

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Биологический факультет

Выпускная квалификационная работа бакалавра

по направлению 35.03.08 – «Водные биоресурсы и аквакультура»
студентки 4 года обучения по профилю
«Управление водными биоресурсами и рыбоохрана»

Курбановой Динары Гаджимурадовны

**«ВЫРАЩИВАНИЕ ВОДОРОСЛЕЙ НА
ГЕОТЕРМАЛЬНЫХ ВОДАХ»**

Научный руководитель:
К.б.н. Доцент, Чалаева.С.А..

Работа допущена к защите:
Зав. кафедрой
Д.б.н. Рабазанов Н.И.
« ____ » _____ 2020 г.

Нормоконтролер:
_____ И.Х.Гаджиева

Махачкала 2020

СОДЕРЖАНИЕ.

Введение	3
Глава 1. Литературный обзор	6
1.1. Характеристика объекта	6
1.2. Установки для выращивания микроводорослей	9
1.3. Культивирование микроводорослей в лабораторных условиях	18
1.4. Термальные воды Дагестана	20
Глава 2. Объект и методы исследования.	22
Глава 3. Экспериментальная часть	26
3.1 Эффективность выращивания <i>Chlorella Vulgariss</i> на термальных водах.	26
Выводы	28
Список использованной литературы	29

Введение

Актуальность.

Водоросли – древнейшие фотосинтезирующие организмы, распространенные повсеместно. Они играют огромную роль в жизни природы и человека.

Водоросли отличаются огромным многообразием в структуре, анатомии и экологии. Именно поэтому водоросли являются наиболее выгодным источником биологически активных веществ и разных пищевых и кормовых добавок. В наше время проводятся исследования, целью которых является изучение перспективы применения водной растительности в качестве основной пищи для гидробионтов, в том числе рыб, в используемых водных системах.

Водная растительность, одинаково как в природе так и в промышленных водоемах хорошо потребляется гидробионтами на разных стадиях их развития и является преобладающей и излюбленной частью рациона рыб.

Из огромного разнообразия микроводорослей, которые используются для массового культивирования, наиболее часто используется *Chlorella vulgaris*. Хлорелла превосходит все растительные корма и культуры сельскохозяйственного производства своим богатым витаминным комплексом. Одна микроскопическая клетка представляет собой кладезь полезных и необходимых для интенсивного роста веществ, она содержит витамины, незаменимые аминокислоты, набор микроэлементов, биологически активные вещества.

Макро- и микроэлементы входящие в ее состав обеспечивают процессы жизнедеятельности как растущего организма гидробионтов так и взрослых рыб, а отвечают за развитие организма животных такие химические элементы как: железо(Fe), медь(Cu) марганец(Mg) цинк(Zn) молибден(Mo), бор(B), кобальт(Co), кремний(Si) и т. д. Помимо всех перечисленных достоинств хлорелла также «производит»: природный антибиотик “ хлореллин”, который

весьма благополучно справляется с возбудителями различных заболеваний и токсичными продуктами, вдобавок она синтезирует частично незаменимую арахидоновую кислоту, обеспечивающую правильное, а если быть точным, то нормальное развитие репродуктивных функций организма. (МУЗАФАРОВ А.М., ТАУБАЕВ Т.Т и др).

Хлорелла – как уже всем известно относится к группе фотоавтотрофных организмов, для жизнедеятельности которых критически необходимо наличие солнечного, то есть естественного или искусственно созданного освещения, а также желательно наличие искусственной жидкой минеральной питательной среды в которой содержатся азот(N), фосфор(P), серу(S), железо(Fe), магний(Mg) и другие не менее важные макро- и микроэлементы.

Поддержание оптимального температурного режима и величины pH питательной среды является обязательным условием выращивания культуры, несоблюдение которых приведёт к гибели клеток и низкой плотности суспензии. Штаммы хлореллы делят в зависимости от температуры являющейся наиболее благоприятной для разных групп. Таким образом их разделяют на три следующие группы: термофильные организмы, мезофильные и криофильные. Для термофилов оптимальная температура выращивания равна с35–37 оС, для мезофильных она достигает – 25–27 оС, для криофильных – 10–15 оС.

Значение pH в процессе выращивания должно быть близка к максимально оптимальному, в диапазоне 5,5–6,5.

На сегодняшний день существует два основных способа культивирования микроводорослей, это выращивание в открытых водоемах и получение культуры в закрытых аппаратах в совершенно контролируемых условиях. При культивировании масштабных размах используют или обычные минеральные среды, или специально сбалансированные, предусматривающие расходование основных компонентов в процессе роста биомассы.

Учитывая то ,что республика Дагестан , находится на берегу Каспийского моря, климат здесь преимущественно тёплый,«избыток»солнечной и геотермальной энергии, что делает развитие этой технологии задачей, имеющей огромное народнохозяйственное значение(Абдулагатов И.М., Алхасов А.Б.,и д.р)

Целью исследования было экспериментальное наблюдение за ростом микроводоросли *Chlorella Vulgaris* при выращивании ее на геотермальных водах, определение наиболее эффективных условий выращивания и скорости роста при использовании термальных вод.

В связи с этим нами были поставлены следующие **задачи**:

- 1.Изучение роста культуры *Chlorella vulgaris* в лабораторных условиях на термальных водах.
2. Изучение гидрохимического состава термальных вод.

Научная новизна. Полученные результаты позволят расширить исследования в области развития культивирования и выращивания водорослей на термальных водах.

Практическое значение. Показатели полученные в конце проведенной работы могут быть использованы для организации небольших фермерских хозяйств по получению водорослей с их перспективным использованием в производстве кормов.

Глава 1. Литературный обзор .

1.1.Характеристика объекта.

На сегодняшний день зелёные водоросли (в широком смысле) являются одной из самых обширных групп водорослей ,она насчитывает около 500 родов и приблизительно 8 000 видов (в некоторых источниках она оценивается в , 13 000 -20 000 видов). Название водоросли хлорелла происходит от греческого - Хлорос- что переводится как «зелёный». Хлорелла это одноклеточная, микроскопическая,по форме тела сферическая водоросль, которая относится к роду зелёных водорослей.Диаметр ее колеблется от 2 до 10 мкм , жгутики отсутствуют. Хлоропласты хлореллы содержат хлорофилл а и хлорофилл в.Хлорелла используют воду, диоксид углерода и свет в процессе фотосинтеза, для размножения ей необходимо небольшое количество минералов. Наиболее распространённой является *Chlorella vulgaris* ,данная водоросль часто встречается массами в прудах ,канавках и даже лужах.

Классификация :

Домен:Эукариоты

Царство:Растения

Подцарство :Зелёные растения

Отдел:Зелёные водоросли

Класс :Требуксиофициевые

Порядок :Хлорелловые

Семейство :Хлорелловые

Род:Хлорелла

Вегетативное тело *Chlorella vulgaris* состоит из одной шарообразной клетки с толстой оболочкой ,которая состоит из целлюлозы. Размеры клеток ,как уже упоминалось выше, колеблются от 1,5 мкм до 12 мкм В каждой шарообразной клетке находится гомогенная протоплазма , маленькое ядро и

округлый хроматофор с одним пиреноидом. Стенки клетки *Chlorella* состоят из трех слоев оболочек, что делает клеточное ядро неуязвимым от влияния неблагоприятных и губительных факторов внешней среды. Средний слой защитной оболочки — является самым крупным и состоит он из целлюлозы, а наружная, представляющая собой полимерный каротиноид, способна поглощать ядовитые и патогенные элементы и избавлять от них организм. *Chlorella vulgaris* размножается бесполом способом, путём деления клетки 4-8-16 равных частей, которые также известны как автоспоры. Автоспорами называются недавно образованные клетки которые после смерти материнского тела оказываются во внешней среде, они стремительно увеличиваются в размерах и через достаточно небольшой отрезок времени делятся повторно, в результате чего образуется замкнутый круг. В определённые периоды развития клетки нуждаются в свете.

Жизненный цикл зеленых микроводорослей, довольно короткий и составляет не больше 20 дней.

Рост описывается S образной кривой и как правило разделен на 4 фазы: 1) логарифмическая фаза (2-5 сут), 2) фаза линейного роста (5-15 сут), 3) стационарная фаза (15-20 сут), 4) фаза отмирания (после 20 сут). (Белякова и др., 2006)

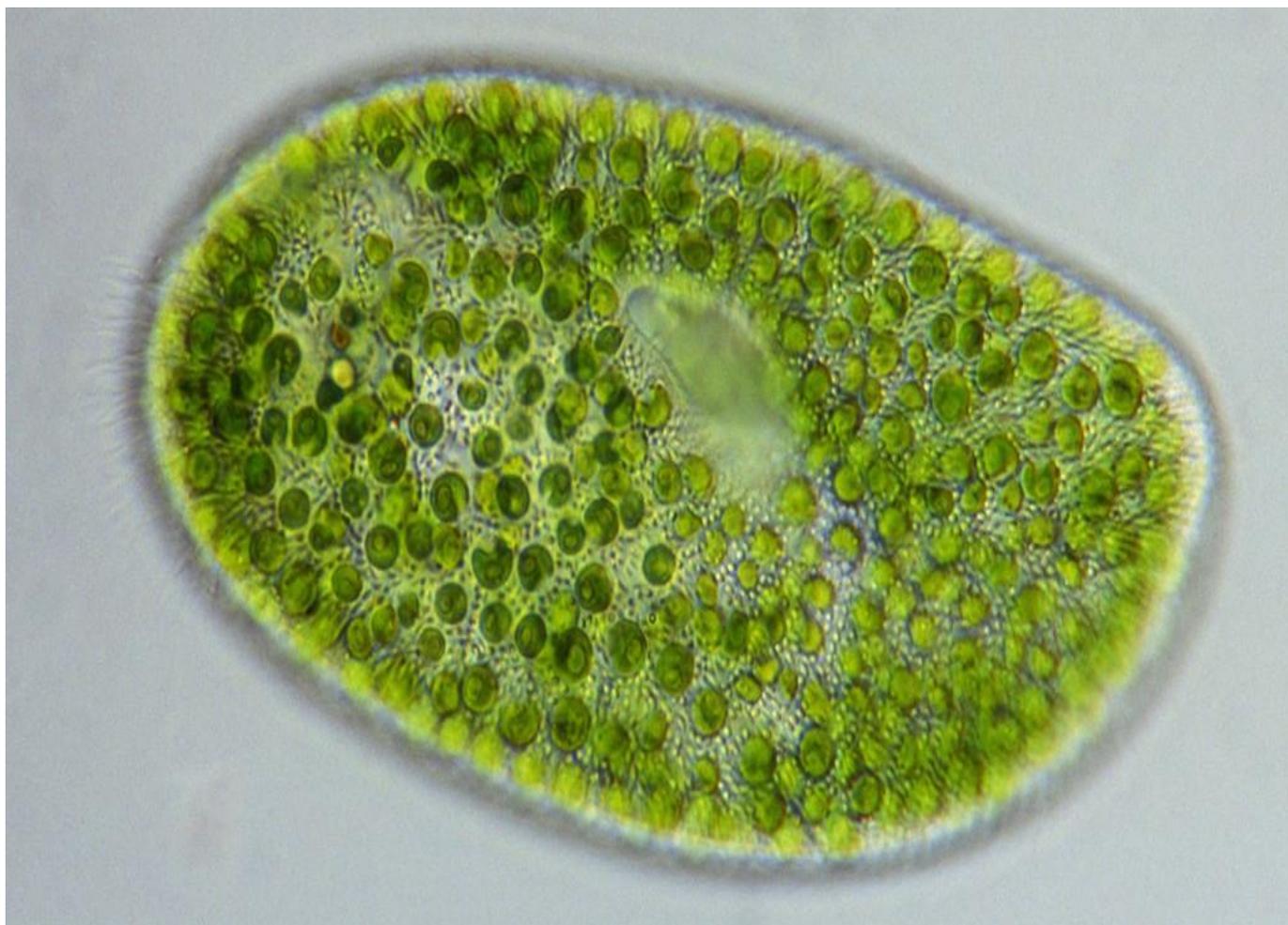


Рисунок.1 Одноклеточная микроводоросль *Chlorella vulgaris* под микроскопом.

1.2. Установка для выращивания микроводорослей.

Культивирование хлореллы может осуществляться как на открытой местности, так и в закрытых помещениях. Для культивирования большого объёма хлореллы под открытым небом могут быть применены установки самой разнообразной формы и размеров. Для изготовления таких устройств пригодны различные материалы, такие как кирпич, бетон, дерево, органическое стекло и др.

Все культиваторы для выращивания делятся на два типа: культиваторы открытого и закрытого типа.

Культиваторы открытого и закрытого типа в свою очередь тоже подразделяются на две подгруппы.

Открытые – в установках данного типа, суспензия водорослей не изолирована от атмосферы. Такие культиваторы имеют дешёвую стоимость, и достаточно просты в изготовлении и конструкции, однако при использовании подобных устройств следить за оптимизацией и стабилизацией факторов роста водорослей крайне трудоёмко, культура легко подвергается заражению, и на выходе продукции суспензия оказывается с низкой плотностью.

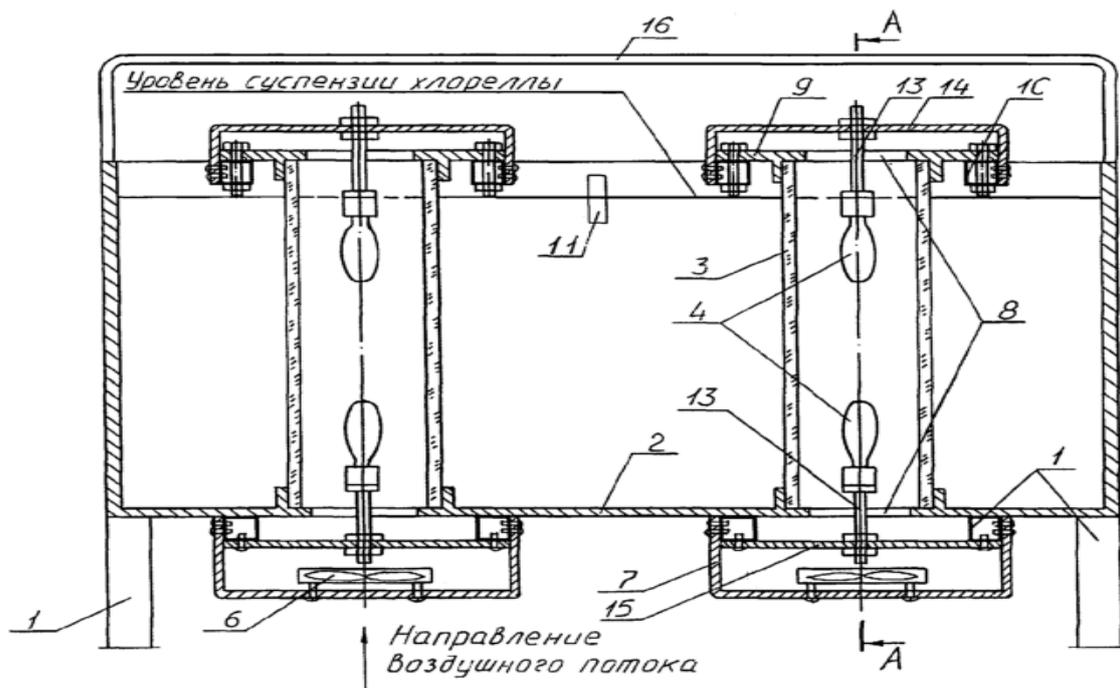
Культиваторы закрытого типа-конструкция данной установки позволяет направленно регулировать параметры выращивания, что резко повышает перспективу интенсивного роста урожая с единицы объёма при более экономном расходовании химикатов и углекислого газа, увеличения плотности суспензии, улучшения ее качества вне зависимости от внешних условий. Хороши для культивирования водорослей каркасные установки.

Каркасное устройство для получения микроводоросли, а именно хлореллы, имеет следующее строение: на каркасе устанавливается ёмкость для суспензии микроводорослей, в данной ёмкости располагаются в вертикальном положении цилиндрические стеклянные сосуды со стационарно размещёнными в них лампами. В случае, когда температура суспензии близка

к отметке превышающей оптимальную температуру выращивания, в ёмкости имеются вентиляторы, подающие воздух в культуру. Оборудование оснащается прибором измерения температуры суспензии, который находится внутри емкости и связан с ним терморегулятором, подключенным к вентиляторам.

Данная установка обеспечивает регулирование температурного режима в процессе культивирования микроводорослей и поддерживает ее на уровне являющемся оптимальным для повышения продуктивности.

Описанное выше устройство для выращивания относится к микробиологической промышленности, а точнее к технологии культивирования одноклеточных, микроскопических водорослей, преимущественно планктонных, а именно хлореллы.



ФИГ. 1

Рисунок.2 Строения устройства предназначенного для выращивания микроскопических водорослей.

Работа установки заключается в следующем: в ёмкость заливают искусственную питательную среду, приготовленную на дистиллированной воде, в ней содержатся все необходимые компоненты, она также насыщена углекислым газом, далее в неё вводят в суспензию хлореллы до получения нужной исходной плотности клеток.

Освещение питательной среды, в которой проводится выращивание микроскопических водорослей хлореллы, создаётся искусственно, лампами. В случае повышения температуры суспензии в процессе культивирования выше оптимальной, которая составляет 30-31°C, включаются вентиляторы, обеспечивающие терморегуляцию суспензии. Когда температура суспензии достигает оптимальной отметки равной 26°C терморегулятор отключает вентиляторы, которые понижают температуру суспензии до нормальной. Обязательное ежедневное число часов для освещённости суспензии хлореллы порядка 20 часов.

Специально предусмотренное расположение ламп в стеклянных цилиндрах, стационарно установленных в полости емкости, позволяет обеспечить безопасность обслуживания установки. Плотность клеток в процессе выращивания в суспензии достигает около 50-60 млн. клеток в 1 мл. Описанное устройство для культивирования и получения микроводорослей помогает получить наибольшую производительность за счет терморегулирования и создания желательных условий для выращивания хлореллы. (ВЛАДИМИРОВА М.Г. и др. 1984 с.48-51)

Известна установка для выращивания хлореллы, включающая как минимум один установленный на каркасе сосуд для суспензии хлореллы и лампы, со стеклянными колпаками, отвечающие за искусственное освещение, лампы во время работы подключают к источнику питания.

Лампы на рамках размещают таким образом чтобы при необходимости была возможность их поворота в нужное для суспензии хлореллы направление, в период выращивания и над емкостью, по окончании этого процесса.

Недочёт этой установки корениться в том, что она не обеспечивает высокую производительность, так как она не рассчитана на регулирование температуры в ходе культивирования хлореллы. Технический результат изобретения заключается в поддержании температуры в оптимальных пределах, с целью повышения производительности установки.

В лабораторных условиях установки для выращивания микроводорослей как правило устроены более просто и состоят из - стеклянных ёмкостей (аквариумы)-для выращивания водоросли Хлореллы, лампы – для обеспечения постоянного и бесперебойного освещения необходимого для роста зеленой водоросли хлореллы, прибора для регулирования и контроля температурного режима. А так же прибор для обогащения воды кислородом-аэратор.

Микроводоросли так же культивируются и в фотобиореакторах. Фотобиореакторы делятся на два типа: открытые и закрытые. Каждый тип так же в свою очередь можно разделить на две подгруппы; глубинные и неглубинные, ,закрытые на глубинные и циркулирующие. Открытые глубинные культиваторы – это открытые емкости, такие как естественные водоемы, пруды или искусственные бассейны, глубина слоя суспензии в них составляет 25-50 см. Открытые глубинные фотобиореакторы представляют собой аквариумы из органических полимеров (полиметилметакрила, поликарбонат, полиэтилен), ванны и бассейны различной формы, установленные под открытым небом и использующие естественное освещение. Перемешивание в них либо не осуществляется, либо используются лопастные мешалки. Лопастные мешалки равномерно перемещают микроводоросли ближе к свету на поверхность.

Одним из главных достоинств открытых глубинных фотобиореакторов является незатейливость производства и масштабирования.

К недостаткам относится то что для увеличения результативности целесообразно, чтобы толщина слоя суспензии в бассейне не превышала 15

см. По-иному это приводит к существенному увеличению занимаемых площадей.

Открытые неглубинные культиваторы – это открытые фотобиореакторы, в которых глубина слоя суспензии равна 5 мм-25 см. Установки данного типа имеют, обычно, форму лотков, зигзагов, каскадов. Перемешивание осуществляется главным образом с помощью насосов. Установка состоит из наклонных желобов. Тонкий слой суспензии, освещается солнечным или же искусственным светом и стекает по желобам. Толщина слоя суспензии составляет 5 мм. Фотобиореакторы разнообразны в конструкциях. Водоросли поступают в верхнюю часть аппарата по напорной, а затем стекает в нижнюю часть по наклонным поверхностям. Продуктивность таких установок при культивировании хлореллы 6 г/л/сут.

Недостатками открытых фотобиореакторов :

- Данные установки зависят от сезонов года, что делает круглогодичное культивирование микроводоросли невозможным;

- отсутствует возможность поддержания температуры на определённом уровне (резкие суточные колебания недопустимы);

- необходимо вести постоянный контроль над содержанием углекислого газа и условий освещенности;

- под воздействием солнца происходит испарение воды с поверхности открытых фотобиореакторов;

- есть опасность заражения культивируемого штамма различными микроорганизмами.

Закрытые фотобиореакторы – как правило это закрытые емкости различного вида, в установках данного типа соблюдаются все необходимые, для благополучного роста культуры условия. Изготавливаются установки закрытого типа, как правило, из таких строительных материалов как стекла, плексигласа и прочих прозрачных материалов. Фотобиореакторы данного типа обычно имеют достаточно сложное строение из стеклянных или

прозрачных пластиковых труб, плексигласовых плоских камер и других строй материалов.

Глубинные фотобиореакторы – фотобиореакторы, где толщина освещенного слоя суспензии микроводорослей значительно меньше общей толщины слоя суспензии микроводорослей. Глубина слоя суспензии составляет 1 - 1,5 м.

В таких установках суспензия обрабатывается в замкнутом объеме. Способы освещения применяются самые различные, перемешивание может осуществляться с помощью мешалки, пропеллеров, барботирование и т.д.

Закрытые циркулирующие фотобиореакторы представлены трубчатыми, пленочными конструкциями. Перемешивание и циркуляция суспензии в таких установках осуществляется с помощью насосов. Глубина слоя суспензии составляет 5 мм - 150 мм. Продуктивность таких установок при культивировании хлореллы 3 - 40 г/л/сут.

Циркулирующие или Трубчатые фотобиореакторы.

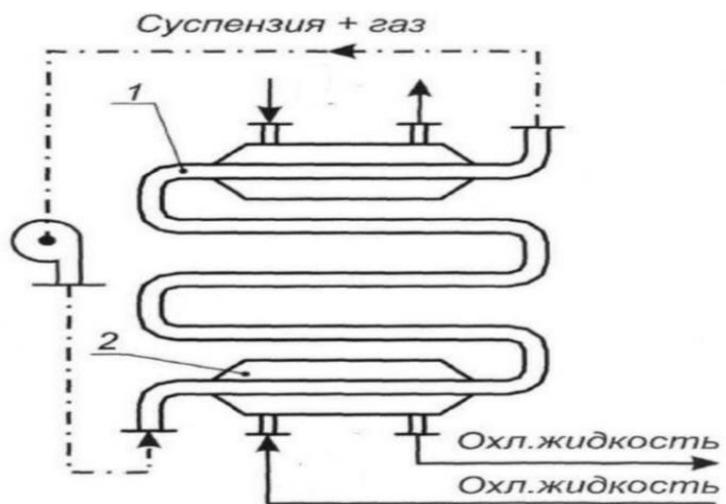
Уникальность конструкций данных установок заключается в использовании труб, внутри которых перемешивание и циркуляция суспензии происходит под воздействием центробежных насосов. Освещение, как естественное, так и искусственное. Суспензия снабжается углекислым газом перед входом в реакционную зону. В промышленных масштабах целесообразней использовать, как правило, многоярусные установки, трубы в таких установках располагаются друг над другом в несколько слоев.

Преимущества трубчатого по сравнению с открытыми и закрытыми глубинными установками заключается в следующем: улучшен температурный и гидродинамический режим; циркулирующие установки не требуют наличие больших площадей что значительно упрощает процесс культивирования, чего не скажешь к примеру об установках открытого типа, таких как пруды или бассейны, которые занимают большое пространство; трубчатые фотобиореакторы абсолютно не зависимы от природных условий. Однако, минусов у описанного типа фотобиореакторов гораздо меньше чем

преимуществ и они следующие: налипание отмерших клеток на их внутреннюю поверхность и удельные энергозатраты на установку насосов для циркулирования суспензии микроводорослей.(Мещерякова Ю.В 2015)



Рисунок.3 Трубчатый фотобиореактор. Общий вид.



б) схема 1 – трубы; 2 – теплообменник

а)общий вид.

Рисунок. 4 – Общий вид и схема трубчатого фотобиореактора



Рисунок.5 Лабораторная установка для выращивания одноклеточных микроводорослей.

1.3 Культивирование микроводорослей в лабораторных условиях.

Культивирование микроводоросли *Chlorella Vulgaris* в лабораторных условиях начинается с посева водоросли в лабораторные установки или аквариумы, прежде чем посеять водоросли нужно провести подсчёт в камере Горяева, далее поскольку Хлорелла синтезирует органические вещества в процессе фотосинтеза необходимо обеспечить достаточную освещённость 40 Вт/м². Для создания благоприятных условий обеспечивается аэрация и оптимальная температура воды в установке, температура должна поддерживаться на уровне 26-28°C. Температура влияет на скорость роста водорослей, размеры клеток. Если температура культивирования отличается от оптимальной наблюдается значительное снижение скорости роста микроводорослей. Сосуды подвергаются барботированию воздухом, очищенным 2% CO₂, скоростью тока воздуха 0,3 л/мин. Значение pH приводится близким 7.

Жизненный цикл зеленых микроводорослей составляет порядка 20 дней. Ежеженедельно проводится подсчёт численности водоросли в 1 мл суспензии при помощи камеры Горяева. Определения оптической плотности и числа клеток проводили отбиранием проб, каждые 3,7, и 14 сутки.



Рисунок .6 Культиватор KB-05

1.4 Термальные воды Дагестана.

Благодаря особенностям природы геолого-тектонического строения, территория Дагестана обладает весьма уникальным и даже в каком-то смысле редчайшим по химическому составу подземных источников минеральных запасов вод – обнаружено и описано свыше 300 целебных минеральных источников. По условиям формирования подземных вод, выделяют Терско-Кумский артезианский бассейн (21,2 тыс. кв.км), который располагается в северной части республики и Каспийский бассейн стока малых рек в Южно-предгорной части. В состав Терско-Кумского артезианского бассейна входят: Ногайское, Кизлярское, Бабаюртовское, Сулак-Акташское, Хасавюртовское и другие месторождения. К крупным месторождениям пресных подземных вод на Северном Кавказе относятся - Сулакское с прогнозными эксплуатационными ресурсами 157 млн. куб.м/год. Кизлярские скважины: №6т, 1т, 4т, 2т, 3т, и т.д.; Тарумовская скважина ; Гик-Салганский источник в Талгинском ущелье ; скважины расположенные в городе Махачкала(Махачкала № 160, № 27, № 175 ,источник Тарнаир).

Богатая природа Дагестана имеет все бальнеологические группы минеральных вод ,которые тем не менее все ещё остаются слабо изученными;

Процентная доля сероводородных(H_2S) источников составляет всего 43 % от общего количества источников, сероводородные скважины распространены по всей территории республики;

Самым крупным месторождением соляно-щелочных вод является -Рычал-су, на долю этих вод приходится всего четверть(21%) от общего числа термальных источников.

В высокогорной части Дагестана преобладающей является углекислая группа вод.

Наиболее распространенным типом вод со значительными запасами являются йодно-бромные и борные источники.Поскольку эти воды славятся своими оздоравливающим действием на них функционирует санаторий «Каспий».

В Южно-горном и предгорном Дагестане сосредоточена сульфатная группа вод.

Содово-глауберовые — состав этих вод характеризуется как гидрокарбонатно-сульфатно-натриевый;

К редко встречающимся группкам можно отнести доломито-известковые воды, но по бальнеологическим свойствам источники очень ценны.

Так же на территории республики имеется кремнистые (Si) воды, содержание кремниевой кислоты в них достигает около 50 мг/л, на базе этих вод функционирует санаторий «Каякент»;

В термальных источниках «Миатлы» а так же в других горных районах Дагестана обнаружены слабо-радоновые воды, в которых содержание радона не соответствует установленной норме.

Ещё одна группа вод Дагестана -железистая (Fe) содержание в ней общего железа не ниже 10 мг/л;

(Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации)

Глава.2 Объект и методы исследования .

Объектом исследования была выбрана культура водоросли *Chlorella vulgaris*. Выращивание проводилось методом накопления при соблюдении оптимальных условий обеспечивающих рост и развитие водорослей, соблюдали температурный режим и освещение. В качестве питательной среды, для выращивания контроля, использовали среду Тамийя..

В состав искусственной среды Тамийя входят следующие элементы(г/л): KNO_3 – 5.0; $\text{MgSO}_4+7\text{H}_2\text{O}$ – 2,5; KH_2PO_4 – 1,25. Для приготовления минеральной среды а также растворов солей используют исключительно дистиллированную воду ,это позволяет не проводить стерилизации в дальнейшем .Во избежание выпадения осадков , навеску каждого вещества предварительно растворяют в определенном количестве воды, а затем сливают растворы вместе в указанной последовательности и доливают воду до необходимого объема. Водоросли вносятся в питательную среду (100%) только после разбавлениях ее 2 раза в дистиллированной водой (50%).

Опыты проводили на минеральной воде из источников Кизлярские скважины: №6т, 1т, 4т, 2т, 3т, и скважины Тарнаир. Для определения численности клеток использовали камеру Горяева. Определяли численность прямым подсчётом. Учет вели на 3, 7 и 14 сутки проведения эксперимента.

По геологическим условиям Кизлярское месторождение относится к типу пластовых с относительно простыми гидрогеотермическими условиями. Основные водоносные горизонты приурочены к отложениям чокракского и апшеронского возраста, сложенными по мощности и литологическому составу. Воды высокотемпературные, даже перегретые, температура на устье скважин 104-106°C. Термальная вода апшеронского горизонта, поступающая из скважин №6т, 9т. используется во втором контуре. Она характеризуется как гидрокарбонатно-хлоридная натриевая, с минерализацией 2,2 г/л, реакция среды слабощелочная, фенолы отсутствуют. Эксплуатационные дебиты апшеронских скважин по 1000 м³/сут, температура на устье 47°C, давление на устье 3,5 ат. На чокракский водоносный горизонт оборудовано 5 скважин: № 1т, 3т, 5т.

Эксплуатационные дебиты 1000 ÷ 2500 м3/сут, температура на устье: 99 + 103°C, минерализация 1,83 + 9,2 г/л. Химический состав термальной воды чокракского горизонта характеризуется хлоридно-натриевым составом, слабощелочной реакцией среды и содержанием токсичных компонентов, наибольшую опасность из которых представляют летучие фенолы.(Алхасов А.Б и др 2012 гл2 стр28-29)

Изменение концентраций ионных форм в геотермальной воде скважины 3Т (Кизляр) с температурой .

Ионные формы	Концентрация, (моль/л)·10 ³					
	в исходной воде	при температуре, °С				
		20	40	60	80	100
Na ⁺	98,5	97,86	97,81	97,77	97,54	97,33
Ca ²⁺	4,1	3,086	2,634	2,021	1,491	1,046
Mg ²⁺	1,67	1,517	1,513	1,446	1,380	1,290
Cl ⁻	100	Не комплексует				
HCO ₃ ⁻	6,4	5,72	5,62	5,46	5,26	5,04
CO ₃ ²⁻	не определена	0,036	0,058	0,095	0,139	0,182
SO ₄ ²⁻	1,62	1,251	1,220	1,179	1,125	1,079
CaSO ₄ ⁰	не определена	0,079	0,075	0,065	0,054	0,041
MgSO ₄ ⁰	«-«-«-	0,066	0,074	0,089	0,104	0,118
CaCO ₃ ⁰	«-«-«-	0,812	1,24	1,82	2,31	2,69
MgCO ₃ ⁰	«-«-«-	0,0131	0,0223	0,047	0,086	0,14
CaHCO ₃ ⁺	«-«-«-	0,122	0,146	0,183	0,240	0,319
MgHCO ₃ ⁺	«-«-«-	0,069	0,076	0,082	0,089	0,097
NaHCO ₃ ⁰	«-«-«-	0,370	0,358	0,341	0,319	0,297
pH	7,4	7,79	7,88	8,01	8,15	8,29

Химический состав термальных вод Кизлярских скважин.

Таблица 1.2

Скважины	pH	Na	K	Ca	Mg	HCO ₃	CL	SO ₄	H ₂ SiO ₃	CO ₃
2Т	8,0	855,3	16,6	18,0	9,7	1061,4	772,8	5,7	26,0	-----
4Т	7,3	2187,5	52,0	57,0	38,3	1244,8	3029,7	51,8	140,4	-----
6Т	8,3	2309,8	30,7	15,6	7,0	317,2	3417,4	8,2	29,25	24,0
1Т	6,5	9710,7	2726,7	402,6	10,83	1525,5	15161,6	379,4	55,7	-----

Геотермальный источник скважина Тарнаир

На площади Тарнаир воды верхнемеловых отложений отличаются невысокой минерализацией. Из скв. №43- Тарнаир получена вода с минерализацией 29,3 г\л, в которой содержание йода(I) составляет 41,79 мг\л, брома(Br) – 69,53.

Таблица 1.3 Растворимости некоторых газов в воде из источника Тарнаир.

Газ	Температура, °С								
	0	10	20	30	40	50	60	80	100
CH ₄	0,055	0,041	0,033	0,027	0,023	0,021	0,019	0,017	0,017
CO ₂	1,713	1,194	0,878	0,665	0,530	0,436	0,359	0,240	–
H ₂	0,021	0,019	0,018	0,017	0,016	0,016	0,016	0,008	0
H ₂ S	4,670	3,399	2,582	2,037	1,660	1,392	1,190	–	–
N ₂	0,023	0,019	0,016	0,014	0,012	0,011	0,010	0,005	0

Таблица 1.4. **Изменение температуры с глубиной в песчанистом комплексе.**

Глубина залегания, м	Источник Гарнаир	
	Температура, °С	Геотерм, ступень, м/°С
850		
1000		
1400		
1500	76	23,7
2000	87	26,6

Глава.3 Экспериментальная часть.

3.1 Эффективность выращивания *Chlorella Vulgaris* на термальных водах

Получали культуру хлореллы на чистой геотермальной воде и питательной среде Тамий .Описать рост культуры *Chlorella vulgaris* можно как кратковременная лаг-фаза, не менее быстро проходила так же и фаза ускорения роста. Интенсивность роста и продуктивность микроводоросли решили изучить накопительным режимом культивирования ,при интенсивности света 50 тыс. Эрг.см² и оптимальных для хлореллы температурных условиях роста. Температура ,как и полагается ,достигала 26 - 28 °С.На протяжении всей экспоненциальной фазы (3-7 сут.)численность клеток возросла. .Скорость роста учитывали подсчётом числа клеток в популяции, продуктивность учитывалась по накоплению сухого веса биомассы. Пробы для определения оптической плотности и числа клеток отбирались каждые 3,7,и 14 сутки.Полученные данные позволили рассчитать оптическую плотность, прирост биомассы и коэффициент размножения культуры. С развитием культуры происходило увеличение количества мёртвых клеток. Культивировали микроводоросли на геотермальной воде в фотобиореакторе с мешалкой лабораторного масштаба при освещенности 50 тыс.эрг .см² ,по 16 часов в сутки и температуре 26 – 28°С, значение рН поддерживалось близкое к 7. Проводили барботирование кислородом.

Еженедельно проводили подсчет численности водорослей в 1 мл суспензии при помощи камеры Горяева. На седьмой день плотность клеток составляла 250 млн/мл.Наблюдали интенсивный рост клеток, суспензия приобрела (окрасилась) тёмно-зелёный цвет. Наилучший рост биомассы *Chlorella vulgaris* наблюдался при выращивании её на термальной воде Кизлярских скважин 6Т и 1Т.Продуктивность хлорофиллы на геотермальных водах можно объяснить тем что в состав этих вод входят легко усвояемые микроэлементы углекислый газ и оптимальная среда рН.

Концентрация фенолов и нефтепродуктов отрицательно воздействует на прирост биомассы хлореллы, которую мы получали на геотермальных водах скважины Тарнаир, они препятствуют интенсивному фотосинтезу.

Выводы:

- 1) Лучшим устройством для выращивания культуры *Chlorella vulgaris* являются фотобореакторы закрытого типа, так как они позволяют поддерживать температуру на определённом уровне вне зависимости от погодных условий, так же возможно круглогодичное выращивание культуры и вероятность заражения культуры крайне низкая.
- 2) Рост культуры *Chlorella vulgaris* даёт хороший результат при выращивании ее на термальных водах, характеризующиеся как гидрокарбонатно-хлоридно-натриевые воды.
- 3) Воды источника Тарнаир содержат в своём составе концентрации нефтепродуктов и фенолов, которые препятствуют интенсивному фотосинтезу клеток, тем самым снижая продуктивность культуры.
- 4) Наилучшие результаты роста и продуктивности хлореллы были получены при выращивании ее на геотермальных водах Кизлярских скважин 6Т и 1Т. Интенсивный рост на геотермальных водах объясняется тем, что в состав этих вод входят легко усвояемые микроэлементы, углекислый газ а также оптимальной средой рН.

Список использованной литературы.

- 1) Абдулагатов И.М., Алхасов А.Б., Догеев Г.Д., Тумалаев Н.Р., Алиев Р.М., Бадавов Г.Б., Алиев Р.М., Салихова А.С. Микроводоросли и их технологические применения в энергетике и защите окружающей среды. // Журнал Юг России: Экология, Развитие. Том 13/№1, 2018
- 2) Алхасов А.Б., Алишаев М.Г., Алхасова Д.А., Каймаразов А.Г., Рамазанов М.М. Освоение низкопотенциального тепла // Под ред. академика В.Е. Фортова-М.: ФИЗМАЛИТ, 2012-280 с. (гл 2 стр 28-29)
- 3) Андреева В. М. Род *Chlorella*. Изд. "Мир", Л., 1977.
- 4) Ботаника; в 4 т. Т2 Водоросли и грибы: учебник для студентов высш. учеб. заведений / Г. А. Белякова, Ю. Т. Дьяков, К. О. Тарасов - М.: Издательский центр «Академия», 2006-320 с.
- 5) Богданов Н.И. Хлорелла – высокопродуктивная кормовая добавка. Ж. Кормопроизводство, No 9, 1998
- 6) Богданов Н.И. Хлорелла – резерв повышения продуктивности животноводства. Ж. Изд. Ценовик, No 4, 2003.
- 7) В.С. Власов, С.Г. Османов. СХЕМА КОМПЛЕКСНОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕРМАЛЬНЫХ ВОД Г. КИЗЛЯР РЕСПУБЛИКИ ДАГЕСТАН // Дагестанский государственный технический университет, г. Махачкала., 2005
- 8) Д.С. Дворецкий, Е.В. Пешкова, М.С. Темнов. Экспериментальное исследование и моделирование штамма *CHLORELLA VULGARIS* ИФР № С-

111//Кафедра «Технологии и оборудование пищевых и химических производств» 2014.

9) М. Г. Владимирова, В. Е. Семененко ; Акад. наук СССР. Институт физиологии растений им. К. А. Тимирязева. - Интенсивная культура одноклеточных водорослей (Инструкция по первичным испытаниям, выделяемых из природы и селекционируемых форм фотоавтотрофных одноклеточных водорослей)/ Москва : [Изд-во] Акад. наук СССР, 1962. - 59 с.

10)МУЗАФАРОВ А.М., ТАУБАЕВ Т.Т.
КУЛЬТИВИРОВАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ.
- Ташкент: ФАН Узбекской ССР, 1984, с.
20-21

11) Мещерякова, Ю.В. Экспериментальное исследование роста микроводоросли хлорелла в трубчатом фотобиореакторе / Ю.В. Мещерякова, А.Н. Зазуля, С.А. Нагорнов // Наука в центральной России. – 2015. – № 4– С.69-76.

12)Н.В.Немцев.Санитарные аспекты культивирования микроводорослей
././Институт клеточного и внутриклеточного симбиоза УрО РАН, Оренбург
,Россия 2018.

13)Сальникова М.Я. Хлорелла – новый вид корма. Издательство “Колос”, М., 1977 г.

14) Э.А.Исламмагомедова.,Э.А.Халилова.,С.Ц.Котенко.Использование геотермальных вод Дагестана в научных исследованиях и биотехнических процессах././Прикаспийский институт биологических ресурсов Дагестанского научного центра РАН. Махачкала.,2016.

15) Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации
http://www.mnr.gov.ru/activity/regions/respublika_dagestan/

16) Микроволоросли и их техническое применение.
Научная электронная библиотека // <http://elibrary.ru>