

**Всероссийский конкурс юных исследователей  
окружающей среды им. Б.В. Всесвятского**

**Использование черноморских водорослей-макрофитов в  
качестве удобрения на приусадебном участке**

**Автор работы:** Мурзинцева Дарья Юрьевна,  
Ученица 10 класса

**Руководитель:** Вехов Дмитрий Вадимович,  
Заслуженный учитель России, учитель биологии  
МАОУ СОШ №40 им. М.К. Видова

Консультант: Березенко Наталья Спартаковна

## Оглавление

Введение .....	3
1. Водоросли-макрофиты Черного моря и их использование.....	5
1.1 Природно-географические особенности Черного моря в районе Новороссийска.....	5
1.2 Многообразие водорослей-макрофитов Новороссийской бухты и побережья.....	8
1.3 Особенности строения и свойства водорослей макрофитов.....	10
1.4 Применение водорослей человеком для выращивания растений.....	11
2. Использование водорослей Черного моря для выращивания овощей.....	12
2.1 Методика проведения исследования.....	12
2.2 Опыт по выращиванию овощей на домашнем участке.....	14
2.3 Сравнение использования водорослей в разных районах города.....	15
Заключение .....	19
Список литературы.....	20
Приложения .....	21

## Введение

Исторически сложившиеся экосистемы Черного моря и кавказского побережья уникальны и неповторимы. Именно они привлекают большое количество отдыхающих и туристов, ученых, изучающих видовое разнообразие и условия обитания видов, их связь и сохранение. Это вызывает увеличение рекреационной нагрузки на данную территорию, и возникают проблемы, решение которых может помочь сохранности и уникальности. Но человек часто поступает не расчетливо, стараясь сохранить одно, он уничтожает и растрчивает другое. Данная проблема наблюдается и с водорослями, которые накапливаются на побережье из-за деятельности человека, отдыхающих и сильных штормов.

Побережье Кавказа славится многообразием водорослей макрофитов и их хозяйственным значением, которые человек зачастую не учитывает. Самыми распространенными являются: кладофора бродячая, сцитосифон, ульва ригида и кишечная, каллитамнион, цераниум реснитчатый, цистозира барбата и кринита, кодиум червеобразный, филофора. Водоросли Черного моря богаты йодом, калием, фосфором, и азотом. Связи с экологическими условиями их качественный и количественный состав разнообразен, они способны накапливать тяжелые и редкоземельные элементы: железо, марганец, хром, медь, свинец, кобальт и прочими химическими элементами и их соединениями. Занимая шельфовую зону, именно макрофиты усваивают основной поток биогенных веществ с берега и стоков.

Одной из таких проблем, которую мы пытаемся решить в своем проекте, является накопление на береговой линии большого количества водорослей, которые накапливаются из-за штормов и хозяйственной деятельности человека. Водоросли устилают берег и под влиянием солнечного света начинают засыхать и выделять неприятный, специфический запах, что портит условия для отдыха туристов и местных жителей. Перед началом летнего сезона и несколько раз за лето, водоросли собираются и сжигаются. У нас возник вопрос о том, можно ли использовать водоросли-макрофиты и не сжигать? Изучая литературные источники и интернет, мы узнали об применении водорослей для выращивания овощей, используя их для удобрения и улучшения почв. В нашей местности почвы карбонатные, горные, с низким содержанием перегноя и большим количеством камня. У нас появилась **гипотеза:** водоросли-макрофиты можно использовать в качестве удобрения на подзолистых почвах в районе Новороссийска.

Для проверки своей гипотезы мы поставили **цель:** проверить возможность выращивания овощей с помощью водорослей в районе Новороссийска. Для достижения цели мы поставили **задачи:**

1. Сравнить развитие овощей на двух участках с использованием удобрения из водорослей и без них;
2. Сравнить показатели овощей с опытного и контрольного участка;
3. Сравнить качество овощей от условий их выращивания;
4. Создать пробный вариант удобрений и предложить его опробовать одноклассникам на своем участке.

**Объект исследования:** овощи, высаженные на опытный участок

**Предмет исследования:** влияние водорослей на показатели овощей

**Методика:** наблюдение, эксперимент, анализ, сравнение, проектирование.

## **1. Водоросли-макрофиты Черного моря и их использование**

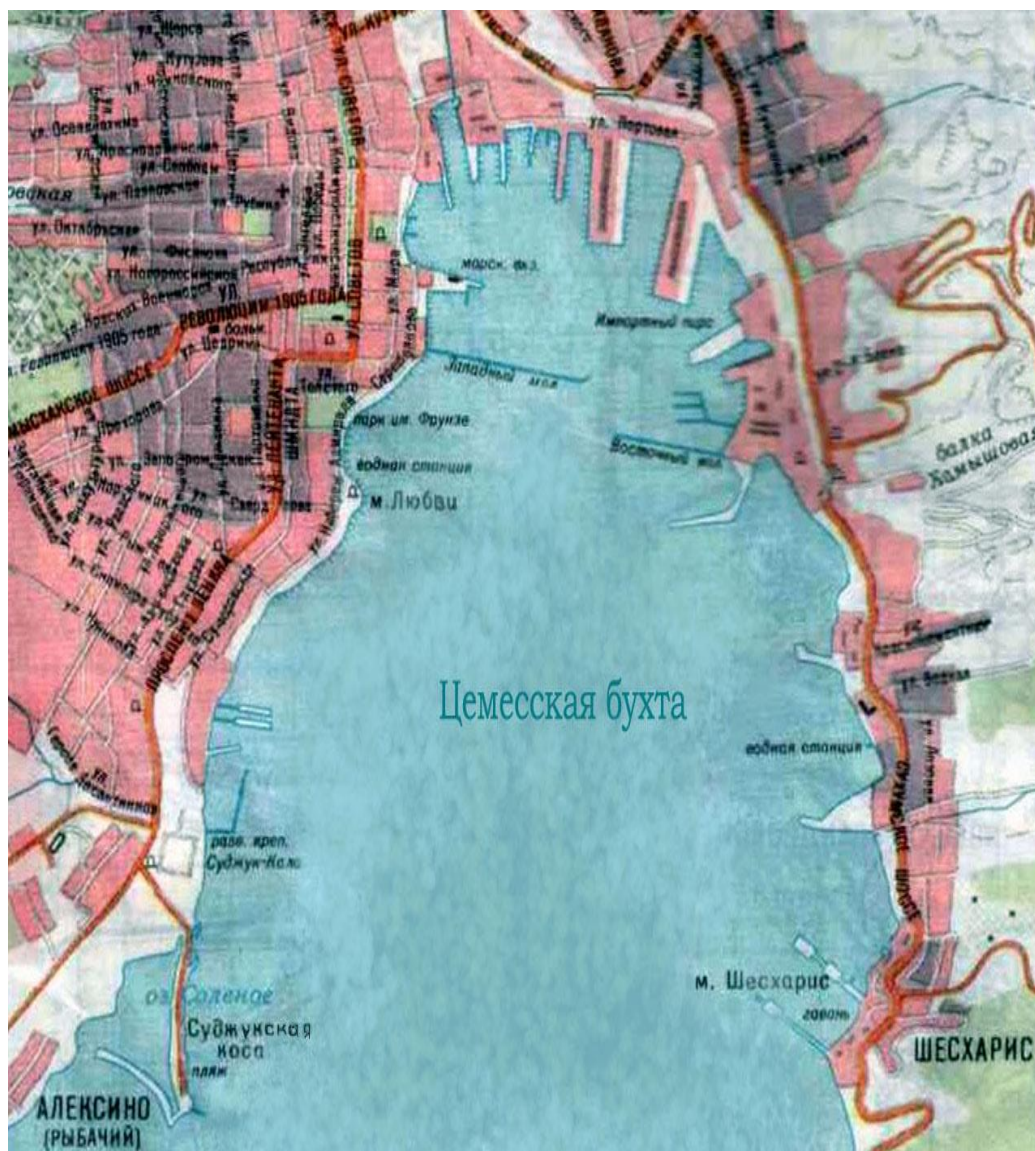
### **1.1 Природно-географические особенности Черного моря в районе Новороссийска**

Цемесская бухта является самой большой и глубоководной на Кавказском побережье России, окруженная горами. Поэтому именно здесь расположен самый крупный город-порт – Новороссийск. В данной бухте сложились уникальные природно-климатические особенности, которые делают ее удобной для любого типа судов, а также использования современных погрузочно-разгрузочного оборудования и подъездных путей ускоряют оборот грузов. Все это делает бухту удобной для роста порта и оборота грузов, а также удобной базой для ВМФ России.

Мощный Кавказский хребет, протянувшийся от Таманского до Апшеронского полуострова, проходит на протяженности около 400км. Отроги хребта, во многих местах образуют «террасы», которые сбегают к морю. Вся причерноморская морская полоса расчерчена узкими извилистыми долинами небольших рек, которые местные жители называют щелями. Отличительная особенность берегов является их слабая изрезанность. Только на западе их разнообразят две крупные бухты – Геленджикская и Новороссийская, которая еще известна под названием Цемесской (по имени впадающей в нее реки Цемес) или Суджукской (по имени бывшей турецкой крепости Суджук-Кале).

Новороссийская бухта (широта - 44 градуса 40 минут северной широты, долгота – 37 градусов 50 минут восточной долготы) вдается на 8 миль (15,3 км) в берег материка в северо-западном направлении (Рисунок 1). Ширина входа в бухту, между оконечностью Суджукской косы и мысом Дооб, составляет 5 миль (9,8 км), а ширина в средней части не превышает 2,5 мили (5,7 км). Площадь зеркала бухты почти 72 кв. км [1]. Западные и восточные берега значительно отличаются друг от друга. Весь восточный берег ограничен Маркхотским хребтом, круто спускающимся к бухте обрывистыми утесами. Западный берег низменный, содержит одну небольшую бухточку, называемой Галицкой бухтой, он постепенно повышается вглубь, переходя в Абраусский хребет.

У входа в Новороссийскую бухту, расположен своеобразный водоем – Суджукская лагуна, которая «притягивает» ученых, тем самым представляет собой особый объект биологических исследований. Окружающие Новороссийскую бухту горы, берега и дно бухты сложены почти исключительно осадочными породами, которые с третичной эпохи начали претерпевать складчатую дислокацию [2].



**Рисунок 1 – Карта-схема Новороссийской бухты (Интернет)**

Пенайские банки сложены грунтами белого флиша верхнемелового возраста, как и берега бухты, по краям скалы сменяются песками с крупным ракушечником. Рельеф дна в центре бухты ровный с максимальной глубиной 27-30 метров и преобладающими глубинами в 21-23 метра. около берега глубины резко уменьшаются. Общее представление о распределении основных типов грунта Новороссийской бухты дает картина фасций, составленная В.А. Водяницким [3].

В Новороссийской бухте она выражена следующими фасциями: 1 – скалы-камни, 2 – ракушечный песок, 3 – илистый ракушечный песок, 4 – мелкий песок, 5 – мелкий ракушечник, 6 – устричник, 7 – мидиевый ил, 8 – плотная глина, 9 – ил с ракушкой.

По классификации климатических поясов Новороссийская бухта относится к морскому климат умеренных широт и относится к Средиземноморскому типу климата, основные черты которого следующие:

1. Сравнительно небольшое количество осадков, с резко выраженным максимумом зимой и минимумом летом и осенью. По многолетним данным среднегодовое количество осадков составляет 724 -743 мм [4].

2. Годовой ход температуры; средняя температура самого теплого месяца +32,2 °С, самого холодного – 3,7 °С, годовая амплитуда около 30 °С. Осень значительно теплее весны [4].

3. Значительная сухость климата и воздуха летом и увеличения относительной влажности зимой [4].

Отличительной чертой климата Новороссийской бухты являются северо-восточные ветры, именуемые борой или норд-остом, которые переваливают через хребет и всей силой обрушиваются на город и бухту, благодаря которым климат более суров, по сравнению с остальными бухтами Черного моря. Наибольшей повторяемостью в холодное время года отличаются норд-осты. Весной и летом значительного развития достигают юго-восточные ветры и штили [4].

В летние месяцы температура воды у берега сравнительно с глубиной, как правило, высокая. Это объясняется действием жаркого летнего солнца, быстро прогревающего небольшую толщу воды прибрежной полосы. Поэтому в отдельные дни температура прибрежной воды доходит до + 26 °С, а у самого берега, где глубина 10-20 см., в штилевые дни достигает + 28,5 °С. Зимой берег более охлажденный оказывает обратное действие на температуру прибрежной воды, понижая ее. Кроме того, тонкий прибрежный слой гораздо быстрее охлаждается в холодное время года, чем вся толща воды в средней части бухты. В суровые зимы, во время сильных морозов и норд-остов, прибрежная температура опускается даже ниже 0°С и в прибрежной зоне наблюдается образование льда (Морозова-Водяницкая, 1927 г.) [3].

По срокам развития водоросли Новороссийской бухты можно разделить на 4 группы: многолетние – виды, вегетирующие много лет; однолетние – виды, которые к концу года полностью заканчивают свою вегетацию; сезонные летние и сезонные зимние формы. У двух последних сроки вегетации ограничены. В связи с зависимостью фитобентоса в развитии от температуры, то его по разделению в репродукции делят на зимне-весенние и летне-осенние.

## **1.2 Многообразие водорослей-макрофитов Новороссийской бухты и побережья**

Мы ранее упоминали о том, что Новороссийская бухта расположена на северо-восточном берегу Черного моря и является самой обширной и глубоководной на Кавказском

побережье. Первые исследования данной растительности с применением водолазной техники были проведены К. М. Петровым в 1960 году. Данные работы явились началом больших альгологических исследований на Северном Кавказе. Плановые исследования фитобентоса Черного моря были начаты в 60-70 годах. А. А. Калугина описала 91 вид водорослей - макрофитов. Кроме этого, изучалась экология отдельных видов, горизонтальное и вертикальное распределение донных растительных сообществ и их сезонная динамика.

Количество видов водорослей, которые известны Новороссийской бухте, изменялось и с 1930 по 1968 год возросло на 72 вида. В 1972 году альгофлора бухты насчитывала около 162 видов, что составляет 55,5% от общего числа видов известного для всего Черного моря [3]. Согласно исследованиям альгофлоры Черного моря, проведенным в последнее время, известно более 300 видов водорослей макрофитов; из них 134 вида – красных, 84 вида – зеленых, 74 вида – бурых. Также установлено количество видов, известных для Новороссийской бухты и принадлежащих к разным типам (отделам), а именно: Phadophyta – 77 видов или 45,7%, Phaephyta – 45 видов или 27,8%, Chlorophyta – 40 видов или 27% от всей флоры, основным ядром которой являются багрянки (Калугина-Гутник, 1973 г.) [5]. А так же наиболее распространены виды *Ulva ixtetixalis*, *Ulva rigida*, *Dictyota fasciola*, *Ceramium ciliatum* и *Polysiphoxia opaca*. В зимний период более распространен вид *Scytosiphon lomextaria*, а в летний *Cladophora laetevirens*. Макрофитобентос Черного моря представлен 23 фитоценозами, которые из них 7 – однолетних, 11 – многолетних, 3 сезонно-зимних и 2 сезонно-летних. Выявлена следующая закономерность: чем холоднее море, тем больше процент бурых водорослей (Peres, 1966 г.). По мнению ученых (J. Feldman), отношение числа красных водорослей к числу бурых, указывает на принадлежность флоры к той или иной географической зоне. Для Черного моря это отношение составляет 1,8, а для Новороссийской бухты оно равно 1,7. Последнее свидетельствует, что флора водорослей бухты имеет более тепловодный характер, чем холодноводный [5].



**Рисунок – 2.** *Cystoseira barbata*, *Ulva linza* и другие водоросли

Что касается форм водорослей, то к числу ведущих форм относится 38 видов (23,5%), сопутствующих форм, которые менее распространены по бухте, но местами произрастают в значительном количестве, насчитывается 53 вида (это 32,7% от общего числа видов). Наиболее многочисленной является группа редких форм, которая включает 71 вид или 43,8% [5]. Наблюдая за сроками развития отдельных видов фитобентоса Новороссийской бухты, и сопоставляя их с изменением температуры воды и светового режима, Н. В. Морозова-Водяницкая [6] установила следующие биологические сезоны: зима – с декабря по январь (2 месяца); весна – с февраля по май (4 месяца); лето – с июня по сентябрь (4 месяца); осень – с октября по ноябрь (2 месяца).

Данные сезоны соответствуют годовому изменению солнечной радиации и продолжительности дня. По данным многолетних наблюдений Морозовой-Водяницкой и Калугиной-Гутник в различных участках моря, наименьшее количество разнообразия водорослей приходится на осенне-зимние месяцы, а наибольшее число приходится на весенне-летние месяцы. Так максимальное число видов в Новороссийской бухте отмечено в мае. Это можно объяснить тем, что весной наряду с началом массового развития однолетних и сезонно-летних форм, все еще встречаются отдельные растения сезонных зимних форм. В осенний период такого смешения не наблюдается, так как большинство однолетних и летних водорослей заканчивает вегетацию за 1-1,5 месяца до появления зимних форм.

В начале года раньше всего появляются зеленые водоросли (*Exteromorpha*, *Ulva*, *Cladophora*, *Codium*) [7].

В марте появляются багрянки на прибрежных твердых субстратах – *Ceramium rubrum* (Huds Ag), *Ceramium strictum* (Crev et Haru), *Ceramium diaphaxum* (Zightf Roth), *Callitambxioх corymbosum*, виды родов – *Kylixia*, *Acrochaetum*, *Erythrotriehia*, *Pollysiphoxia*.

Большинство бурых водорослей начинают развиваться в апреле и максимума достигают в июле. Все эти данные свидетельствуют о том, что в жизни водорослей Новороссийской бухты существует два периода, первый период можно назвать „водорослевой весной”, а второй „водорослевым летом”.

В конце 70-х годов В. В. Громым в Новороссийске были начаты работы по экологии и фитоценологии. Они являются продолжением исследований Черного моря, начатых А. А. Кулагиной. Работы В. В. Громова были направлены на изучение влияния нефтяного загрязнения на донные растительные сообщества района сброса частично очищенных балластных вод танкеров. Одновременно были проведены исследования по

изучению сезонной динамики наиболее распространенных водорослей и их сообществ. Работы охватывали Кавказское побережье от м. Утриш до г. Геленджик.

С 1990 года макрофитами Цемесской бухты и прибрежной зоны Черного моря стали заниматься многие исследовательские институты и лаборатории, которые пытались использовать водоросли как индикаторы загрязнения и рекреационной нагрузки. Выяснили влияние нефти и других загрязнителей на ранние стадии развития водорослей и адаптивные возможности в стрессовых условиях среды занимались О. В. Степанян, Д. Ф. Афанасьев, В. В. Громов. С 2000 года проблемами водорослей Новороссийской бухты занимаются студенты НГМУ им. Ф. Ф. Ушакова под руководством Н. С. Березенко.

В период с 2022 по 2024 год были найдены новые локальные популяции филофоры курчавой (*Ph. Crispa*), которая сокращается в численности [10]. Так же в северо-восточной части Черного моря ученые Южного научного центра РАН обнаружили новые виды планктонных водорослей [14].

Таким образом, все более углубленные исследования фитобентоса Черного моря на современном этапе привели от первых флористических разведок к результатам оценки количества первичной продукции, как основы биологической продуктивности моря.

### **1.3 Особенности строения и свойства водорослей макрофитов**

Водоросли относятся к низшим растениям и фотоавтотрофным организмам, тело которых представлено талломом (тело не разделено на отдельные органы такие как листья, стебель и корни) и погружено в воду. Они так же представляют собой сборную группу, которая включает организмы разные по происхождению, способны образовывать симбиотический организм - лишайник.

Талломы водорослей могут быть, многоклеточными, колониальными и одноклеточными. Колония состоит из нефиксированного количества числа клеток, рост которой идет за счет деления и роста образующих её клеток. Размер талломов водорослей бывает от микроскопических до макроскопических.

Морские водоросли макрофиты имеют большие размеры и представляют собой уникальный биологический ресурс, ценность которого проявляется содержанием основных макро- и микроэлементов (белки, аминокислоты, углеводы, минеральные вещества), составом отдельных групп соединений (например, жирных кислот у бурых водорослей), наличием редких для данной систематической группы компонентов (специфические полисахариды)) [9]. Наибольшим содержанием полисахаридов обладают красные и бурые водоросли. Они в качестве запасного вещества накапливают полимер глюкозы, который схож по строению с крахмалом, из-за чего он получил название багряного крахмала.

Основную массу полисахаридов Rhodophyta составляют сульфатированные полисахариды клеточных стенок, которые объединены общими названиями «агары» и «каррагинаны» [9]. Агары и карагинаны – наиболее изученные и широко применяемые в промышленности вещества, получаемые из Rhodophyta. Так как благодаря своим уникальным свойствам они находят широкое применение в пищевой, фармацевтической промышленности и биотехнологии.

Так же водоросли макрофиты содержат в себе белки, как и любой другой организм. Содержание белка в талломах морских макрофитов варьирует в пределах от 2 до 40% в зависимости от систематического положения водоросли, возраста таллома, условий произрастания, сезона. Морские водоросли макрофиты берут из моря все им необходимые для жизнедеятельности неорганические вещества и накапливают в своих талломах. Содержание азота в бурых водорослях варьирует от 4,4 до 20%.

Содержание кальция и магния в водорослях макрофитах не уступает их содержанию в высших растениях. Присутствие соединений йода в водорослях стимулирует рост. Сера находится в составе аминокислот и присутствует в клетке в виде свободных сульфат-анионов. В водорослях железо участвует в синтезе хлорофилла и в формировании фотосинтетического аппарата.

Быстрый рост талломов водорослей и набор массы в береговых сообществах часто приводит к обламыванию слоевища и выбрасыванию их на берег во время штормов. Такое накопление биомассы приводит к накоплению химических соединений на мелководье и этерификации водоемов. Выброшенные водоросли на берег дают массу неудобства отдыхающим и требуют вмешательства для их удаления.

#### **1.4 Применение водорослей человеком для выращивания растений**

Человек с издревле использует водоросли в различных целях. Нас заинтересовала возможность использования выброшенных водорослей, в роли удобрения, подкормки для растений, а не их высушивание и сжигание. Уже много веков люди используют морские водоросли в качестве удобрений. Известно, что в монастырском хозяйстве на Соловецких островах употреблялись для удобрения лугов и огородов (Бахмет И.Н., Тишков С.В. «Водоросли белого моря: перспективы использования»).

Из сети интернет мы узнали о научно-производственном объединении Биомедицинских инновационных технологий (НПО «БИТ») которое было основано в 2005 году в Тверской области. Компания уже 20 лет занимается производством профилактического, диетического, спортивного, детского питания и натуральной косметики из морских водорослей. Все виды продукции преимущественно производятся из морских

бурых водорослей ламинарии и фукуса. В сентябре 2025 года в Карелии начинает работу производственный комбинат НПО «БИТ». Для производства НПО «БИТ» добывает в Белом море 900 тон ламинарии и 500 тон фукуса в год. К концу 2025 года компания планирует запустить в регионе завод по производству продукции из водорослей мощностью до 10 тыс. тонн готовой продукции в год [13]. В магазине Лемана-про мы обнаружили удобрение изготовленное из водорослей Белого моря, а цена такому удобрению 250 рублей.



**Рисунок – 3. Удобрение из водорослей**

Так же химики Северного Арктического Федерального Университета (САФУ) имени М.В. Ломоносова в сотрудничестве с Архангельским водорослевым комбинатом разработали чистое экологическое удобрение из водорослей Белого моря. Проведенные ими на данный момент исследования показали, что продукт из беломорских водорослей стимулирует рост растений, увеличивает урожайность и проявляет выраженный антисептический эффект, что позволяет уменьшить использование пестицидов [14].

Мы решили проверить это и оценить возможность использования Черноморских водорослей у нас в районе Новороссийска, провести опыты и попробовать оценить качество удобрений из водорослей, а также время на перегнивание растений и затраты на производство самого простого удобрения и его фасовку.

## **2. Использование водорослей Черного моря для выращивания овощей**

### **2.1 Методика проведения исследования**

Для проведения исследования мы выбрали участок пляжа поселка Южная Озереевка и участок приусадебного хозяйства. Методику полевого исследования на пляже проводили по методичке исследования прибрежных и береговых территорий студентов экологических специальностей Южного Федерального университета и методике полевых исследований, составленной под редакцией А. В. Боголюбова. Во время исследования была определена территория заброса водорослей во время штормов, определены количество выбрасываемых

водорослей, места накопления и места сжигания. Проведена оценка количества водорослей в зоне заплеска и прибрежной линии моря.

В конце апреля, начале мая 2024 года мы на пляже Южной Озереевки провели сбор водорослей, которые были выброшены на берег после шторма. Подходя к воде, мы увидели большие скопления водорослей, которые устилали всю купальную зону протяженностью в 200м.



**Рисунок – 4. Пляж Южная Озереевка после шторма**

Море было волнующимся, температура воздуха была +25С°. Для сборки водорослей мы определили точку в начале купальной зоны (точка №1) и в конце (точка №2), отступили от воды 2-2,5 м, на каждой точке взяли участок 1м<sup>2</sup> и собрали с него водоросли, которые в него попали. С точки №1 мы собрали 4кг 480г, а с точки №2 3кг 150г. Из этого можно сделать вывод о том, что масса водорослей на пляже Южной Озереевки, на территории купальной зоны, составила 3000кг

В начале марта 2025 года мы провели повторный сбор выброшенных водорослей на пляже Южной Озереевки. Температура воздуха была +8 С°, на море был легкий штиль. Сбор водорослей производился на территории купальной зоны, на тех же точках, что мы определили в конце апреля, начале мая. Суммарно, с двух точек мы собрали 30кг 250г выброшенных водорослей на берег, что в 4 раза превышает массу собранных нами водорослей весной прошлого года. Из этого можно сделать вывод о том, что на пляже масса водорослей на пляже Южной Озереевки, на территории купальной зоны составила около 6000 кг.

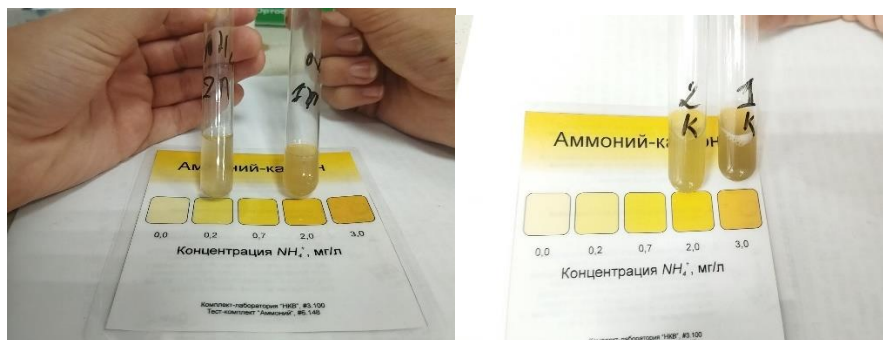
Также определялось количество водорослей и их видовой состав в разных местах, распределялось количество водорослей по видовому составу.



**Рисунок – 5. Часть гербаризированных водорослей**

Параллельно распределяли сопутствующие виды и организмы, которые попадали на берег вместе с водорослями. Все результаты заносились в полевой дневник для дальнейшего анализа.

На приусадебной территории было подобрано два одинаковых участка без склона, с одинаковым наклоном и характеристикой увлажнения и состоянием почвы, для достоверности исследования, размером 1×1 м. На данных участках был проведен анализ состояния почв и их химический состав по методике «Крисмас+» с помощью ранцевой лаборатории для анализа почвенных вытяжек (таблица №1).



**Рисунок -6. Проведение химического анализа на содержание ионов аммония в почве и картофеле**

Проведенные химические опыты показали, что почвы на участке характерны для типичных лесных подзолистых карбонатных почв, характерных для нашего района.



**Рисунок – 7. Экспериментальный (№1) и контрольный участки (№2)**

Для проведения опытов по выращиванию и роли водорослей как удобрения, мы взяли три участка – два экспериментальных и один контрольный, перекопали их, дали отстояться в течение 10 дней.

Затем с пляжа собрали выброшенные водоросли, одну группу свежих, после шторма, вторую, в которой они успели пролежать несколько дней на берегу. Свежие водоросли мы оставили целыми, а сухие измельчили. В первый экспериментальный участок мы добавили целые свежие водоросли, а во второй экспериментальный добавили сухие измельченные водоросли. Влажные целые водоросли перегнили за 42 дня, а сухие измельченные перегнили за 35 дней (таблица №2).



**Рисунок – 8. Участки с закопанными сухими и влажными водорослями**

После перегнивания водорослей, когда они были уже не заметны в почве, мы высадили семена выбранных нами растений. В первом этапе нашего исследования, для посадки мы отобрали по 400 семян щавеля и редиса, которые разделили на две группы, одну высадили на экспериментальный участок, а вторую на контрольный. Для проведения второго этапа нашего исследования, мы высадили клубни 8 клубней картофеля и, заранее пророщенных в одинаковых условиях, 4 куста томатов.

С момента посадок вели дневник наблюдений, в котором отмечали наблюдения и записывали все изменения происходящие с всходами и проростками, проводили измерения, и все также вносили в таблицы для анализа. На протяжении всего эксперимента, в течение 2 месяцев мы фиксировали и сравнивали показатели растений с разных участков: скорость роста, высоту растений, ширину листьев и корнеплода (таблица №3).

## **2.2 Опыт по выращиванию овощей на домашнем участке**

Первый этап эксперимента мы провели в начале мая 2024 года. Для эксперимента были взяты семена щавеля «Малахит» и редиса «Сакса». Семена щавеля и редиса высадили по 200 штук на 2 участка.



**Рисунок – 9. Семена шавеля и редиса**

В процессе выращивания редиса и шавеля мы отметили, что экспериментальные всходы развивались гораздо быстрее и дружнее, оказались более вкусными для слизней и улиток, чем контрольные всходы. Чтобы устранить проблему поедания растений на экспериментальном участке мы использовали инсектициды против слизней и улиток и накрыли сверху пленкой. Регенерация экспериментального редиса и шавеля заняла около 2 недель. После мы взяли по 10 растений с каждого участка и сравнили их. Растения из экспериментального участка, при одинаковом уходе оказались более крупными, по количеству листьев и их размеру превосходили растения контрольного участка, а корнеплод редиса оказался почти в два раза крупнее.



**Рисунок – 10 . Урожай редиса с контрольного и экспериментального участка**

**Вывод:** Данный эксперимент показал, что водоросли могут быть удобрением, их не стоит сжигать, а можно употреблять в качестве удобрения. При этом они более хорошо влияют на листовую массу, и вредители предпочли такие растения обычными.

Для проведения второго этапа мы вновь подготовили контрольный (без водорослей и каких-либо удобрений) и экспериментальный участок (с водорослями), куда после перегнивания водорослей на экспериментальном участке 29.03.2025 высадили уже слегка проросшие клубни картофеля. Спустя 18 дней (16.04.2025) появились первые всходы на экспериментальном участке (2 всхода) и спустя еще два дня на контрольном (1 всход).



**Рисунок – 11. Всходы контрольного и экспериментального картофеля**

Так как температура на улице была еще не стабильна и всходы томата могли погибнуть, мы выращивали рассаду томата дома в одинаковой почве и условиях (см.приложение 17). Рассаду томата на участки мы высадили 16.05.2025, по два куста на каждый участок. Показатели высоты, начало цветения и момент образования плодов мы отметили в таблице №3. При выращивании мы столкнулись с серьезной проблемой на стадии цветения картофеля – кто-то очень сильно любит лакомиться бутонами картофеля, из-за чего большое количество бутонов, которые должны были скоро расцвести, были кем-то съедены. Отмечено большое количество тли на томатах и картофеле, которая пьет сок растений. Так же была замечена охотница белокрылая типичная, которая очень любит томаты и личинка кузнечика, грызущая листья, от которой мы очень быстро избавились при первой обработке инсектицидами. Чтобы решить проблему мы провели повторную обработку инсектицидами против тли (до этого мы заранее обрабатывали картофель инсектицидами против слизней и улиток, от колорадского жука и в первый раз тоже обрабатывали от тли и личинки кузнечика).



**Рисунок – 12. Личинка кузнечика, тля и охотница белокрылая типичная**

Экспериментальный картофель мы выкопали через 105 дней с момента посадки, когда кусты уже почти засохли. В итоге мы получили 74 клубня картофеля, длиной 7-10см, весом 6,90 кг.С контрольного участка мы получили 60 клубней, длиной 3-6 см и весом 3,15 кг. Мы решили сравнить картофель не только по внешним показателям, но и по вкусу. На вкус экспериментальный картофель оказался ярче вкусом, клубень был более структурированным, упругим, но при этом легко разламывался, в то время как контрольный сразу рассыпался, вкус был не ярко выражен. Первый сбор томатов мы начали 15.07.25.

Экспериментальные томаты были внешне крупнее, на вкус – сладкие с небольшой кислинкой. Самый крупный помидор имел вес 311г. Уже с конца июля по август начинается самое засушливое время. Несмотря на это экспериментальные кусты томата еще продолжают давать плоды и даже цвести, не смотря на некоторый недостаток влаги, в отличии от контрольных кустов, которые перестали давать плоды еще в середине июля. В результате урожая в 2025 году мы получили: с экспериментального участка 3кг помидоров и 6,90кг картофеля, с контрольного всего 875г помидоров и 3,15кг картофеля.



**Рисунок – 13. Часть урожая с экспериментального участка**

**Вывод:** Удобрение, изготовленное из водорослей, оказывает большое положительное влияние на рост, развитие и вегетацию растений, а их плоды очень крупные, сочные и яркие по вкусу.

### **2.3. Сравнение использования водорослей в разных районах города**

В 2024 году после выращивания редиса и щавеля на своих участках, мы решили провести повторный опыт по выращиванию овощей не только на своем участке, но и в других районах города. Мы предложили своим одноклассникам и знакомым вырастить лук, редис и морковь с использованием водорослей на своих участках. В конце августа, мы подготовили 15 пакетов водорослей собранных с пляжей, измельчили их, упаковали по 5 кг и приложили инструкцию к их применению. Пакеты раздали одноклассникам и знакомым, с просьбой провести опыт на своих участках, результат измерить, сделать фотографии и дать нам результаты.

Для эксперимента были взяты семена редиса «Сакса», сеянка репчатого лука «Семейный» и семена моркови «Лакомка». Семян моркови и редиса взяли по 400 штук, головок лука взяли 20 штук. Высадили 10 головок лука и по 200 штук семян редиса и моркови каждого на 2 участка. При выращивании, мы заметили, что семена, луковичи и корнеплоды взошли и начали расти, развиваться гораздо быстрее и активнее на участке с водорослями.

После сбора урожая, мы провели измерение и взвешивание, после чего все полученные данные занесли в таблицу №3. По мимо измерений и взвешиваний, мы так же

попробовали полученный урожай на вкус. Крупный размер, яркий вкус корнеплодов и сочные мясистые чешуи лука – именно такой урожай мы получили с экспериментального участка. На фоне экспериментальных «плодов» вкус контрольных не был столь ярким и не таким насыщенным.

**Вывод:** Данный эксперимент подтвердил ещё раз, что водоросли могут быть отличным универсальным удобрением. Они оказали положительное влияние на развитие корнеплода и его структур.

## Заключение

Проведенное нами исследование подтвердило нашу гипотезу о том, что водоросли-макрофиты можно использовать для выращивания овощей на наших почвах и использовать как удобрение, а не сжигать их. Мы выполнили поставленную нами цель: сравнили возможность выращивания овощей на наших почвах с использованием водорослей и без. Как результат, при сравнении качества плодов, выращенных на почвах с добавлением и без добавления водорослей, мы увидели, что плод, выращенный на почве без водорослей, был суховатым, больше волокнистым по структуре, в отличие от плода, который был выращен на почве с перегнившими водорослями. Овощи, которые были выращены на почве с добавлением водорослей, опять же были более крупными, сочными, в отличие от овощей, которые были выращены на почве без какого-либо удобрения.

Чтобы убедиться в эффективности использования водорослей в качестве удобрения, мы делали химический анализ почвы без водорослей и почвы с перегнившими водорослями. Как показал результат, то в почве, с добавлением перегнивших водорослей, ионов Ca, Mg, P, S, Fe, Mn аммиачного и нитратного азота стало больше, чем в почве, которая была без водорослей. Так же во время проведения экспериментов мы сделали несколько выводов: Проведенный нами первый эксперимент показал, что водоросли могут быть удобрением и их не стоит сжигать, а использовать их в качестве удобрения. При этом водоросли более положительно влияют на листовую массу. Во время дождей стоит защитить растения от вредителей, таких как слизней и улиток, стоит заранее протравить участок инсектицидами против слизней и улиток или же закрыть всходы.

Второй же проведенный эксперимент подтвердил тот факт, что водоросли могут быть отличным универсальным удобрением. Они оказали положительное влияние на развитие корнеплода и ягоды и их структуры.

Во время проведения первого и второго эксперимента поедание растений на экспериментальном участке различными вредителями и полное безразличие к растениям на контрольном участке, так же подтвердило тот факт, что растения на опытном участке были более вкусными для них в отличие от растений, которые произрастали на контрольном участке.

## Список литературы

- [1] Лоция Черного моря. Москва издательство Наука 1994 . 340 с.
- [2] Водяницкий В. А. Описание природных особенностей Новороссийской бухты Труды Севастопольской биологической станции Севастополь 1936. т. 5.
- [3] Наблюдения синоптической станции. Отчет Новороссийской синоптической станции Бюллетень.. Новороссийск. Издательство «Новороссийский рабочий» 2003. 55 с.
- [4] Калугина – Гутник А.А. Изменения в составе флоры водорослей Новороссийской бухты и Суджукской лагуны за последние 40 лет и их анализ. Монография. Ростов. Ростовский университет. 1973. 190 с.
- [5] Ефимова О.В. Современное состояние гидрохимического режима акватории Новороссийского порта/ Ефимова О.В., Миронова О.П. Журнал Известия вузов. Северо-Кавказский регион 2000. №3.
- [6] Морозова – Водяницкая Н.В. Взаимоотношения водорослей в фитоценозах Черного моря в условиях антропогенной нагрузки. Монография. Ростов. Ростовский университет. 1973. 190 с.
- [7] Калугина-Гутник А. А. Наблюдения за водорослями Черного моря Новороссийск, труды Новороссийской биостанции 1978. 160 с.
- [8] Ботаника. Низшие растения. 157с.
- [9] Кушнарера А.В. Дипломная работа (магистерская диссертация) СПбГУ Санкт-Петербург 2018г. 45с.
- [10] Березенко Н.С., Литвинская С.А. Мониторинг трех видов альгофлоры черноморского побережья в пределах Краснодарского края
- [11] <https://www.botanichka.ru/article/kompost-i-udobreniya-iz-vodoroslej-chem-polezny-i-kak-ispolzovat/?ysclid=m4keewwgf920691607>
- [12] <https://rg.ru/2024/09/02/reg-ufo/vselency-iz-mirovogo-okeana.html>
- [13] <https://goarctic.ru/nauka/ispolzovanie-dostupnykh-resursov-v-safu-razrabotali-ekologicheski-chistye-udobreniya-na-osnove-vodor/>
- [14] <https://karelia.plus.rbc.ru/news/67e504797a8aa99bc98dd168>

## Приложения

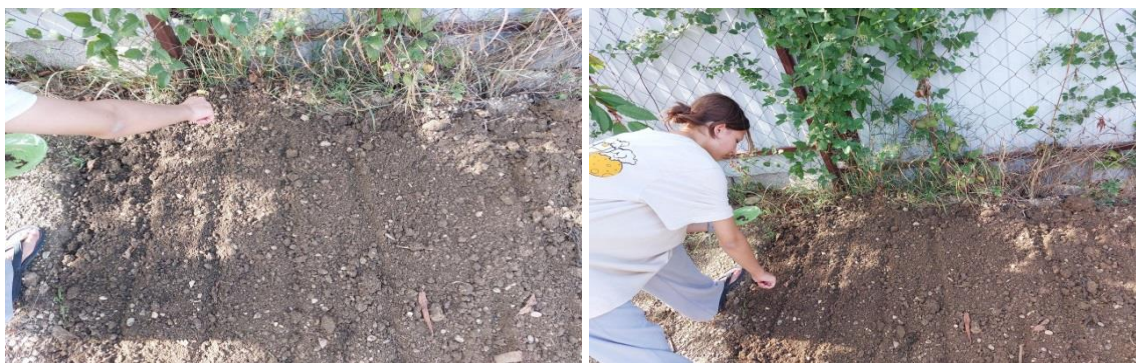
Таблица №1. Химический анализ почвы.

Ионы Содержание:мг/л	$\text{NH}_4^+$	$\text{PO}_4^{-3}$	$\text{NO}_3^-$	$\text{CO}_3^{-2}$	$\text{SO}_4^{-2}$	$\text{Mg}^{+2}$	Г
Пробы							
1 картофель	3	0,7	3	0,2	28	0,3	0,15
2 картофель	2	0,2	0,25	0,1	20	0,15	0,025
1 почва	2	0,2	1	0,25	13,5	1	0,3
2 почва	0,2	0,05	0,025	0,15	7,75	0,025	0,035

*1 – экспериментальный картофель и почва (добавление водорослей), 2 – контрольный картофель и почва (без водорослей)*



### 1. Взвешивание влажных и сухих водорослей



### 2. Посадка семян щавеля и редиса



### 3. Первые всходы редиса на контрольном и экспериментальном участке

**Таблица №2. Перегнивание водорослей**

Дата	Контрольный участок	Экспериментальный участок №1	Экспериментальный участок №2
20.04.2024	Рыхление почвы участка 1,5×1,5м. Глубина обработки 0,2м	Рыхление почвы участка 1,5×1,5м. Добавление в почву целых водорослей на глубину 0,2м в слой 2-3см	Рыхление почвы участка 1,5×1,5м. Добавление в почву кусочки водорослей на глубину 0,2м в слой 2-3см
25.04.2024	Почва почти не изменила своей структуры. Чтобы перекопать землю требуется дополнительная сила.	После прошедшего дождя почва сохранила влагу за счет водорослей. За счет водорослей и влаги в земле, её стало гораздо легче перекапывать в отличии от контрольного участка.	
30.04.2024	Почва стала более податливой к перекопке, но все еще требуются дополнительные усилия, чтобы перекопать или взрыхлить участок. Каких-либо животных в почве мы не обнаружили. Однако после дождей и солнечной теплой погоды, мы увидели большое количество ростков травы.	Почва легко дается перекопке, не смотря на наличие целых еще не перегнивших водорослей. Почва стала более «воздушной». Каких-либо животных в почве мы не обнаружили. После дождей и солнечной теплой погоды, ростков каких либо растений мы не обнаружили.	Почва легко дается перекопке, земля стала «мягкой», кусочки водорослей, на вид, начинают разлагаться, уменьшаться в размерах. На данном участке мы заметили дождевых червей (до 3-х штук). После дождей и солнечной теплой погоды, ростков каких либо растений мы обнаружили очень мало количество ростков травы.
05.05.2024	Почву стало гораздо легче перекапывать, взрыхлять за счет учащения дождей. Однако после каждого дождя и теплой погоды трава вырастает вновь в очень большом количестве. Никаких животных в земле обнаружено не было.	Маленькие целые талломы водорослей перегнили, остались не перегнившими только крупные талломы водорослей. Почва легко поддается перекопке, рыхлению. В почве были обнаружены дождевые черви в количестве 2-3штук.	Большая часть водорослей перегнила. На данном участке количество травы довольно маленькое по сравнению с контрольным участком. На данном участке мы обнаружили 3-4 дождевых червей в почве.
06.06.2024 – 16.06.2024	Почву перекапывать стало легче за счет частых крупных дождей. После прополки, трава вновь вырастает с очень большой скоростью. Почва плотная, глинистая.	На момент 07.06.2024. Почва рыхлая, «пористая» при перекопке были обнаружены дождевые черви в количестве 3-4 штук. Так же при перекопке мы не обнаружили талломов водорослей, что говорит о их полном перегнивании в почве.	На момент 27.05.2024 почва стала «мягкой» и «воздушной». перекапывать ее стало совсем легко. При перекапывании, мы обнаружили 4-5 дождевых червей. Так же мы не обнаружили талломов водорослей, что говорит о их перегнивании в почве.



**4. Первые всходы щавеля на контрольном и экспериментальном участке**



**5. Визуальная разница всходов щавеля на контрольном и экспериментальном участке**



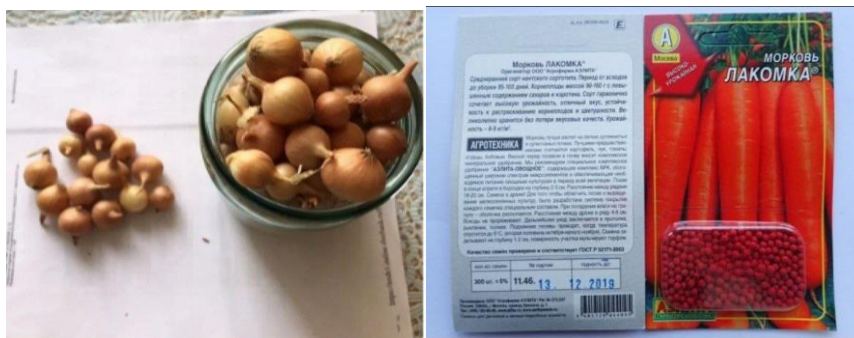
**6. Поеденные листья щавеля и редиса после дождя**



**7. Замер листа редиса с контрольного и экспериментального участка 30см линейкой**



8. Щавель с экспериментального и контрольного участка



15. Сеянка лука «Семейный» и семена моркови «Лакомка»



16. Выращенные морковь и лук на экспериментальном участке одноклассниками



17. Измерение кустов на экспериментальном и контрольном участка

**Таблица №3. Общая таблица по выращиванию растений с водорослями и без**

Растение	Участок:	Экспериментальный			Контрольный		
		Количество (штук)	Масса (г)	Высота (см)	Количество (штук)	Масса (г)	Высота (см)
Картофель	Дата посадки 29.03.2025	15	-	9	15	-	10
	Первые всходы 16.05.2025	6	-	1-3	4	-	1-2
	Первые бутоны 19.05.2025	11-13	-	37,5	3	-	30
	Плоды 07.06.2025	Были повреждены	-	45,5	Были повреждены	-	39,25
	Прекращение вегетации 05.07.2025	33 (побега)	-	63,5	20 (побегов)	-	54,6
	Сбор клубней 11.07.2025	450	41 025	6-10	400	39 800	3-6
	Томат		Количество	Масса	Высота	Количество	Масса
Дата посадки 16.05.2025		10	-	36,5	10	-	34,5
Первые бутоны 19.05.2025		18	-	36,5	3	-	30
Плоды 07.06.2025		15	-	61,5	8	-	54
Прекращение вегетации 25.07.2025		-	-	79	-	-	61
Сбор 15.07.2025-		260	32 450	83	200	23 678	75
Редис			Количество	Масса	Высота	Количество	Масса
	Дата посадки 10.05.2024	200	-	-	200	-	-
	Первые всходы 20.05.2024	156	-	1-3	118	-	1-2
	Прекращение вегетации 20.06.2024	169	-	45	138	-	30
	Сбор 25.06.2024	171	8 550	4-5	146	7 300	1-3
Щавель		Количество	Масса	Высота	Количество	Масса	Высота
	Дата посадки 10.05.2024	200	-	-	200	-	-
	Первые всходы 20.05.2024	158	-	1-3	123	-	1
	Прекращение вегетации 20.06.2024	172	-	12	135	-	9
Сбор 25.06.2024	183	2 210	16	154	1 734	11	