

БИОМОНИТОРИНГ ОЗЕРА АСЛЫ-КУЛЬ

Хафизова Эльвина Марселевна

Муниципальное автономное общеобразовательное учреждение Школа №38
городского округа город Уфа Республики Башкортостан;

s38ufa@yandex.ru

Аннотация: в данной работе проведена оценка качества воды озера Аслы-куль. Данные, приведенные в работе, имеют большое практическое значение с точки зрения сохранения биологического разнообразия этого уникального озера, а также с позиции рационального природопользования естественных экосистем.

Ключевые слова: альгоиндикация; качество воды; сапробность; Аслы-куль; пузырчатка.

Elvina Khafizova (Russia). **BIOMONITORING OF LAKE ASLY-KUL.**

Annotation: in this work, an assessment of the water quality of lake Asly-kul was carried out. The data presented in the work are of great practical importance from the point of view of the conservation of the biological diversity of this unique lake, as well as from the standpoint of rational environmental management of natural ecosystems.

Keywords: algoindication; water quality; saprobity; Asly-kul; pemphigus.

Актуальность. Растения рода Пузырчатка (*Utricularia*) относятся к тем редчайшим представителям растительного царства, которые не ограничивают свое питание содержащимися в почве, воде и воздухе компонентами минерального происхождения. Эти растения плотоядные. Те из них, которые освоили озера, пруды и болота, употребляют в пищу преимущественно мелких обитателей водных просторов. Популяция насекомоядного растения, относящегося к роду пузырчатка, на протяжении многих лет наблюдалась в озере Аслы-Куль, но специально не исследовалась. В литературе есть данные, что пузырчатка обыкновенная обитает в умеренно глубоких, преимущественно

стоячих, богатых гумусом, но в то же время не загрязненных водоемах, однако в список индикаторных организмов этот вид не входит. Оценку степени эвтрофирования водоема можно провести и по водорослям-эпифитам, поселяющимся на пузырчатки [5].

Цель работы: изучение водорослей-эпифитов пузырчатки обыкновенной озера Аслы-куль с последующей оценкой качества воды озера.

Задачи исследования:

1. изучить теоретический материал по данной теме;
2. изучить морфологические особенности пузырчатки обыкновенной;
3. определить и описать виды водорослей-эпифитов пузырчатки обыкновенной.
4. на основе степени сапробности оценить качество воды озера Аслы-куль.

Объект исследования: озеро Аслы-куль

Предмет исследования: Пузырчатка обыкновенная

Методы исследования:

В работе были использованы методы научного исследования:

- общенаучный метод (анализ научной литературы, обобщение, сравнение);
- взятие проб и их анализ
- микроскопия
- метод сравнения и описания,
- метод статистики и математического анализа полученных данных.

Для оценки степени органического загрязнения водоемов использовали сапробную значимость водорослей по Т.Я. Ашихминой [2] и С.С. Бариновой, Л.А. Медведевой, О.В. Анисимовой [4].

Практическое значение: оценка качества воды озера Аслы-куль имеет большое практическое значение с точки зрения сохранения биологического разнообразия этого уникального озера, а также с позиции рационального природопользования естественных экосистем.

Глава 1. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР

1.1. Краткая характеристика разнообразных видов насекомоядных растений.

К насекомоядным растениям относятся травы или полукустарники, способные ловить насекомых и других мелких животных с помощью специально приспособленных для этого листьев. Таким образом, они дополняют своё нормальное автотрофное питание (фотосинтез) одной из форм гетеротрофного питания. В результате насекомоядные растения менее зависят от почвенного неорганического азота, необходимого для синтеза их собственных белков. В большинстве случаев в ловушки попадают насекомые, тело которых переваривается ферментами или разрушается кислотами, выделяемыми именно с этой целью. В результате растение помимо фотосинтеза пользуется дополнительным источником питания.

Известно примерно 450 видов насекомоядных растений, называемых также плотоядными. Они представляют шесть родов из 6 семейств:

- семейство Саррацениевые (*Sarraceniaceae*),
- семейство Непентовых (*Nepenthaceae*),
- семейство Цефалотовых (*Cephalotaceae*)
- семейство Росянковых (*Droseraceae*)
- семейство Австралийские библисовы
- семейство Пузырчатковые (*Lentibulariaceae*)

Насекомоядные растения встречаются в всех экосистемах, где могут жить покрытосеменные растения, - от Арктики до тропиков. Они известны на всех многолюдных континентах. Особенно насекомоядные растения (более 50 вариантов из 6 родов) произрастает не только на юго-западе Австралии, но также в Северной Америке их немало. Большинство насекомоядных растений произрастает на сыром, бедном азотом субстрате болотистых местообитаний - моховых подушках, торфе или песке. Пузырчатки

и альдрованда - целиком водные виды, а полукустарник росolist, напротив, освоил засушливые местообитания в Испании и Марокко. Некоторые плотоядные растения бесстебельные многолетники с прикорневой розеткой листьев, видоизменены в ловчие системы. Выделяют три типа ловушек: западни (у саррацениевых, непентовых и цефалотовых), липучки (у росянок и жирянок) и капканы (у венеериной мухоловки и пузырчаток) [2].

1.2. Водные растения хищники

Самые сложные, хотя и крошечные, ловушки этого типа находятся в пузырчатке того же семейства, что и жирянки, наиболее развитая группа насекомоядных растений. Цветки пузырчатки двугубые, часто легкие. Наиболее распространены подводные растения без корней с мелко разбросанными листьями, несущими множество мелких пузырьков сосудов. Они редко имеют диаметр более 2 мм, имеют овальную форму и круглое отверстие, которое закрывается клапаном, окруженным мелкой щетиной. Система работает следующим образом. Внутренняя поверхность пузырчатковой ловушки покрыта волосками, которые непрерывно впитывают содержащуюся в ней жидкость. В результате в его полости создается отрицательное давление. Когда маленькое животное касается нежной щетины, клапан открывается и вода попадает в мочевой пузырь, привлекая туда жертву. Затем клапан возвращается в исходное положение, предотвращая прекращение производства. В конце концов, добыча переваривается, и питательные вещества поглощаются тканями, выстилающими ловушку [16].

В местах естественного обитания пузырчатка образует густые заросли, не связанные с почвой, сосредоточенные в основном в прибрежной зоне. В этой ситуации любознательному любителю природы несложно взять ветку пузырчатки и поместить ее в аквариум для последующего наблюдения. Пузырчатка относится к летним зеленым растениям. С началом первых теплых весенних дней он начинает быстро расти и быстро образует густые заросли,

состоящие из разветвленных стеблей длиной почти в метр, густо покрытых чередующимися секционированными листьями и вооруженных множеством овальных или круглых ловушек для пузырей. 4 мм [16].

Отличительным признаком пузырчатки является образование на дольках листьев небольших округлых или слегка приплюснутых пузырьков (капсул), частично заполненных воздухом. Небольшое отверстие сбоку от пузыря закрыто клапаном, который легко складывается обратно в пузырек, но не выходит наружу. Возле дырочки лежит пучок липких волосков. Клапан окрашен в синий цвет, который выделяется среди зеленых листьев. Пузырьки - это приспособление для ловли мелких водных животных, в том числе мальков нерестящихся рыб. Пойманные животные погибают и частично поглощаются растением. Это явление было впервые обнаружено в 1874 году. Профессор Кон, обнаруживший в пузыре большое количество мелких ракообразных и других водных животных. Позже эти эксперименты были повторены Дарвином. Все больше и больше исследований подтверждают, что это явление не случайно. [16, 17].

1.3. Оценка качества воды в водоеме по растениям

Ученые всего мира пытаются разработать систему индикации качества воды и его изменений в естественном состоянии водоема и при наличии антропогенного воздействия. Рассмотрим, в каких случаях и в какой степени высшие водные растения подходят в качестве биоиндикаторов [20].

Высшие водные растения имеют довольно большие географические и экологические районы, и в разных физико-географических условиях одни и те же виды могут встречаться в водоемах разного трофического уровня и могут иметь разные индивидуальные ценности. Таким образом, время от времени наблюдая за наличием или отсутствием видов, невозможно оценить качество водной среды. Кроме того, для конкретного географического района, группы водоемов или даже отдельного водного объекта необходимо выбирать виды

растений, которые проявляют индикаторные свойства в определенных условиях. Сложность определения типов индикаторов у водных растений также связана с отсутствием информации об экологии и физиологии многих видов водных растений. Известна группа видов высших водных растений, которые можно рассматривать как индикаторы определенного состояния водной среды [21].

Наличие в водоемах полушника озерного, полушника иглистого (колючеспорого), лобелии Дортмана, а также урути очередноцветковой указывает на чистоту озёр [20].

Массовое развитие ряски указывает на проблему в водной экосистеме. Высокая численность ряски трехлопастной рассказывает о богатстве водной среды биогенными веществами [21].

Обилие ряски маленькой может свидетельствовать о загрязнении водоема промышленными и сельскохозяйственными стоками. Многокоренник способен развиваться даже на концентрированных стоках животноводческих комплексов, в том числе и свиноводческих, активно участвуя в самоочищении и детоксикации загрязненных вод. Ряска маленькая обладает такими же свойствами, как и многокоренник, и в дополнение к этому, способна произрастать в воде с высокой концентрацией токсических органических веществ и способствовать их детоксикации. Локальное интенсивное развитие рясковых может указывать на места поступления биогенных веществ в водоемы с водосборной площади [21].

О наличии антропогенного воздействия на водную экосистему свидетельствует обильное развитие групп стрелолиста обыкновенного, частухи подорожниковой, а также элодеи канадской, телореза алоэвидного, урути колосистой и роголистника погруженного [25].

Некоторые виды высших водных растений можно использовать для определения сапробности. К олигосапробам относятся полушник озерный и

колючеспорый, рдест блестящий, уруть очередноцветковая, лобелия Дортмана. К олигоф-мезосапробам относится мох фонтиналис. Р-мезосапробами являются элодея канадская, ряски маленькая и трехдольная, многокоренник обыкновенный, рдесты плавающий и гребенчатый, кубышка желтая, роголистник погруженный, водяной лютик. А к а-мезосапробам - рдест пронзеннолистный [13].

1.4 Альгоиндикация

Среди методов экологической фитоиндикации наибольшее распространение получил гидробиологический метод. В день оценки качества воды в естественных водоемах самое эффективное использование водорослей - альгоиндикация. При наличии в водоеме органических веществ в виде бытовых и промышленных сточных вод, благодаря биологической активности бактерий и водорослей, они самоочищаются. При этом выделяют четыре зоны сапробности, различающиеся составом микробиоты [33].

В качестве индикаторов загрязнения воды органическими веществами наряду с другими организмами используются водоросли.

Альгоиндикация - это метод оценки чистоты воды с помощью водорослей. Водоросли являются биоиндикаторами, то есть одни живут только в чистых водах и не терпят загрязнения (олигосапробы), другие обитают в условиях умеренного загрязнения (меза-сапробы – альфа, бета), а третьи предпочитают загрязненную воду (полисапробы).

Сапробная значимость водорослей по Т.Я. Ашихминой [2].

<i>Зона сапробности</i>	<i>Название водорослей – индикаторов зоны</i>
Олигосапробная	улотрикс, кладофора, спирогира, меридиан, сурирелла, цимбелла, космариум, анабена, фрагилярия, , астерионелла, симбела, диатома, стихококкус
Бета (б) – мезасапробная	диатома, синедра игольчатая , циклотелла, кластериум, табелария, навикула , коконейс, пинулярия, фрагилярия, астерионелла, педиастриум,

	мелозира, циматоплеаура, сценедесмус, кластериум
Альфа (α) – мезасапробная	ницшия игловидная, хламидомонада, стефанодискус, циклотела, навикула, факус, кластериум
Полиасапробная	хлорелла, эвглена зеленая

Полиасапробная зона - характеризуется сильным загрязнением свежими, легко разлагающимися органическими веществами; содержание растворенного в воде кислорода слишком низкое; есть множество бактерий и некоторых родов цианобактерий. Индикатором этой зоны является водоросль *Эвглена зеленая* [33].

α -мезасапробная зона - свежее, но слабое органическое загрязнение; самоочистка прошла начальную стадию; количество бактерий все еще велико. Индикаторами этой зоны являются представители *Кластериум*, а также некоторые виды хламидомонадовых [33].

β -мезасапробная зона - еще более слабое начальное загрязнение; процесс самоочищения продвинулся дальше; насыщение воды кислородом относительно высокое; численность бактерий сильно сокращена. Индикаторами зоны являются представители диатомовых водорослей, различные виды родов *Мелозира*, *Астерионелла* и зеленые водоросли *Педиаструм*, *Сценедесмус* [33].

Олигосапробная зона - нет органических загрязнителей или процесс самоочищения завершен; содержание кислорода высокое. Показателями этого ареала являются диатомовые водоросли *Цимбелла*, *Меридиан* и *Сурирелла*, из зеленых водорослей *Улотрикс*, *Кладофора*, *Спирогир* и др. [33].

Для определения видового состава водорослей использовали «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1951), а также определители, составленные Л.И. Курсановым и др. (1953).

Для чистых и условно чистых водоемов характерно высокое видовое разнообразие, доминирование олиго- и б-мезосапробов при отсутствии или небольшом количестве полисапробов [32].

Признаком загрязнения вод является обеднение видового состава перифитона (сообщества, которое живет на твердом подводном субстрате), преобладание организмов а-мезо- и полисапробов [32].

Глава 2. ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

2.1. Характеристика озера Аслы-куль

Национальный парк «Аслы-куль» образован в январе 1993 года на территории Давлекановского, Альшеевского, Белебеевского и Буздякского районов Республики Башкортостан. Площадь составляет 47,5 тыс. га, из которых 4,3 тыс. га находятся в зоне строгой охраны, а 15,3 тыс. Га - в таможенном режиме. В зоне регламентированного рекреационного использования выделено 6 тыс. га территории, из которых 2,4 тыс. га принадлежит озеру Аслы-куль. Чуть менее половины территории парка (21,9 тыс. га) передано под традиционное экстенсивное природопользование. Предполагается, что буферная (буферная) зона вокруг национального парка может быть создана на базе водосбора озера Аслы-куль. Национальный парк «Аслы-куль» создан с целью сохранения уникальных и типовых природных территорий, уникальной флоры и фауны озера Аслы-куль, а также для развития организованного отдыха и туризма [9].

Аслы-куль - самое большое озеро Башкортостана. Площадь зеркала 23,5 тыс. га, средняя глубина 5,1 м. Раковина озера карстового происхождения. Вода в озере солоноватая, жесткая, что и определяет его название (буквально от «горькое озеро» на башкирском языке. Питание озера смешанное: снег, дождь и недра [26].

Аслы-куль находится в степной зоне. Преобладающий тип растительности у озера - степь, представленная несколькими образованиями (кустарник, лес, трава, трава). Эти степи сохранились в основном на южном побережье. На северном побережье степь распалась на сообщества полынно-овсяницы с массой сорных и полусоросных видов. Низкое положение

северного побережья вызвало некоторое засоление этих сообществ, о чем свидетельствует рост полыни лерха. Сохраняется также естественная лесная растительность, в основном только на южном берегу озера. Здесь, вдоль оврагов и опушек над озерной террасой, встречаются смешанные липовые леса с проволочными лесами с типичным неморальным комплексом травяного покрова. Луговая растительность сохранилась небольшими фрагментами на южном и западном берегах Аслы-куля. Болотистая растительность представлена на западном берегу озера (заросли кустарников и лесистых болот) и на восточном берегу в районе Берказань-Камыш (буквально от башкирских «пеликановых камышей»). Водная макрофлора бедна. Растительный мир памятника природы разнообразен и насчитывает более 400 видов цветковых растений. Он богат реликтовыми (8 видов) и эндемичными (10 видов) видами [34].

Фауна этого парка богата. Из класса млекопитающих обитают лось, косуля, лисица (корсак), заяц. Крот встречается везде, у многих грызунов, хомяков, нескольких видов мышей и полевок. Водные крысы, ласки и хорьки встречаются редко. Богата и орнитологическая фауна парка. Много перелетных птиц. До недавнего времени здесь гнездились пеликаны. Для представителей отряда Anseriformes и других водоплавающих птиц озеро - место отдыха и кормления. Озеро богато ихтиофауной. Здесь обитает щука, карп: золотой и толстолобик, плотва, красный плавник, линь, морской лещ, уклейка, верховка, голавль, язь, бычок, колючий, вьюн; из видов трески встречается налим. Более того, рипус был натурализован. Также в парке есть представители рептилий (ящерица, степная гадюка), жаба-амфибия, пруд и остромордые лягушки [26].

Мир беспозвоночных в парке довольно многочислен. Здесь описано более 25 видов, только бабочек. Есть много видов мух, жуков и стрекоз [26].

За последние восемь лет уровень воды в Аслы-куле упал почти на метр и продолжает снижаться. Часть становится берегом, территория зарастает камышами, а местами и вовсе превращается в болотистую жижу. Ученые-экологи бьют тревогу. Может ли высохнуть Башкирское море и как сегодня живет самое большое озеро республики? [1].

Лето для многих жителей республики ассоциируется с приятным отдыхом на берегу этого живописного водоема, но для самого озера последствия массовых посещений туристов просто ужасны. В сезон отдыхающие оставляют горы мусора: пластиковые бутылки и пищевые отходы. По мнению экологов, это могло быть одной из причин высыхания озера [1].

Согласно анализу Российского государственного научно-исследовательского и проектного института градостроительства, вода в озере начала исчезать, а прибрежные источники и болота начали высыхать. Водоем теперь быстро зарастает камышом. Если в будущем при прокладке дорог вокруг озера не будут учтены особенности ландшафта, есть вероятность потерять не только источники, но и часть естественного водоснабжения озера [1].

В Аслы-Куль также протекает уникальный сульфатно-кальциевый источник Гульбика Чишмес. Без сильного дождя источники не могут пополнить запас воды. Для исправления ситуации может потребоваться очистка подводных и прибрежных источников, русла реки Шарлама. А пока местные жители стараются своими руками поддерживать порядок на берегу водоема. [1].

Но главная проблема Аслы-куль, конечно же, - экологическое состояние, созданное нами, людьми [1].

2.2. Характеристика объекта исследования - пузырчатка обыкновенной

Пузырчатка обыкновенная встречается в основном в умеренном поясе северного полушария, частично в Средиземноморском регионе Европы. В Африке, за исключением Шаба (Заир), пузырчатка собиралась почти повсеместно на почти прямой линии от Судана до Южной Африки. Столь узко вытянутая форма ареала косвенно подтверждает теорию о том, что перелетные птицы являются основным фактором расселения этого растения. В специальной литературе по пресноводной флоре Центральной Европы есть указания на то, что этот вид широко распространен, по крайней мере, «до восточных границ прибалтийских республик СССР» [37].

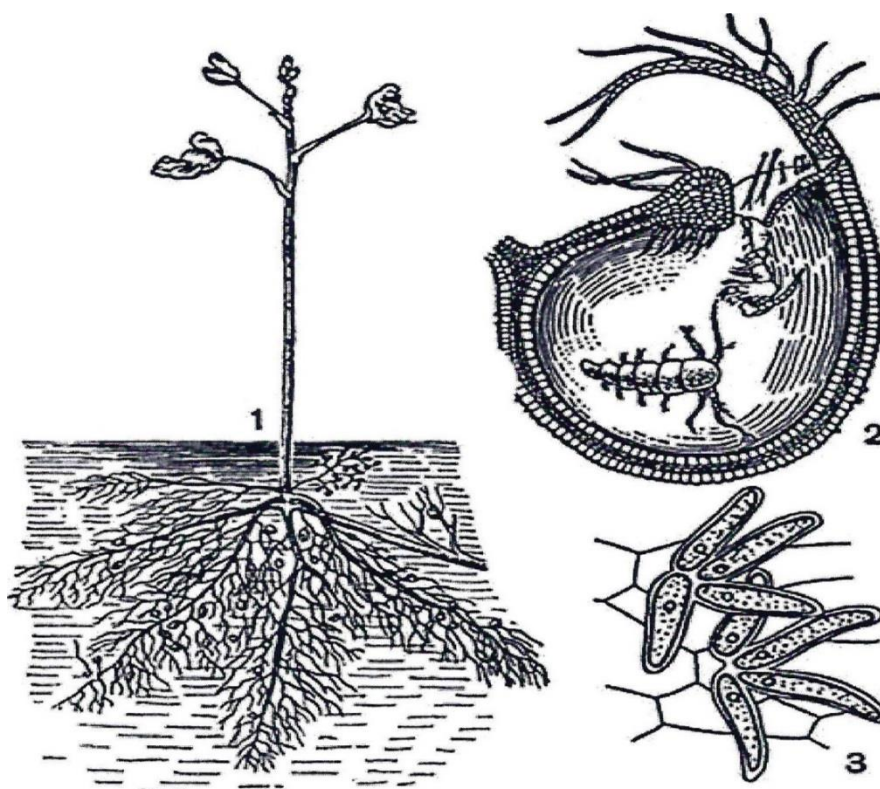


Рис. 1 Пузырчатка обыкновенная. 1 — внешний вид; 2- ловчий пузырек; 3- волоски [17].

Пузырчатка обыкновенная растет на защищенных от ветра, подверженных солнечному свету или полутеневых местах в неглубоких или

умеренно глубоких, преимущественно застойных, гумусовых, но в то же время незагрязненных водоемах, дно которых глиняное, рыхлое или илистое [37].

Вообще *Пузырчатку обыкновенную* нельзя назвать капризным растением. Все, что ему нужно, это много света. Дело в том, что хлоропласты пузырчатки, как и типичные растения, содержат хлорофилл. Растения с хорошо развитыми ловушечными пузырями представляют собой реальную угрозу не только для водных беспозвоночных, но и для мальков. Что касается минерального питания, пузырчатка положительно на него реагирует, особенно если речь идет о двуокиси углерода [36].

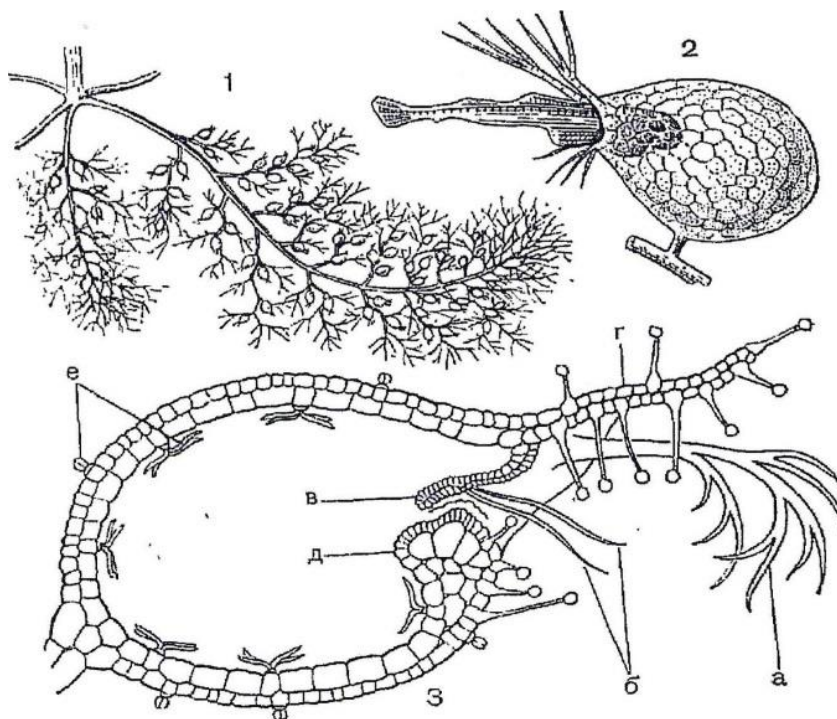


Рис. 2 Пузырчатка обыкновенная (*Utricularia vulgaris*):

1 - веточка; 2 - пузырек с добычей; 3 - продольный разрез пузырька (а - антенны, б - щетинки, в - клапан, г - верхняя губа, д - нижняя губа, е - железистые волоски и желёзки) [18].

Размножается пузырчатка самым примитивным способом - отделением множества ветвей от основного стебля. Половое размножение возможно и с помощью семян, которые имеют очень приличную всхожесть, если их предварительно несколько дней хранить в морозилке холодильника. Молодые

побеги вполне жизнеспособны. В природе с наступлением холодов зеленые части пузырчатки отмирают, а в воде остается много зимующих почек, которые дожидаются лучшей погоды, приближаясь к земле [37].

По строению цветков пузырчатка похожа на известный многим львиный зев. Опыление происходит крупными летающими насекомыми, такими как шмели. Капсулы пыльцы обычно располагаются ниже рыльца и прижимаются к пестику. Таким образом, пыльца не может достичь клейма сама по себе. Как только шмель приземляется на нижнюю губу, он изгибается под своим весом, позволяя насекомому проникнуть глубоко в цветок, чтобы добраться до нектара. При этом он неизбежно прикасается к ящику и покрывается пыльцой. Пестик в этом месте изгибается, его морда упирается в верхнюю губу. Затем рыльце растворяется и неизбежно касается капсулы пыльцы [37].

Плодообразование при пузырчатке очень интенсивное. Плод представляет собой шаровидную капсулу, плотно набитую семенами. По мере созревания семян стенки капсулы теряют эластичность, и под воздействием ветра или животных она раскрывается. Некоторое время второй робот плавает на поверхности воды, затем его оболочка сгнивает, и семена высвобождаются. Часть семян остается в родном пруду, а другая клюется птицами, а затем вместе с их фекалиями разносится по водоемам [36].

Говоря о пузырчатке, нельзя игнорировать ее ловчие пузыри. Ротовое отверстие «ловушки» пузырчатки обыкновенной имеет воронкообразную форму и снабжено специальным клапаном, через который захваченный объект не может выбраться. Края воронки прикрыты плотным ворсом. В состоянии покоя стенки мочевого пузыря выталкиваются внутрь из-за пониженного давления в его полости. Как только насекомое приблизилось к отверстию для рта и потревожило нежную шерсть, клапан резко открылся, стенки мочевого пузыря согнулись, и струя воды устремилась внутрь, увлекая за собой потенциальную жертву. Затем клапан закрывается, и добыча постепенно

начинает перевариваться за счет особого секрета, скрытого за стенками ловушки. После того, как насекомое было уничтожено, флакон выдавливает воду и снова готов к охоте. [36].

Конечно, жертва не всегда полностью помещается в полость ловушечного пузыря. Но как выяснилось, даже относительно крупная добыча имеет мало шансов на спасение - даже если в ловушку попадает только хвост или голова, пузырьчатка может справиться с «непропорциональной» пищей и постепенно втягивает ее в мочевой пузырь, как предыдущая часть переваривается [30].

Пузырчатка обыкновенная - далеко не единственное растение рода Пузырчатка. Он насчитывает около 200 видов, большинство из которых, правда, относятся к наземным) [30].

2.3. Методика проведения исследования

В работе были использованы методы научного исследования:

- общенаучный метод (анализ научной литературы, обобщение, сравнение);
- взятие проб и их анализ
- микроскопия
- метод сравнения и описания,
- метод статистики и математического анализа полученных данных.

Для статистической обработки данных использовали программу Excel.

Результаты были оформлены в виде таблиц.

Отбор пузырчатки обыкновенной и альгологических проб эпифитона проводился на озере Аслы-куль в июле 2021 г. В качестве фиксатора использовали стерильные флаконы с формалином. Образцы фиксировали 4% раствором формалина [24]. Всего изучено 10 особей популяции. Смытые обрастания пузырчатки помещали в пузырек и маркировали [25].

Подсчет клеток водорослей разных срезов на захваченных пузырьках производился в поле зрения, из каждой пробы отбирали по 3 выборки.

Для определения видового состава водорослей использовали «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1951), а также определители, составленные Л.И. Курсановым и др. (1953), Краткий определитель водорослей Башкортостана (2013).

Из каждого образца готовили 3-5 препаратов, которые исследовали под микроскопом до исчезновения новых видов. Одновременно с определением видового состава водорослей присутствие каждого вида оценивается по глазной шкале; Относительное количество особей вида оценивается следующим образом: случайные находки принимают за 1; часто встречаются - 3; массовая разработка - 5 [24].

Исследование водорослей проводили с использованием микроскопа Микромед-1 при увеличении объектива 40, окуляра — 8, общее увеличение в

320 раз. Определение вида пузырчатки проводили с помощью определителя «Определитель высших растений Баш. АССР» (1989).

Для оценки степени органического загрязнения водоемов использовали сапробную значимость водорослей по Т.Я. Ашихминой [2] и С.С. Бариновой, Л.А. Медведевой, О.В. Анисимовой [4].

Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1. Определение видовой принадлежности пузырчатки

Сначала определили семейство, род, вид насекомоядного растения

Ход определения:

Пузырчатковые – *Lentibulariaceae* tch.

Болотное растение с одноцветным безлистным стеблем и гнездовой розеткой из твердых толстых лепестков. Цветки одиночные на верхушке безлистного цветоноса. Растение с настоящими корнями, насекомоядное [7].

Пузырчатка – *Utricularia* L.

Крупное водное растение со стеблями, погруженными в воду. Листья 1,5-5 см длиной, множественные перистые, рассеченные, с крупными пузырьками, длиной от 1 до 4 мм на всех листьях. Везикулы косые, слегка сдавлены с боков. Цветки ярко-желтые с красновато-коричневыми полосками на нижней губе, длиной 1-2 см, длина шпорца в 2-3 раза больше его ширины, немного выступает вперед. Цветонос прямостоячий, 15-30 см длиной, с несколькими чешуйчатыми листочками в верхней части, цветков 5-10. Пл. поникающая коробочка 1-50, VI-IXП. обыкновенная, *vulgaris* [7].

Растение мелкое. Лепестки трехраздельные, их лепестки многократно раздвоены, дольки нитевидные, голые. Пузырьки на всех листьях мелкие, длиной 1-1,5 мм. Цветоносы прямостоячие, высотой 5-15 см, с 2-7 небольшими цветками, собраны в редкие грозди. Светло-желтый, длиной 7-11 мм. На нижней губе приплюснутый горбик, немного выступающий над замыкающей гортань, с коричнево-красными полосами. Шпора очень короткая, заостренная - коробочка наклонная 5-25 VI-VIII [7].



Рис. 3. Ловчий пузырек пузырчатки обыкновенной [17].

Установлено, что экземпляры насекомоядного растения, произрастающего на озере Аслы-куль, относятся к семейству *Lentibulariaceae* *tch.* – Пузырчатковые, роду *Utricularia* – Пузырчатка, виду *Vulgaris* – Пузырчатка обыкновенная [1].

3.2. Изучение основных отделов водорослей – обрастателей пузырчатки

Выявлено, что водоросли - обрастатели относятся к трем отделам Цианопрокариоты – сине-зеленые водоросли, Диатомовые водоросли, Зеленые водоросли. Было подсчитано количество цианобактерий и клеток водорослей на захватывающих везикулах.

Таблица 1

Количество клеток эпифитов на ловчих пузырьках пузырчатки обыкновенной

Июль Ловчий пузырек	Общее кол-во клеток	Отдел Цианопрокариоты	Отдел Диатомовые водоросли	Отдел Зеленые водоросли	доминанты
Среднее значение	58,7	19	25	14,7	Achnanthes minutissima; Navicula radiosa; Cymbella ventricosa; Merismopedia punctate
Минимальное значение	49	16	23	10	
Максимальное значение	68	22	27	19	

3.3. Таксономическая характеристика эпифитных водорослей пузырчатки обыкновенной.

Выявлены и описаны водоросли-эпифиты пузырьчатки обыкновенной. Всего идентифицировано 24 вида водорослей, которые составляют доминирующую группу. Среди них представители трех ведомств: *сине-зеленые водоросли*, *Диатомовые водоросли*, *Зеленые водоросли*. Доминирующими видами являются диатомовые. Сине-зеленые водоросли представлены колониальными видами, зеленые водоросли - нитчатými формами, такими как спиругира. В отделе диатомовых водорослей самое большое количество представителей рода *Цимбелла* (табл. 9).

Таблица 2

Доминирующая группа (по встречаемости) водорослей эпифитона
пузырчатки обыкновенной озера Аслы-куль

Виды водорослей	обилие	сапробность	галобность
<i>Merismopedia</i>	5		
<i>M. tenuissima</i>	5	p	hb
<i>Cyclotella comta</i>		o	hb
<i>Synedra amphicephala</i>	1	x	
<i>S. berolinensis</i>	1		i
<i>Cyanophyta (Cyanoprocarvota)</i>			
<i>Achnanthes minutissima</i>	5		i
<i>Navicula minuscule</i>	3		
<i>N. radiosa</i>	5		i
<i>Cymbella cistula var. maculata</i>	5		i
<i>C. lanceolata</i>	5		
<i>C. parva</i>	5		i
<i>C. turgida</i>	3	o	

<i>Gomphonema constrictum</i> var. <i>capitatum</i>	5		i
<i>Epithemia zebra</i>	3		i
<i>Nitzschia microcephala</i>	5		hb
<i>N. palea</i>	3		I
<i>Chlorophyta</i>			
<i>Oedogonium</i> sp. 1	1		
<i>Oedogonium</i> sp. 2	1		
<i>Bacillariophyta</i>			
<i>Spirogyra parvula</i>	3		
<i>S. subsalsa</i>	3		
<i>Cosmarium botrytis</i>	1		i
	68		

Примечание: p – полисапробность; hb – галофобная; 0 – олигосапробность; i – изосапробность; x – ксеносапробность.

3.4 Характеристика водорослей, доминирующих в зарослях пузырчатки обыкновенной.

Эдогониум (Oedogonium)

Многочисленные виды этого рода широко распространены среди прибрежной растительности в озерах, прудах, болотах, предпочитая хорошо прогреваемые водоемы со слабым течением. Нити у эдогониума неразветвленные, прикрепляются с помощью пальмовидных ризоидов, так называемой подошвы. Характерной чертой, по которой эдогоний всегда можно безошибочно узнать среди других филаментов, являются «шапочки», присутствующие на некоторых клетках. Особенно резко они видны на мертвых клетках или над эдогониями в виде поперечных бороздок на мембране на

верхнем конце клетки. По бокам в этих местах раковина имеет зубчатый край [3].

Таллом эдогониума построен в виде длинных неразветвленных неразветвленных нитей, которые прикрепляются к субстрату с помощью базальной клетки. Однако взрослые нити, особенно в стоячей воде, обычно свободно плавают. Нити состоят из цилиндрических ячеек с гладкими или слегка гофрированными мембранами. Апикальные клетки часто сужаются и заканчиваются щетиной. Клетки содержат одно большое ядро и хлоропласт ретикулярной стенки, который состоит из узких продольных связок, соединенных друг с другом и несущих множество пиреноидов [15].

Спирогира (*Spirogyra*)

Спирогира – это зеленая водоросль из конъюгированной группы семейства (*Zygnemataceae*). Тело спирогиры. - неразветвленная резьба, состоит из цилиндрических ячеек. В последнем есть характерный для спирогиры хроматофор, одна или несколько спирально закрученных зеленых полос. Бесцветные тела располагаются в хроматофорах, вокруг которых группируются зерна крахмала, так называемые пиреноиды. Ядро, которое очень хорошо видно в микроскоп и подвешено на протоплазматических нитях, находится в центре клетки. С. растет за счет интеркалярного (равномерного) деления клеток [23].

Plectonema boryanum - представляет собой сине-зеленые нитевидные водоросли. Сбор клеток в нить называется трихомой; Трихомы часто слипаются, образуя слоевище. Снаружи трихомы окружены слизистой цилиндрической оболочкой. Ширина клеток, образующих трихомы, в 2–3 раза больше длины: ширина 2–4, длина 1,5–1 мкм. Размножение происходит за счет гормонов. Гормоны - это фрагменты, на которые распадается трихом. С помощью слизистых выделений они выскользывают из влагалища, совершая

колебательные движения, перемещаются в воде, а через некоторое время останавливаются и превращаются в новые нитки водорослей [23].

Навикула (*Navicula radiosa*) - род диатомовых водорослей, одноклеточных фотосинтезирующих организмов. Самый крупный род диатомовых водорослей, насчитывающий более 10 000 видов [22].

Они находятся в составе планктона в виде отдельных клеток или соединены в ленты. Клетки могут выделять слизь, что позволяет им скользить по субстрату [22].

Мерисмопедия (*Merismopedia punctata*) - род объединяет 13 видов, обитающих преимущественно в пресных водах. Предпочитают прибрежную зону, живут в эпифитах или в планктоне. Сине-зеленые водоросли образуют ламеллярные колонии, которые не зарастают слоевище с правильно расположенными сферическими или эллипсоидными клетками [10].

Сине-зеленые водоросли образуют плавающие микроскопические колонии. Колонии с квадратными или прямоугольными ячейками. Большие бесцветные колонии, несколько перпендикулярных друг другу, близко друг к другу или на расстоянии, широко сферические или эллиптические, бледно-сине-зеленые или красноватые [10].

3.5. Экологический спектр эпифитных водорослей пузырчатки обыкновенной и определение степени сапробности озера.

Данные о сапробности есть для 16 видов. Большинство из них являются б-мезосапробами (21%). На втором месте а- мезосапробы (17 %). Данные о сапробности известны для 65% выявленных видов (табл. 3).

Таблица 3. Экологический спектр эпифитной альгофлоры

Показатели	число видов	% от общего числа видов
Сапробность		
Олигосапробы	3	12

β-мезосапробы	4	21
α- мезосапробы	5	17
полисапробы	4	15
Всего:	16	65

Таблица 4. Соответствие уровней сапробности, галобности и трофии с классами качества вод по Делль Уомо (Dell'Uomo, 1995).

Класс качества воды	Уровень сапробности	Уровень галобности	Трофический уровень
0	ксеносапробный	галофобный	гипотрофный
I	олигосапробный	олигогалобно-индифферентный	олиготрофный
II	β-мезосапробный	олигогалобно-индифферентный	мезотрофный
III	α-мезосапробный	олигогалобно-галофильный	эвтрофный
IV	полисапробный	галофильно-мезогалобный	гипертрофный

Согласно этим таблицам, вода озера Аслы - куль относится ко 2 классу качества и соответствует «водам удовлетворительного качества».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В рамках данной работы были изучены основных водоросли – обрастатели пузырчатки обыкновенной, произрастающей в озере Аслы-куль Республики Башкортостан. При отборе проб в качестве фиксатора использовали стерильные колбы и формалин. Образцы фиксировали 4% раствором формалина [24].

Всего было изучено 10 особей из популяции. Промытые наросты пузырчатки помещали во флаконы и маркировали [24].

Подсчет клеток водорослей разных отделов на ловчих пузырьках проводили в поле зрения, делали по 3 выборки из каждой пробы.

Для определения видового состава водорослей использовали «Определитель пресноводных водорослей СССР» (1951), а также определители, составленные Л.И. Курсановым и др. (1953), Краткий определитель водорослей Башкортостана (2013).

Из каждого образца готовили 3-5 препаратов, которые исследовали под микроскопом до исчезновения новых видов. Одновременно с определением видового состава водорослей присутствие каждого вида оценивается по глазной шкале; Относительное количество особей вида оценивается следующим образом: случайные находки принимают за 1; часто встречаются - 3; массовая разработка - 5 [24].

Исследование водорослей проводили с использованием микроскопа Микромед-1 при увеличении объектива 40, окуляра — 8, общее увеличение в 320 раз. Определение вида пузырчатки проводили с помощью определителя «Определитель высших растений Баш. АССР» (1989).

Для оценки степени органического загрязнения водоемов использовали сапробную значимость водорослей по Т.Я. Ашихминой и С.С. Бариновой, Л.А. Медведевой, О.В. Анисимовой [4].

Установлено, что экземпляры насекомоядного растения, произрастающего на озере Аслы-куль, относятся к семейству *Lentibulariaceae* *tch.* – Пузырчатковые, роду *Utricularia* – Пузырчатка, виду *Vulgaris* – Пузырчатка обыкновенная (Определитель высших растений Баш. АССР, 1989).

Выявили, что водоросли – обрастатели принадлежат к трем отделам:
Цианобактерии, Диатомовые водоросли, Зеленые водоросли.

Определили и описали водоросли-эпифиты пузырчатки обыкновенной. Всего было выявлено 24 вида водорослей, которые представляли доминирующую группу. Доминируют по числу видов диатомовые водоросли, Синезеленые водоросли представлены колониальными видами зеленые водоросли — нитчатыми формами, среди которых много спирогиры, мужоции. В отделе диатомовых водорослей больше всего представителей рода цимбелла.

Экологическая характеристика водорослей эпифитов показала, что большинство из них является по сапробности - *b*-мезосапробами. По уровню сапробности определили класс качества воды: вода озера Аслы-куль относится ко 2 классу качества воды и соответствует «водам удовлетворительного качества».

Литература

1. Аслы-куль [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://asli-kul.ru/> - 27.11.2020.
2. Ашихмина Т.Я. Школьный экологический мониторинг: учебно-методическое пособие /Т.Я. Ашихмина – М.: Агар, Рандеву –АМ, 2000. - 400с.
3. Байтерякова П.С. [Текст] / К флоре лишайников Южно-Уральского Заповедника. // Фауна и флора Республики Башкортостан: проблемы их изучения и охраны. Матер. докладов науч. конф. Уфа. 2002. – 224 с.
4. Барина С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. [Текст] / Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. 2006
5. Баландин, С.А., Баландина, Т.П. [Текст] / Росянка круглолистная // Биологическая флора Московской области. Вып. 9, Ч. 2. М., 2003. С. 31-38.
6. Биологические особенности и распространение пузырчатки [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2012/01/26/biologicheskie-osobennosti-i-rasprostranenie-puzyrchatki-krupnokornevoy-v>
7. Биоиндикационные методы определения загрязнений водоемов [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bestreferat.ru/referat-289460.html>
8. Биологическая индикация качества воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=879089>
9. Вахрушев Г.В. [Текст] / Минеральные воды и грязи Башкирии. Уфа, 1961; Кучеров Е.В., Кудряшов И.К., Максютков Ф.А. Памятники природы Башкирии. Уфа, 2000. - 126с.
10. Водоросли [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://foxford.ru/wiki/biologiya/vodorosli>
11. Гареев А. М. [Текст] / Реки и озера Башкортостана. — Уфа: Китап, 2001. - 260 с.

12. Гуревич, Г.Г. [Текст] / Пресноводные водоросли – М. Просвещение, 2006 – 58с.
13. Голлербах, Полянский, [Текст] / Определитель пресноводных водорослей СССР. вып. 2. м., 2000. - 483 с.
14. Денисова, Г.А. [Текст] / Рослянковые // Жизнь растений. Т.5, Ч.2. М., 2001. 175 с.
15. Еленевский А.Г., Соловьева М.П., Тихомиров В.Н., [Текст] / Ботаника. Систематика высших растений. М. Изд-во АСАДЕМА, 2001. — СВ 69-374
16. Жизнь растений [Текст] / Под ред. Федоров А.А., Горленко МВ. - М.: Просвещение, 2003. 213 с.
17. Жизнь растений - водоросли [Текст] / А.А. Фёдоров, А.Л. Курсанов, Н.В. Циунин, М.В. Горленко, С.Р. Жилин. Москва - Просвещение – 2003. 123с.
18. Жизнь растений [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://biouroki.ru/material/plants>
19. Изучение биоразнообразия микроорганизмов природного водоема по морфологическим признакам [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ekologyprom.ru/uchebnoe-posobie-po-teme-lfiziko-ximicheskie-i-gidrobiologicheskie-metody-issledovaniya-ekologicheskogo-sostoyaniya-vodemoivr/469-izuchenie-bioraznoobrazija-mikroorganizmov.html>
20. Исследование воды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://works.doklad.ru/view/ty7-Kuaruv0/all.html>
21. Катанская В. М. [Текст] / Высшая водная растительность континентальных водоёмов. Методика изучения. Л.: Наука, 1981. 187с.
22. Шкундина Ф.Б. и др. [Текст] / Краткий определитель водорослей Башкортостана: Учебное пособие / изд-е Башкирск. Ун-та — Уфа, 2013 – 196 с.
23. Маккалистер Рой. [Текст] / Всё о растениях хищниках. Издательство Кристалл. 2006.

24. Материал и методы исследования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://studbooks.net/559674/geografiya/materialy_metody_issledovaniy
25. Медников Б.М. [Текст] / Биология: формы и уровни жизни- М.: Просвящение 2001. - 123с.
26. Миркин Б. М, Наумова А. Г., [Текст] / Экология и устойчивое развитие РБ, учебное пособие — Уфа: «ИП Хабибов И. З.» 2010. — 296 с. ил.
27. Миркин Б.М. [Текст] / Экология вокруг нас. Уфа, «Гилем», 2005. —С.41
28. Окснер А.М. [Текст] / Определитель высших растений Башкирской АССР/ Ю.Е. Алексеев и др. – 2-е Изд.; Наука, – 1989. – 375с.
29. Определитель высших растений Баш. АССР [Текст] / / Ю. Е. Алексеев, А. У. Гапеева, И. А. Губанов и др. — М: Наука, 1989 — 375 с.
30. Насекомоядные растения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.florets.ru/komnatnye-rasteniya/nasekomoyadnye/> - 27.11.2020.
31. Определитель высших растений Башкирской АССР [Текст] / под редакцией Кучерова Е.В., Мулдашева А.А.. М.: Наука, 1988.
32. Определение сапробности водоемов [Электронный ресурс]. – Режим доступа-<https://nsportal.ru/ap/library/drugoe/2017/03/22/opredelenie-saprobnosti-vodoemov>
33. Поликарпова В.А., Кудоярова Р.Ф. [Текст] / Гидрологический режим озер и охрана их водных ресурсов при рациональном использовании// Охрана природы и природопользование на Урале. Уфа. 2000 – 201с.
34. Рубель Р.В., Масленников Е.П. [Текст] / Путешествие по Уралу. / Свердловск, кн. изд-во, 1956.
35. Садчиков А.П, М.А. Кудряшов. [Текст] / Гидробиотаника. Прибрежно-водная растительность. М. АСАГЕМА, 2005.- С.26-32, 135-141.
36. Холодный, Н.Г. Чарльз Дарвин и современные знания о насекомоядных растениях. [Текст] / Сочинения. Т. 7. М.; Л., 1948. С. 255-304.

37. Школьник Ю.К. [Текст] / Растения. Полная энциклопедия. Мир растений в интересных фактах и красочных иллюстрациях. ЭКСМО- Москва 2010. -247 с.
- 38.Измерение объекта с помощью микроскопа [Электронный ресурс]. – Режим доступа- <https://opticalmarket.com.ua/izmerenie-obektov-s-pomoschju-mikroskopa.html>