноте, периодически выставляя на рассеянный солнечный свет для поддержания фотосинтетических процессов. Следует учитывать, что определенная часть видов водорослей не сохранится. Поэтому желательно просматривать живой материал под микроскопом сразу.

Материал, собранный для длительного хранения, помещают в стеклянную или пластмассовую посуду и плотно закрывают резиновыми или корковыми пробками. В качестве фиксатора чаще всего используется формалин, обычно 2 - 4 процентный его раствор. Пробу лучше фиксировать сразу на месте сбора.

Ряд пресноводных водорослей (водяная сеточка, кладофора, хара) можно засушивать, сохраняя в виде гербария. Выбранный для гербаризации экземпляр помещают в таз с водой, подводят под него лист плотной белой бумаги, препаровальными иглами тщательно расправляют слоевище и осторожно вынимают лист из воды. Сверху водоросли укладывают сухую марлевую салфетку и несколько листов фильтровальной бумаги или газеты. Листы с водорослями сушат в гербарных сетках, один-два раза в сутки заменяя влажные листы фильтровальной бумаги на сухие. Гербарный лист обязательно должен иметь этикетку.

Этикетирование проб

Весь собранный материал обязательно этикируется. Этикетка опускается в емкость, куда переливается отобранная проба из водоема, либо крепится к поверхности сосуда с помощью изоляционной ленты, пластыря, скотча и т. д. Бумагу для этикеток лучше изготовить из кальки, восковки, которые не расплзаются в воде. Запись на этикетке осуществляется только простым карандашом, т. к. чернила или паста при

контакте с водой и фиксатором могут обесцветиться. На этикетке отмечают следующие сведения: номер пробы, место выбора створа, объем, дата и т. д. (рис.1).

№	пробы	р.Барлык
05.06.2020 г.		
правый берег		
горизонт	–	поверхность (дно, обрастание)
(глубина - 0,2 м)		
Расстояние до берега – 1 м		
Объем пробы – 10мл		
Коллектор Монгуш А.		

Рис.1. Этикетка для пробы воды

Сведения о пробе параллельно заносят в полевой дневник, дополнительно отмечая температуру, цвет, прозрачность, рН воды. Если пробы отбирают в солоноватоводных водоемах, то необходимо охарактеризовать вкус и запах воды. В дневнике записывают время сбора материала, дают подробное описание водоема (створа) и развивающихся в нем высших водных растений и другие наблюдения.

Камеральная обработка

Обработка материала, собранного во время экскурсии, экспедиции, проводится в лаборатории. Просматривают альгологические пробы с живым или фиксированным материалом при помощи микроскопа с использованием различных объективов (10×, 20×,... 100×) и окуляров (7×, 10× ... 20×).

Для микроскопического изучения готовят временные и постоянные препараты водорослей. Чтобы приготовить временный препарат, надо на предметное стекло нанести каплю исследуемой жидкости и накрыть ее покровным стеклом. Для уменьшения испарения по краям покровного стекла наносят тонкий слой парафина.

В постоянных препаратах в прокаленном виде водоросли могут храниться десятками лет. Постоянные препараты изготавливаются, обычно, для изучения диатомовых, динофитовых и десмидиевых водорослей, систематика которых основана на структуре клеточных покровов. Подготовка диатомовых к микроскопированию заключается в уничтожении органики, затемняющей структуру панциря. Для этого необходимо прокаливание материала или обработка его концентрированными минеральными кислотами [12, С.620].

Метод прокаливания. Каплю с клетками диатомовых водорослей наносят на обезжиренное спиртом покровное стекло, подсушивают, а затем помещают на слюдяную пластину и прокаливают на электрической плите от 0,5 часа до 3 часов. При изучении бентосных диатомовых, обладающих мощными панцирями, прокаливание проводят в электропечи при температуре 450°C . Затем на обезжиренное предметное стекло помещают смолу с высоким коэффициентом преломления (1,68 - 1,90) - среда Эляшева, Геракс, плевракс и другие - расплавляют ее над пламенем спиртовки и помещают в нее покровное стекло. Незаточенным концом карандаша или пробкой расправляют смолу по стеклу так, чтобы в препарате не было пузырьков воздуха. После застывания смолы на предметное стекло тушью наносят данные о пробе (водоем, дата и т. д.) и покрывают надпись бесцветным лаком. Можно на стекло наклеить бумагу или пластырь с информацией о пробе.

Метод холодной обработки кислотой. Осадок с содержащимися в нем водорослями на несколько суток заливают концентрированной серной кислотой (H_2SO_4) с добавлением нескольких кристаллов бихромата калия ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$). Затем пробу промывают дистиллированной водой с последующим центрифугированием до полного отмывания от кислоты (проверяют лакмусовой бумажкой) и готовят постоянный препарат по описанной выше методике.

Большинство пресноводных водорослей имеют микроскопические размеры. Изучение водорослей обязательно требует применения микроскопа. Крайне желательно зарисовывать объект изучения с помощью рисовальных аппаратов (РА- 4, РА- 5) или фотографировать клетки, пользуясь микрофотонасадками (МФН-1, МФН-2) или другой фотографической аппаратурой.

При определении вида необходимо измерять его размеры, которые являются важным диагностическим признаком. Обычно в комплекте микроскопа имеется измерительная линейка, цену делений которой определяют с помощью окуляр-микрометра. Определение цены делений необходимо знать для каждого объектива 10×, 20×, 40×, ... 90× или 100×. Изучение линейных размеров водорослей требует большого количества экземпляров (30-120) для статистической обработки полученных данных.

Количественному учету могут подвергаться только количественные пробы. Данные о численности являются исходными для определения их биомассы. Численность выражается в тыс. кл/л, а биомасса - в мг/л или других размерных единицах. Подсчет численности осуществляется на специальных стеклах или в счетных камерах Нажотта, Учинского, Горяева и других.

Определение водорослей

Идентификация видов является завершающим этапом в определении водорослей. Для правильного определения водоросли нужно внимательно исследовать ее, произвести линейные замеры. Желательно рассмотреть объект в живом состоянии. И все же ряд форм может быть не определен, это не должно смущать исследователя, лучше вид оставить без видового названия, чем определить его неверно. Определение водорослей проводят по ключу, который построен по дихотомическому принципу [20, С.214]. Каждому признаку, составляющему тезу, противопоставляется другой

признак, являющийся его антитезой. Кроме того, необходимо прочесть диагноз, посмотреть рисунок, если имеются отклонения от параметров, указанных в диагнозе, их следует отметить. Для детального критического изучения альгофлоры России обычно используют “Определители”, “Флоры”, атласы, справочники, крупные сводки и статьи.

2.2. Материал и методы исследования

Материалом для исследования послужили коллекции водорослей лаборатории «Гербарий», собранные летний период 2011-2014 гг. Образцы водорослей представляют собой пробы плактона, грунта и обрастаний (рис.2.).

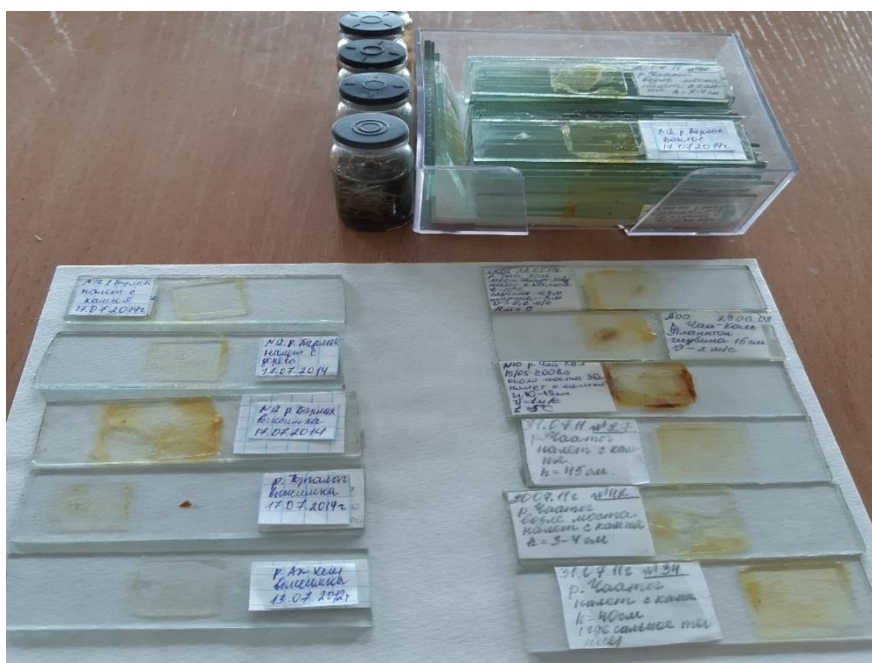


Рис.2. Постоянные препараты и пробы водорослей

Материалом для дипломной работы послужили 54 постоянных препаратов, 64 водные пробы лаборатории «Гербарий» в 2011-2014 гг. из рек Центрально-Тувинской котловины (таблица 1).

Таблица 1

Альгологические образцы водорослей рек Центрально-Тувинской котловины

Реки	Время сбора альгологических проб	Кол. постоянных препаратов	Кол. проб водорослей
Барык	VII – 2013; VII – 2014;	10	14
Торгалыг	VII – 2012; VII – 2013;	14	10
Чааты	VII – 2011; VII – 2012;	10	18
Чаа-Холь	VII – 2010; VII – 2012;	10	12
Ак-Хем	VII – 2010; VII – 2011;	10	10
Всего		54	64

Водоросли исследованы в световом микроскопе «Altami», диатомовые при увеличении 100х16 постоянные препараты, а водные пробы при увеличении 40х16. (рис. 2.)

Материал изучали в фиксированном состоянии, использовано нами метод микроскопирования и применено метод висячей капли, при длительных наблюдений над одним и тем же объектом. Суть метода висячей капли заключается: на чистое покрывное стекло наносят маленькую каплю исследуемой пробы, после чего покрывное стекло, края которого покрыты вазелином, накладывают каплей вниз на специальное предметное стекло с лункой посередине так, чтобы капля не касалась дна лунки. Такой препарат можно изучать в течение нескольких недель, сохраняя его в перерывах между работой во влажной камере [23, С.32].

Для определения видового состава диатомовых водорослей использованы определители, эколого-географическое распространение водорослей идентифицировали по работам разных авторов.

Глава III. Практическая часть

3.1. Физико-географическое положение района исследований

Тува расположена в самом центре Азиатского материка, на территории, являющейся рубежом мирового водораздела между бассейном Северного Ледовитого океана (Енисей) и бессточной областью Центральной Азии. Такое географическое положение и резкая расчлененность рельефа, определяющего выраженную контрастность.

Характерный рельеф Тувы – высокие горные хребты и нагорья, а также межгорные впадины, расположенные главным образом в центральной части и на юге. Наиболее крупное из таких впадин Центрально-Тувинская депрессия. Она протянулась между Западным Саяном и Хребтом Танну-Ола, а на востоке – между хребтом академика Обручева и Сангилен и состоит из котловин различных размеров, разделенных небольшими горными хребтами и массивами: Хемчикская, Улуг-Хемская, Тувинская котловины. Все эти котловины в литературе обычно объединяются под общим названием Центрально-Тувинской котловиной [16, С.11-45].

Центрально-Тувинская котловина (Улуг-Хемская котловина) — центральная часть Тувинской котловины. Улуг-Хемская котловина протянулась в широтном направлении более чем на 200 км. На западе ее ограничивает хребет Адар-Таш, на севере граница проходит по правобережью Улуг-Хема, где отроги Картушибинского хребта подходят к самой реке, на северо-востоке и востоке территория котловины окружена хребтами Академика Обручева и Саргалык-Тайга, на юге - предгорьями Восточного и Западного Танну-Ола (рис. 3).

сланцы). В центре котловины развиты барханные пески и встречаются соленые и пресные озера.

Климат Тувы резко континентальный, с общей амплитудой абсолютных и суточных температур, что обусловлено главным образом ее положением в центре Азиатского материка, удаленностью от морей и океанов и рассеченностью рельефа [11, С.46-65].

Центрально-Тувинская котловина, расположенная в поясе низкогорья, представленного преимущественно степными и сухостепными ландшафтами, отмечается здесь наибольшей континентальностью, меньшим количеством осадков и особенно выраженной сухостью воздуха среднегодовое количество осадков в Центрально-Тувинской котловине составляет 200-230 мм, увеличиваясь до 300 мм по окраинам. Безморозный период длится в среднем от 95-120 дней, продолжительность активной вегетации с температурой более 10°C колеблется 110-120 дней.

В Центрально-Тувинской котловине широко распространены почвы темно-каштанового, преобладают каштановые. По сравнению с другими равнинными районами республики почвы Центрально-Тувинской котловины более разнообразны, что связано с природными особенностями этой территории.

3.2. Гидрография

Гидрографическая сеть Центрально-Тувинской котловины представлена в основном р. Улуг-Хем, или верховьем р. Енисей которая образовалась от слияния двух горных рек Малого и большого Енисея (Каа-Хем и Бии-Хем) (рис. 4). Площадь водосбора верхнего Енисея 16521 км² [17, С.66-104].

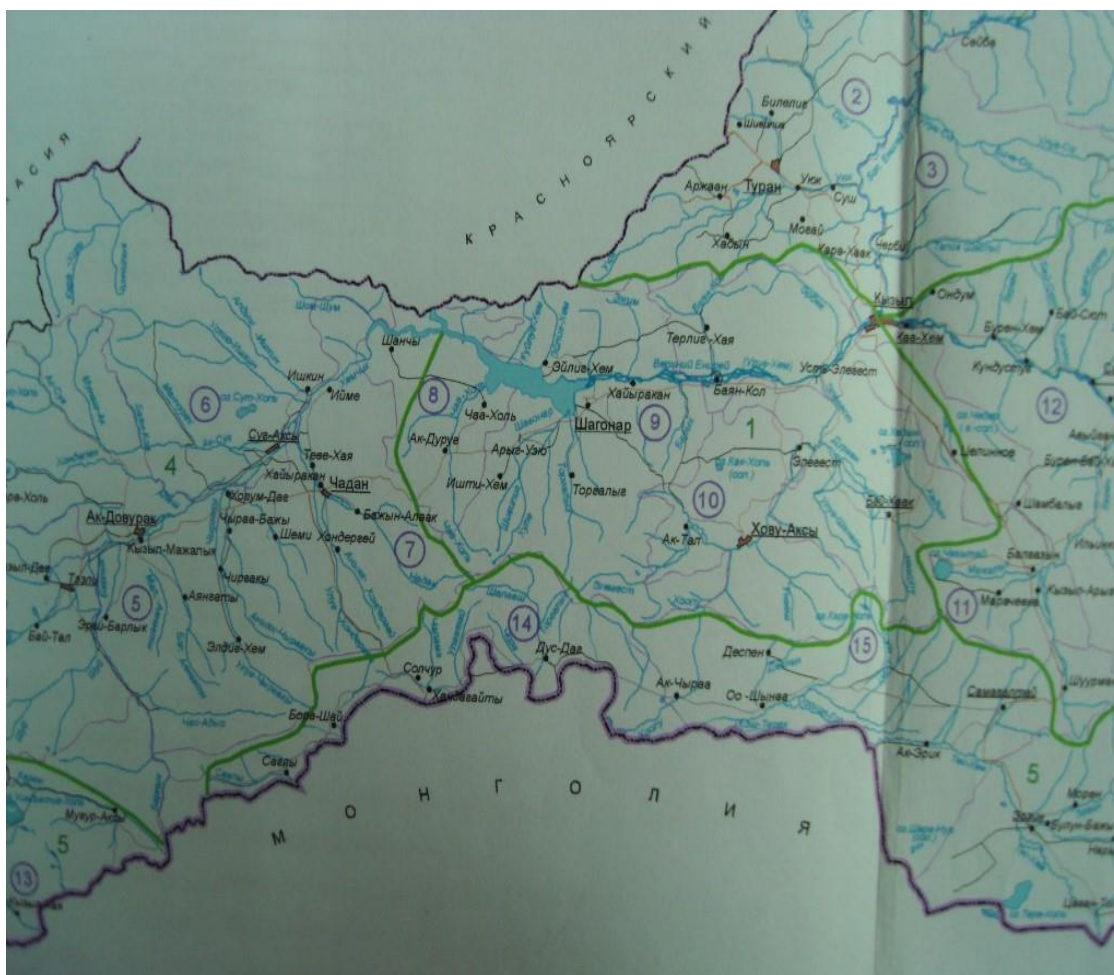


Рис. 4. Гидрологическая карта Тувы

Резко выраженная континентальность климата и горный характер территории Тувы являются основными естественными факторами, которыми обусловлен режим рек бассейна верхнего Енисея. Сток их формируется за счет весеннего снеготаяния и летнего высокогорного ледникового питания. Основным источником питания рек является снежный покров.

Река Енисей (Улух-Хем) - основная водная магистраль Тувы. Берега в основном низкие, многолетний средний расход воды в средней части течения - $1200 \text{ м}^3/\text{сек}$. Уклоны русла более или менее однообразны. Общее падение реки равно 113 м. она имеет несколько притоков: Эжим, Барык, Сенек, Чаты, ширина притоков 1-3 метров, глубина от 0,3 до 2 метров, скорость течения от 1 до 4 м/сек. Воды притоков пресные, в засушливые годы пересыхают.

Грунтовые воды в основном пресные, иногда минерализация достигает до 1 г/л. Химический состав гидрокарбонатно-кальциевый, реже - гидрокарбонатно-магниевый.

В конце декабря река покрывается льдом, который устойчив до конца апреля. Кроме весеннее-летнего половодья на р. Енисее бывает несколько летних паводков, вызываемых дождями, совпадающими с прохождением циклонов.

Нами на пример обследование из литературных источников взяты водоросли пяти малых реках западной части Центрально-Тувинской котловины:

Барык – левый приток Верхнего Енисея, берет начало на северном макросклоне хребта Восточного Танну-Ола на высоте 1400 м над ур. м. течет по Центральной Тувинской Котловине. Это малый водоток. Длина её – 31,6 км, ширина водотока – 3 м [26, С.7-9].

Чааты - левый приток Верхнего Енисея, берет начало в районе горы Кара-Суг на северном макросклоне хребта Танну-Ола на высоте 1680 м над ур. м. Протяженность водотока 42 км, ширина варьирует от 0,5 до 4,0 м, глубина от 0,2 до 1,5 м. В нижнем течении река разветвляется на ряд протоков, которые впадают в Саяно-Шушенское водохранилище [30, С.155-161].

Торгалыг – правый приток р. Шагонар, берет начало на северном макросклоне Восточного Танну-Ола, длина реки 40 км, ширина варьирует от 0,5 до 1,5 м, площадь водосбора 610 км² [15, С.24].

Чаа-Хол - левый приток Верхнего Енисея, берет начало на северном склоне хребта й Танну-Ола, длина реки 90 км, сток реки сравнительно равномерный, вероятный среднегодовой расход воды близок к 5м³/сек, площадь бассейна 1748 км² [24, С. 18-20].

Ак-Хем - левый приток реки Чаа-Холь берет начало на северном склоне хребта Танну-Ола. Большая часть бассейна реки расположена в горно-таежной местности. Склоны долин заняты хвойным лесом с густым

подлеском. Длина реки - 34 км, ширина на месте отбора проб 0,8 метров, глубина 0,5 м [25, С.208-209].

3.3 Распространение представителей семейства *Cymbellaceae* в реках Центрально-Тувинской котловины

Результатом исследования водорослей некоторых малых рек в западной части Центрально-Тувинской котловины. Был проведен анализ таксономическому эколого-географическому разнообразию водорослей. Всего было обследовано 5 малых рек.

Водоросли рек Центрально-Тувинской котловины изучены недостаточно, имеются сборы проб воды из некоторых малых рек в западной части котловины, а восточная часть не изучена в альгологическом отношении [29, С.31-38].

Видовой состав водорослей. Нами обследованы водоросли в малых реках западной части Центрально-Тувинской котловины. За период исследования в малых реках Центрально-Тувинской котловины обнаружены представители 7 отделов водорослей (таблица 2).

Таблица 2

Таксономический состав альгофлоры малых рек Центрально-Тувинской котловины

Отдел	Барык	Торгалыг	Чааты	Чаа-Холь	Ак-Хем	Общее кол
<i>Cyanophyta</i>	8(8)	14(15)	17(17)	10(10)	6(7)	24(25)
<i>Chrysophyta</i>	1(1)	2(2)	1(1)	1(1)	1(1)	3(3)
<i>Bacillariophyta</i>	79(84)	57(70)	96(113)	88(109)	66(79)	118(146)
<i>Xanthophyta</i>	-	1(1)	1(1)	-	-	1(1)
<i>Euglenophyta</i>	-	-	4(4)	1(1)	-	5(5)
<i>Rhodophyta</i>	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)	1(1)
<i>Chlorophyta</i>	12(12)	17(17)	31(32)	12(13)	10(9)	35(36)
Всего	101(106)	92(106)	151(169)	113(135)	84(94)	187(217)

Флора водорослей исследованных рек включает 187(217) видов, разновидностей и форм водорослей, относящихся к 53 родам и 26 семействам. Доминирующий отдел диатомовых в сложении альгоценозов в малых реках составляет от 67% (р.Чааты и р.Торгалыг) до 80% в реках Барык и Ак-Хем, от всего видового состава.

На долю ведущих пяти семейств приходится 48,4% водорослей в реках Центрально-Тувинской котловины. По числу видов и внутривидовых таксонов первые ранговые места приходятся на семейства *Naviculaceae*, *Cymbellaceae*, *Fragilariaceae*, *Achnanthaceae*, *Gomphonemataceae* (таблица 3).

Таблица 3

Ведущие семейства флоры диатомовых водорослей малых рек
Центрально-Тувинской котловины

Семейство	Число видов		Место по числу таксонов	
	абсолютное	ранг	абсолютное	ранг
<i>Naviculaceae</i>	29	1	36	1
<i>Cymbellaceae</i>	21	2	22	2-3
<i>Fragilariaceae</i>	18	3	22	2-3
<i>Gomphonemataceae</i>	9	5	13	4
<i>Nitzschiaceae</i>	12	4	12	5
Всего:	89		105	

Семейство *Cymbellaceae* по количеству видов занимает 2 ранговое место в спектре выявленных семейств и составляют 11,2 % от общего состава диатомовых водорослей, занимают вторую позицию среди диатомовых водорослей, разнообразие представителей на отдельных малых водотоках представлено в таблице №3

Таблица 4

Таксономический состав водорослей семейства *Cymbellaceae* в реках
Центрально-Тувинской котловины

Таксоны	Барык	Чааты	Торгалыг	Чаа-Холь	Ак-Хем	Г	А	Р	М
	12,6°	18°	15,9°	16°	18°				
	7,1	6,8	6,94	6,88	6,8				
1. <i>Cymbella acuta</i> A. S.		+		+		i	al	?	?
2. <i>C. aqualis</i> W. Sm.		+				i	i	b	o
3. <i>C. amphicephala</i> Naeg.		+		+		gb	i	b	o
4. <i>C. aspera</i> (Ehr.) Cl.	+			+		i	i	aa	o
5. <i>C. cistula</i> (Hemp.) Grun.	+	+	+	+	+	i	al	b	o
6. <i>C. cuspidata</i> Kütz.		+	+			i	i	k	o
7. <i>C. cymbiformis</i> (Ag.? Kütz.) V. H.	+	+	+	+	+	i	i	b	o
8. <i>C. gracilis</i> (Rabenh.) Cl.	+		+			gb	az	aa	д
9. <i>C. helvetica</i> Kütz.				+		i	al	b	o
10. <i>C. heteropleura</i> Ehr.	+			+	+	gb	i	aa	o
11. <i>C. lanceolata</i> (Ehr.) V. H.	+	+	+	+	+	i	al	b	o
12. <i>C. naviculiformis</i> Auersw.	+		+			i	al	b	o
13. <i>C. parva</i> (W. Sm.) Cl.		+		+		i	i	b	o
14. <i>C. sinuata</i> Greg.	+	+	+	+	+	i	i	b	o
15. <i>C. stuxbergii</i> Cl.	+	+	+	+	+	i	i	aa	o
16. <i>C. tumida</i> (Breb.) V. H.			+		+	i	i	b	o
17. <i>C. tumidula</i> Grun.		+	+			i	i	b	o
18. <i>C. turgida</i> (Greg.) Cl.			+	+		i	al	b	o
19. <i>C. ventricosa</i> Kütz.		+	+	+	+	i	i	k	o
20. <i>Amphora ovalis</i> Kütz.		+	+	+	+	i	al	k	д
21. <i>A. ovalis</i> var. <i>pediculus</i> Kütz.				+		i	al	k	д
22. <i>A. sibirica</i> Skv. et Meyer		+				i	i	b	д

Условные обозначения: Г– галобность, А– ацидофильность, Р– распространение, М – местообитание, примечание. Знак плюс – присутствие вида, минус – отсутствие. Галобность: gb – галофоб, i – индифферент, gl – галофил, mg – мезогалоб. Ацидофильность: az – ацидофил, i – индифферент, al – алкалофил. Местообитание: п – планктонный вид, д - донный вид, о - обростатель.

Разнообразие *Cymbellaceae* по отдельным водотокам отличалось не кардинально: максимальное разнообразие выявлено в реке Чаа-Хол. Здесь зарегистрировано 84 таксона диатомовых водорослей видового и

внутривидового ранга, из которых 15 таксонов из семейства *Cymbellaceae* (t16°C, pH 6,88), река Чааты по числу зарегистрированных диатомовых водорослей на втором ранговом месте 113 таксонов, представителей данного семейства 14 (t15°C, pH 6,54). За ним следует река Торгалыг число зарегистрированных диатомовых водорослей 70 и 13 таксонов, симбелловых, по 9 таксонов симбелловых в реках Барых и Ак-Хем, число зарегистрированных диатомовых водорослей 84 и 79 таксонов. В составе семейства симбелловых, симбелловых, найдено 2 рода: *симбелла* и *амфора*, из них род *Cymbella* наиболее многочисленный, включает 19 видовых и внутривидовых таксонов род *амфора* включает 1 вид с тремя разновидностями. Часто встречены в малых водотоках из данного семейства следующие виды: *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun, *C. cymbiformis* (Ag.? Kütz.) V. N. *C. sinuata* Greg. *C. stuxbergii* Cl. *C. ventricosa* Kütz. *Amphora ovalis* Kütz., эти же водоросли являются общими для всех пяти водотоков. К специфичным видам, т.е. встреченным только на одном из исследованных водотоков относят 2 таксона: *Cymbella aqualis* и *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kütz. W. Sm. обнаружено в реке Чааты.

Таким образом, необходимо дальнейшее изучение диатомовых водорослей малых рек Тувы с применением электронно-микроскопических методов в целях уточнения состава диатомовой флоры.

За период исследования высокий удельный вес имели представители бентоса 21, из них обрастателей – 16, типично донных видов -4, планктонных представителей нет – 0, виды с невыясненной природой составили- 1 видовых и внутривидовых таксонов (табл. 5).

Таблица 5.

Распределение водорослей по экологическим группам (малые реки
Центрально-Тувинской котловины)

Экологическая группа	Число таксонов	% соотношение	Экологическая группа	Число таксонов	% соотношение
местообитание			отношение на NaCl		
Планктон	0	0	Олигогалофы:		
Обрастание	17	77,3	Галофилы	0	
Донные	4	18,2	Индифференты	19	98,5
Нет данных	1	0,5	Галофобы	2	1,0
			Мезогалофы	1	0,5
Всего	22		Нет данных		
			Всего	22	
Экологическая группа	Число таксонов	% соотношение	Экологическая группа	Число таксонов	% соотношение
отношение к pH			географическое распространение		
Алкалифилы	7	31,8	Космополипы	4	18,2
индифферент	14	67,7	Бореальные	13	63,1
Ацидофилы	1	0,5	арктоальпийские	4	18,2
Нет данных			Нет данных	1	0,5
Всего	22		Всего	22	

По отношению к солености воды согласно классификации Колбе почти все найденные виды являются олигогалофами, из них 98,5 % составляют индифференты, 1,0 % - галлофобы, 0,5 % - мезогалофы (0,3%). Из 22 видов, разновидностей и форм водорослей, являющихся индикаторами pH среды, большая часть (67,7 %) относится к индифферентам, меньшая к ацидофилам (0,5%) и алкалифилам (31,8 %). Сведения о географическом распределении имеются для 21 видовых и внутривидовых таксонов, из них 13 составляют бореальные, 4 – космополиты и 4 – арктоальпийские формы.

Таким образом в результате исследований водорослей в малых реках Центрально-Тувинской котловины выявлено 22 видовых и внутривидовых

таксонов семейства сумбелловых. Они имеют бентосный характер, представлены преимущественно индифферентными видами по отношению к рН среды и к солености, бореальными и широко распространенными видами.

Выводы

1. Альгофлора рек Барык, Чааты, Торгалыг, Чаа-Хол, Ак-Хем представлена 187 (217) таксонами водорослей, объединенными в 53 рода, 26 семейств, 7 отделов. В систематическом отношении ведущее положение занимают диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, составляющее свыше 95% от всего состава. Доминирующий отдел диатомовых в сложении альгоценозов в малых реках составляет от 67% (р. Чааты и р. Торгалыг) до 80% в реках Барык и Ак-Хем, от всего видового состава.

2. Выявлено 5 ведущих семейств, относится к диатомовым водорослям. Наиболее представлены семейства: Naviculaceae (36 таксонов), Cymbellaceae (22 таксона), Flagellariaceae (21 таксона), Achnanthaceae (20 таксона), Gomphonemataceae (12 таксона).

3. Число зарегистрированных водорослей из семейства Cymbellaceae изменяется от 9 до 15 таксонов (Барык -9, р. Чаа-Хол -15), общими видами для всех водотоков являются: *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun, *C. cymbiformis* (Ag.? Kütz.) V. N. *C. sinuata* Greg. *C. stuxbergii* Cl. *C. ventricosa* Kütz. *Amphora ovalis* Kütz., к специфичным видам, т.е. встреченным только на одном из исследованных водотоков относят 2 таксона: *Cymbella aqualis* и *Amphora ovalis* var. *pediculus* Kütz. W. Sm. Обнаружены в реке Чааты.

Список литературы

1. Аполлон, Б. А. Учение о реках, - М.: Изд. Московского Университета, — Текст : непосредственный // . — 1963. — С. 423.
2. Аракчаа, Л. К. Экология рек и озёр Тувы: учеб.пособие. Кызыл, / Л. К., Аракчаа, С. С. Курбатская, . — Текст : непосредственный // . — 1998. — С. 82.
3. Баринаова, С. С. Экологические и географические характеристики водорослей – индикаторов // Водоросли – индикаторы в оценке качества окружающей среды. – М.: ВНИИприроды, / С. С. Баринаова, Л. А. Медведева, О. В. Анисимова, . — Текст : непосредственный // . — 2000. — С. 150.
4. Биология: Большой справочник для школьников и поступающих в вузы / А.С. Батуев, М.А. Гуленкова, А.Г. Еленевский и др. - М: Дрофа, / . — Текст : непосредственный // . — 2004. — С. 848.
5. Вассер С. П., Кондратьева Н. В., и др. Водоросли (справочник). – Киев: Наукова думка, / . — Текст : непосредственный // . — 1989. — С. 608.
6. Водоросли как обитатели водоёмов, их строение и жизнедеятельность, роль в природе и народном хозяйстве //Биология. / . — Текст : непосредственный // . — 2001. — С.16.
7. Водоросли. Лишайники. Под ред. проф. М.М. Голлербаха. - М.:«Просвещение», / . — Текст : непосредственный // . — 1977. — С. 484.
8. Голлербах, М. М. Пресноводные водоросли и их изучение // Определитель пресноводных водорослей (Общая часть). Вып. 1. / М. М. Голлербах, В. И. Полянский, . — Текст : непосредственный // . — 1951. — С. 200.

9. Горбунова, Н. П. Альгология: Учебное пособие для вузов по спец. «Ботаника» М.: Высшая школа, / Н. П. Горбунова, . — Текст : непосредственный // . — 1991. — С. 256.
10. Диатомовые водоросли. Под ред, Б.В. Громова., - Л: Изд. Ленинградского Университета, / . — Текст : непосредственный // . — 1981. — С. 188.
11. Ефимцева, Н. А. Климатический очерк (Тувы) Природные условия Тувинской Автономной области // Тр. Тув.компл. экспед. - Вып. 3. Изд-во АН АССР / Н. А. Ефимцева. — : , 1957. — 46-65 с. — Текст : непосредственный.
12. Забелина, М. М. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 4. — М.: Сов. Наука, / М. М. Забелина, И. А. Кисилев, А. И. Прошкина-Лавренко, В. С. Шешукова. — Текст : непосредственный // . — 1951. — С. 620.
13. Карташев, А. Г. Биоиндикация экологического состояния окружающей среды.- Томск: Водолей, / А. Г. Карташев. — Текст : непосредственный // . — 1999. — С. 192.
14. Комаренко, Л. Е. Пресноводные диатомовые и сине-зеленые водоросли водоемов Якутии. М., / Л. Е. Комаренко, И. И. Васильева, . — Текст : непосредственный // . — 1975. — С. 423.
15. Куулар, А. А. Альгофлора реки Торгалыг Улуг-Хемского района XIX Международная научная школа-конференция студентов и молодых ученых "Экология южной Сибири и сопредельных территорий" Абакан, 02-04 декабря / А. А. КУУЛАР. — Текст : непосредственный // . — 2015. — С. 24.
16. Кушев, С. Л. Рельеф // Природные условия Тувинской автономной области. М. (Тр. Тувин. компл. ... Основные черты растительного покрова Монгольской Народной республики. Л. 214 с. Hilbig W. 2000. Übersicht / С. Л. Кушев. — : , 1957. — 11-45 с. — Текст : непосредственный.

17. Клопова, А. С. Реки. Природные условия Тувинской Автономной области // Тр. Тув. компл. экспед. - Вып. 3. - М.: Изд-во АН СССР / А. С. Клопова. — : , 1957. — 66-104 с. — Текст : непосредственный.
18. Левадная, Г. Д. Водорослевая растительность Енисея и её продукция./Круговорот вещества и энергии в водоёмах. Элементы биотического круговорота (Тезисы докладов на 4 всесоюзное Лимническое совещание) Отв. ред. Линевиц А.А. Лиственичное - на - 52 Байкале, / Г. Д. Левадная, Т. С. Чайковская. — Текст : непосредственный // . — 1977. — С. 347.
19. Левадная, Г. Д. Микрофитобентос реки Енисей. - Новосибирск: Наука, / Г. Д. Левадная. — Текст : непосредственный // . — 1986. — С. 286.
20. Левадная, Г. Д. К прогнозу альгологического режима Саяно-Майнского комплекса водохранилищ на Верхнем Енисее / Водоросли, грибы и лишайники юга Сибири. - М.: «Наука», / Г. Д. Левадная, Т. С. Чайковская, Ю. В. Науменко. — Текст : непосредственный // . — 1980. — С. 214.
21. Левадная, Г. Д. Фитобентос Верхнего Енисея и Красноярского водохранилища. // Биологические исследования Красноярского края. Новосибирск: Изд. Наука СО, / Г. Д. Левадная, . — Текст : непосредственный // . — 1975. — С. 91-93.
22. Левадная, Г. Д. Эколого-географический анализ диатомовых водорослей Енисея из зоны затопления Саянского водохранилища // Систематика и география растений Сибири. Отв. ред. д.б.н. И. М. Красноборов. Изд.«Наука» сибирское отделение. Новосибирск, / Г. Д. Левадная, . — Текст : непосредственный // . — 1978. — С. 157.
23. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Л.: Наука, / . — Текст : непосредственный // . — 1981. — С. 32.
24. Назын, Ч. Д. Альгофлора бассейна р. Чаа-Хол Республики Тува / Ч. Д. Назын, . — Текст : непосредственный // Сборник научных статей. — 2011. — № 2. — С. 18-20.

25. Назын, Ч. Д. Первые сведения о водорослях реки Ак-Хем Центральной Тувинской котловины Республики Тува // Разнообразие почв и биоты Северной и Центральной Азии, том 2. Улан-Удэ: издательство Бурятского научного центра СО РАН, / Ч. Д. Назын, . — Текст : непосредственный // . — 2011. — С. 208-209.
26. Назын, Ч. Д. Зимняя альгофлора реки Барык Улуг-Хемского района Республики Тыва / Ч. Д. Назын, Т. А. Ак-Лама, . — Текст : непосредственный // Globularia: межвузовский сб.научно-исслед. Работ студентов. Вып.1.Самара. — 2014. — С. 7-9.
27. Назын, Ч. Д. История изучения водорослей водоёмов Республики Тыва // Вестник Тувинского университета. - Кызыл: ТывГУ, / Ч. Д. Назын. — Текст : непосредственный // . — 2011. — С. 67-72.
28. Назын, Ч. Д. История изучения пресноводных водорослей Республики Тыва // Научные труды. Выпуск 1. - Кызыл: ТывГУ, / Ч. Д. Назын. — Текст : непосредственный // . — 2004. — С. 252-255.
29. Назын, Ч. Д. Некоторые сведения о диатомовых водорослях малых рек западной части центрально-тувинской котловины / Ч. Д. Назын. — Текст : непосредственный // Вестник Тувинского государственного университет Выпуск 2. Естественные и сельскохозяйственные науки е.. — 2020. — № 1(57). — С. 31-38
30. Науменко, Ю. В. Водоросли реки Чааты (Республика Тыва) // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии: материалам XII междунар. науч.-практ. конф. (Барнаул, 28-30 октября 2013 г.) / АлтГУ. - Барнаул: ИП Колмогоров И.А., / Ю. В. Науменко, Ч. Д. Назын, . — Текст : непосредственный // . — 2013. — С. 155-161.
31. Труды тувинской комплексной экспедиции. Выпуск III. Природные условия Тувинской Автономной области. М.: Изд. Академии Наук СССР. / . — Текст : непосредственный // . — 1957. — 276 с.