

Российский национальный конкурс водных проектов старшеклассников.

Технология использования фукуса для утилизации углекислого газа.

*Автор: Татарчук Татьяна Станиславовна,
10 класс, Междуреченская СОШ
Кольского района
Мурманской области*

*Руководитель: Тебиева Елена Александровна,
учитель химии и биологии
Междуреченской средней
общеобразовательной школы.*

Мурманская область, 2009

Научная аннотация.

Проблема исследований:

Ученые из исследовательского центра города Йюлих и Университета Бремена разработали технологию утилизации "главного" парникового газа - диоксида углерода с помощью зеленых микроводорослей. Водоросли растут в 6-10 раз быстрее, чем большинство наземных растений, поэтому объем поглощаемого ими углекислого газа намного больше. На территории Мурманской области находится ТЭЦ. Её каждодневная деятельность необходима жителям Мурманской области, ведь в нашем индустриальном обществе все зависит от энергии. Но получается, что ради комфорта мы должны жертвовать собственным здоровьем, ведь деятельность ТЭЦ наносит непоправимый ущерб окружающей среде. Не смотря на быстрое развитие альтернативных источников энергии, на сегодняшний день и на ближайшие 50-80 лет, по подсчётам учёных, ТЭЦ остаётся одним из основных источников энергии. Я задумалась: а можно ли разработать новую технологию очистки газов, используя фукус и морскую воду, и реализовать её на Мурманской ТЭЦ? На решение этого вопроса и направлен мой проект «Технология использования фукуса для утилизации углекислого газа».

Цель проекта:

разработать новую технологию очистки газов на Мурманской ТЭЦ с использованием морской водоросли – фукуса.

Методы исследования:

1. Сравнительно – аналитический;
2. Экспериментальный.

Выводы:

1. Используя представленную в этом проекте технологию утилизации CO₂ на производстве, Мурманская ТЭЦ сможет существенно сократить выбросы CO₂ в атмосферу, что благоприятно скажется на экологию окружающей среды;
2. Значительно сократятся расходы на топливо и на выплату налога за выбросы CO₂, так как расходов потребует только строительство искусственного водоёма; водоросли и морскую воду предоставляет нам природа;
3. Технология производства позволит приблизиться к безотходному производству.

Введение

Идеи, положившие начало этому проекту, зародились весьма необычным образом. Работая над рефератом на тему парникового эффекта и водных загрязнений, я искала материал в Интернете и случайно прочитала заметку, которая начиналась следующими словами: **«Немецкие энергетики использовали водоросли для утилизации углекислого газа...»**. Эта заметка меня очень заинтересовала, так как я ни разу не слышала о подобном методе утилизации CO₂ в промышленных масштабах. Раскрыв статью полностью, я прочитала следующее:

«Ученые из исследовательского центра города Йюлих и Университета Бремена разработали технологию утилизации "главного" парникового газа - диоксида углерода с помощью зеленых микроводорослей. Водоросли растут в 6-10 раз быстрее, чем большинство наземных растений, поэтому объем поглощаемого ими углекислого газа намного больше.

В ноябре на крупнейшей в Германии угольной электростанции Нидераузем (Niederaussem) введена в действие пилотная установка по утилизации углекислого газа водорослями. Установка занимает площадь 600 м²». [9]

Прочитав эту статью, я сразу же подумала про Мурманскую ТЭЦ. А можно ли использовать водные ресурсы, то есть водоросли и морскую воду, для утилизации CO₂ на Мурманской ТЭЦ, в нашем неблагоприятном климате? Если можно, то какие? Как это реализовать? И принесёт ли это пользу с экономической точки зрения? Как видите, у меня возникло множество вопросов, на которые я решила попытаться найти ответы в проекте: «Технология использования фукуса для утилизации углекислого газа».

Цель проекта: разработать новую технологию очистки газов на Мурманской ТЭЦ с использованием морской водоросли – фукуса.

Задачи проекта:

- изучить состояние проблемы утилизации углекислого газа на тепловых станциях;
- подобрать методику исследования поглощения фукусом CO₂ и нефтепродуктов;
- проанализировать основные производственные показатели, связанные с выбросами веществ, на Мурманской ТЭЦ;
- рассчитать размеры всех необходимых дополнительных построений;
- подсчитать выгодно ли такое производство с экономической точки зрения с учётом всех затрат;
- познакомить с данным проектом представителей Мурманской ТЭЦ и предложить новую технологию утилизации CO₂

Гипотеза: использование фукуса для утилизации CO₂ и его сжигание или сбраживание для получения тепла позволит приблизиться к безотходному производству, и сделает его более экологичным и экономичным.

Актуальность: биотопливо на сегодняшний день является очень актуальным, так как заменяет исчерпаемые топливные ресурсы. Фукус на 50% состоит из масел, что делает его замечательным биотопливом.

Практическое значение: использование предложенной в этом проекте технологии утилизации CO₂ на Мурманской ТЭЦ позволит сократить вредные выбросы в окружающую среду и уменьшит затраты предприятия на топливные материалы и на выплату налога за выбросы CO₂

Методы исследования:

4. Сравнительно – аналитический;
5. Экспериментальный.

Литературный обзор.

Природный запас CO₂ в атмосфере составляет величину порядка 50 000 млрд тонн. Эта величина колеблется и зависит, в частности, от вулканической активности. Однако антропогенные выбросы углекислого газа превышают естественные и составляют в настоящее время большую долю его общего количества. Увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере, сопровождающееся ростом количества аэрозоля (мелких частиц пыли, сажи, растворов некоторых химических соединений), может привести к заметным изменениям климата и соответственно к нарушению складывавшихся в течение миллионов лет равновесных связей в биосфере.

Итогом нарушения прозрачности атмосферы, а следовательно, и теплового баланса может явиться возникновение “парникового эффекта”, то есть увеличения средней температуры атмосферы на несколько градусов. Это способно вызвать таяние ледников полярных областей, повышение уровня Мирового океана, изменение его солености, температуры, глобальные нарушения климата, затопление прибрежных низменностей и многие другие неблагоприятные последствия. По данным ученых, за 80-е гг. средняя температура воздуха в северном полушарии повысилась по сравнению с концом XIX в. на 0,5-0,6 °С. Ученые связывают такое повышение температуры в первую очередь с увеличением содержания углекислого газа (диоксида углерода) в атмосфере. Очевидно, определенную роль в создании так называемого “парникового эффекта” играет и тепло, выделяющееся от ТЭЦ и АЭС. [8]

На территории Мурманской области находится ТЭЦ. Её каждодневная деятельность необходима жителям Мурманской области.

Решить проблему утилизации CO₂ было бы можно, установив равновесие в цикле круговорота углерода. Углерод входит в состав разнообразных органических веществ, из которых состоит всё живое. В процессе фотосинтеза зелёные растения (биомасса) используют диоксид углерода и водород воды для синтеза органических соединений, а освободившийся кислород поступает в атмосферу. Им дышат различные животные и растения, а конечный продукт дыхания – CO₂ – выделяется в атмосферу.[7]

(Приложение №6)

Растительная биомасса является первичным источником энергии на Земле. Специальное выращивание биомассы в виде микроскопических водорослей с последующим ее перебраживанием в спирт или метан позволяет создать искусственный аналог процесса образования органических топлив, превосходящий по скорости естественные процессы во многие миллионы раз. Соотношение между величиной первичной биологической продукции и веществом, захороненным и сохранившимся в морских осадках, составляет 1000:1. Создание специальных условий может во много раз ускорить образование топлива. [4]

Японцы готовы запустить в работу первые промышленные электростанции, питаемые морскими водорослями. Это итог многолетнего совместного проекта компании Tokyo Gas и японской организации по развитию энергетических и промышленных технологий (New Energy and Industrial Technology Development Organization – NEDO). Японцы расходуют немало сил и средств на очистку побережья от зеленых гор, разлагающихся водорослей, выбрасываемых на берег, и вот теперь решили: хорошо было бы, чтобы добро это зря не пропадало.

Tokyo Gas и NEDO создали систему брожения биомассы морских водорослей с применением микроорганизмов, в результате которого выделяется метан. Топливо направляется в газовый двигатель, вращающий электрический генератор. Такая установка переваривает тонну водорослей в день, создавая 20 тысяч литров метана.

Пока это электричество используется в офисах Tokyo Gas, однако, уже в следующем году эта компания намерена расширить эксперимент и начать понемногу промышленную выработку такой энергии на продажу.[9]

Американская компания GreenFuel Technology занимается разработкой способов переработки углекислого газа в биотопливо. Опытная установка установлена на тепловой электростанции в Аризоне (всего сейчас в США около 7 действующих установок), которая для производства сжигает уголь. Дым от сжигания проходит через огромные колбы с водорослями, отчего водоросли мощно размножаются, поглощая углекислый газ. [11]

Методика исследования

Проект «Технология использования фукуса для утилизации углекислого газа» направлен на решение проблем, связанных с загрязнением окружающей среды CO_2 , и как следствие, созданием условий для возникновения парникового эффекта. Мы разработали новую технологию утилизации CO_2 , которая кратко представлена ниже.

Для утилизации CO_2 мы предлагаем построить бассейн, заполнить его морской водой с фукусом и пропускать образовавшийся на производстве газ в этот искусственный водоём. Фукус, поглощая CO_2 , необходимый ему для фотосинтеза, будет увеличивать собственную массу. Спустя некоторое время необходимо собрать фукус, высушить его, и далее использовать в качестве топливного материала, сжигая; или, сбраживая их при помощи микроорганизмов, получать метан. **(Приложение №1)**

Мы предлагаем использовать фукус по следующим причинам **(приложение №2)**:

1. нами был проведён модельный опыт, где мы использовали роголистник, но пресноводное растение оказалось непригодным для проведения эксперимента; оно просто погибло **(приложение №3)**;
2. фукус произрастает в обычных условиях севера, способен переносить низкие температуры, не нуждаясь в особом уходе;
3. фукус обладает способностью поглощать нефтепродукты, что мы сумели доказать опытом №3;
4. фукус на 50% состоит из масел, что делает его прекрасным топливным материалом;
5. фукус произрастает в легкодоступных прибрежных полосах Белого, Баренцева и Балтийского морей, образуя обширные заросли;
6. фукус относится к быстрорастущим водорослям.

Мы провели два модельных опыта в условиях лаборатории для подтверждения необходимых нам свойств фукуса. Задача первого и второго опытов: проследить влияние CO_2 на увеличение массы водорослей, задача третьего – подтвердить свойство фукуса поглощать нефтепродукты.

Фотография №1



Опыт №1. Поглощение фукусом CO_2

Цель: установить, как влияет увеличение объёма CO_2 в среде обитания фукуса на его жизнедеятельность.

Объект исследования: Фукус Пузырчатый

Методика проведения опыта.

В две колбы мы поместили по 7 грамм фукуса, залили его равным количеством морской воды, по 250 мл и поставили в равные условия освещения. В одну из колб мы пропускали CO₂, источником которого было взаимодействие известняка с соляной кислотой. Уравнение химической реакции:



В пробирку мы поместили камешек известняка, предварительно измерив массу, залили его концентрированной соляной кислотой и закрыли пробирку. Через резиновый шланг выделяющийся CO₂ поступал в одну из колб с водорослями, пока известняк полностью не растворился.

Фотография №2.

Затем мы меняли пробирку и повторяли вышенаписанный алгоритм. Таким образом, мы обеспечили одну из колб с водорослями постоянным поступлением в неё CO₂

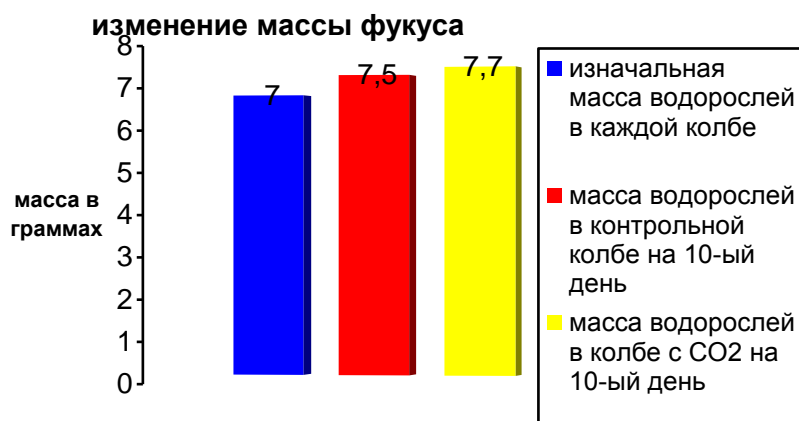


Используя уравнение химической реакции и массу всего растворенного известняка, был вычислен объём CO₂, пропущенного в одну из колб, он составил 5,6 л

Продолжительность опыта составила 10 дней. На 6-ой день мы заметили выделение O₂ на стенках колб, а O₂ это побочный продукт фотосинтеза. Но в колбе, в которую пропускался CO₂, количество пузырьков было в 3-4 раза больше (это видно на фотографии №4). Это значит, что процесс фотосинтеза в этой колбе был активнее. Для подтверждения того, что выделяемый фукусами газ - O₂, мы накрыли колбу стаканом и через некоторое время опустили в стакан тлеющую лучинку, которая резко вспыхнула и разгорелась.

Результаты: на 10-ый день, мы взвесили водоросли в обеих колбах. В контрольной колбе водоросли в среднем прибавили 0,5 грамма, то есть масса увеличилась на 7,1%; а в колбе, куда пропускался CO₂, водоросли прибавили 0,7 грамма, то есть масса увеличилась на 10%. Следовательно, CO₂ увеличивает активность процесса фотосинтеза. Результаты представлены в диаграмме №1.

Диаграмма №1



Примечания:

1. для подтверждения достоверности полученных результатов и исключения всякой случайности этот опыт был проведён трижды.

Вышепредставленные результаты являются средним арифметическим всех полученных результатов, которые можно рассмотреть в **приложении №4** в виде таблицы.

2. в результате химической реакции $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ должна образовываться H_2CO_3 угольная кислота. Измерив кислотно-щелочной баланс в обеих колбах, мы увидели, что РН в колбе без углекислого газа = 7 (среда нейтральная), а в колбе, куда пропускался углекислый газ РН = 6,9. Столь незначительная разница в кислотно-щелочном балансе не оказывает особого влияния на жизнедеятельность водорослей. А это значит, что фукус поглощает практически весь CO_2

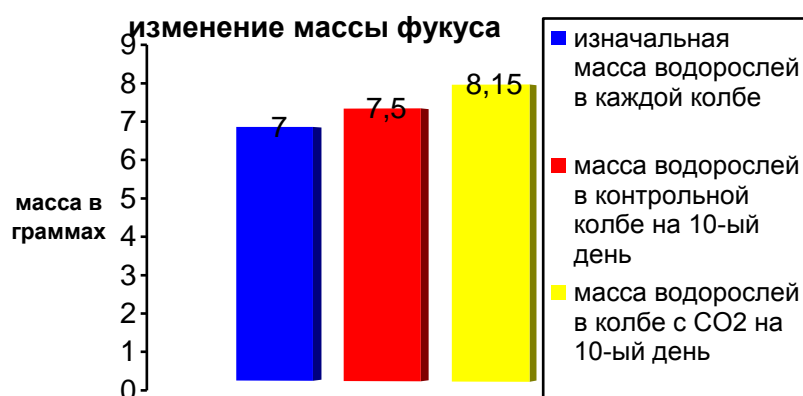
Опыт №2. Увеличение интенсивности подачи CO_2 в колбу

Цель: выяснить, как в колбе будет проходить процесс фотосинтеза, если увеличить объём пропускаемого CO_2 в 3 раза.

Объект исследования: Фукус Пузырчатый

Методика второго опыта аналогична методике первого, но интенсивность подачи CO_2 составляет 1,68 литров в день. Второй опыт так же как и первый длился 10 дней и был проведён три раза, чтобы получить достоверные данные, которые можно рассмотреть в **приложении №5**. На основе средних значений этих данных, построена диаграмма №2

Диаграмма №2



Результаты: в контрольной колбе водоросли в среднем прибавили 0,5 грамма (как и в первом опыте) то есть масса увеличилась на 7,1%; а в колбе, куда пропускался CO_2 , водоросли прибавили 1,15 грамма, то есть масса

увеличилась на 16%, что на 6% больше, чем в первом опыте. Следовательно, увеличение интенсивности подачи CO_2 ещё больше активизирует процесс фотосинтеза. Измерив кислотно-щелочной баланс в обеих колбах, мы увидели, что РН в колбах сохраняется нейтральным. Создать большую интенсивность насыщения водорослей углекислым газом в лабораторных условиях мы не смогли, но сохранение нейтральной среды в воде при увеличении объёма пропускаемого CO_2 позволяет сказать, что фукус поглощает весь CO_2 и, возможно, способен поглощать больше, но подтвердить или

опровергнуть это возможно, лишь начав использовать его в производственных масштабах.

Опыт №3. Поглощение фукусом нефтепродуктов

Цель: подтвердить одно из важнейших свойств фукуса - поглощение нефтепродуктов

Объект исследования: Фукус Пузырчатый

Методика проведения опыта

В стакан с морской водой мы добавили столовую ложку нефти. На поверхности воды образовалась тонкая нефтяная плёнка, после чего мы поместили в стакан фукус. На третьи сутки мы достали фукус, отщипнули от него небольшой кусочек таллома и тщательно промыли. Изучив его под микроскопом, мы обнаружили некоторые чёрные вкрапления. Для сравнения мы так же рассмотрели под микроскопом «чистый фукус», где вкраплений не оказалось. Ниже представлены фотографии, сделанные под увеличением микроскопа.

Фукус с нефтяными вкраплениями

«Чистый фукус» под микроскопом



Фотография №3

Фотография №4

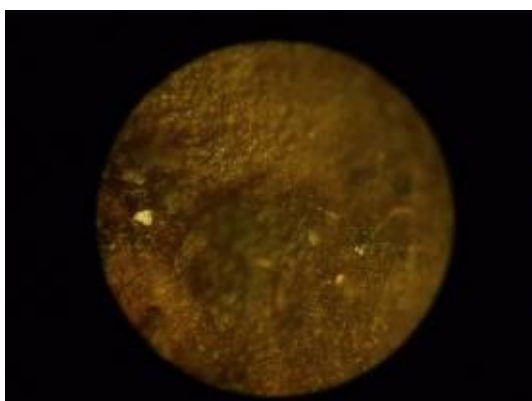
Через неделю мы снова рассмотрели фукус под микроскопом, результаты представлены в виде фотографий ниже.

Фукус, находившийся неделю в нефти

«Чистый фукус» через неделю

Фотография №5

Фотография №6



На следующих фотографиях представлено два стакана с водой с равным количеством нефти, один из них с фукусом. Фотографии сделаны через две недели после заложения опыта.

Стакан с водой и нефтью

Фотография №7



Стакан с водой, нефтью и фукусом

Фотография №8



Результат: нефтяная плёнка на поверхности воды в контрольной колбе осталась, а в стакане с фукусом она исчезла, превратившись в лёгкую эмульсию, уменьшающуюся с каждым днём. Вероятно, это связано со способностью фукуса поглощать нефтепродукты. А это улучшает его свойства, как топливного материала.

Обсуждение результатов.

Диаграмма №3



В контрольной колбе, куда CO₂ не пропускался, масса фукуса увеличилась на 7,1%. В колбе, куда пропускалось 0,56 литров CO₂ в день – на 10%. В колбе, где интенсивность подачи CO₂ составляла 1,68 литров в день фукус прибавил 16% от первоначальной массы.

Результат: увеличение интенсивности подачи CO₂ активизирует процесс фотосинтеза в проведённом эксперименте в 2,3 раза.

Практическая часть. Расчёты.

Для сооружения искусственного водоёма необходимо рассчитать его размеры. В основе несложных расчётов лежит опыт №1. На 250 грамм морской воды мы взяли 7 грамм водорослей. Значит, на 1 литр необходимо 28 грамм фукуса. А на 1000 м³ - 2,8 тонн, но для опыта мы взяли произвольное количество водорослей, для того чтобы

точнее увидеть разницу в массе. В производственных масштабах на водоём в 1000 м^3 вполне будет достаточно 1 тонны фукуса. Так как мы не смогли в лабораторных условиях установить предельного соотношения объёма углекислого газа к массе водорослей, то полагаем, что масса водорослей на 1000 м^3 может быть меньше. Для водоёма объёмом 1000 м^3 , мы предлагаем следующие размеры: длина около 20 метров, ширина – 10 метров, высота – 5 метров.

Построив искусственный водоём объёмом 1000 м^3 , необходимо заполнить его морской водой и фукусом. Далее в течение месяца или двух (в зависимости от того, с какой скоростью будут расти водоросли) пропускать туда CO_2 , образовавшийся в результате сжигания топлива. Когда фукус наберёт предельную массу, собрать его. Далее фукус можно использовать двумя способами:

1. высушить и сжигать, как топливный материал;
2. сбраживать при помощи микроорганизмов, получая метан.

Экономическая и экологическая характеристика данного технологического процесса

На сегодняшний день выбросы отходов производства в окружающую среду на Мурманской ТЭЦ характеризуются большими цифрами. Только в 2005 году в атмосферу было выброшено 16375 тонн загрязняющих веществ, что на 1000 тонн больше, чем в 2004 году (**приложение №7**). Объём сточных вод в 2005 году составил 66 тонн, что на 11 тонн больше, чем в 2004 году (**приложение №8**). Масса отходов за 2004 год составила 1263 тонн, а в 2005 году 1216 тонн (**приложение №9**). В связи с этими данными Мурманская ТЭЦ вынуждена выделять большие средства на охрану окружающей среды. За 2005 год на налоги по охране окружающей среды было выделено 2168,2 тысяч рублей (**приложение №10**). 49% всей суммы составляет налог по охране и рациональному использованию водных ресурсов, 25% - по охране атмосферного воздуха и 26% - по охране от отходов производства (**приложение №11**)

Если средства, затраченные на налоги по охране окружающей среды, будут потрачены на строительство бассейна, то предприятие решит экологическую и экономическую проблемы.

Выводы:

1. Используя вышеописанную технологию утилизации CO_2 на производстве, Мурманская ТЭЦ сможет существенно сократить выбросы CO_2 в атмосферу, что благоприятно скажется на экологию окружающей среды;

2. Значительно сократятся расходы на топливо и на выплату налога за выбросы CO_2 , так как расходов потребует только строительство искусственного водоёма; водоросли и морскую воду предоставляет нам природа;
3. Технология производства позволит приблизиться к безотходному производству.

Дальнейшие перспективы работы:

Провести экспериментальные исследования по возможности очистки сточных вод с использованием фукуса, исходя из результатов третьего опыта.

Библиография:

1. Агесс П. «Ключи к экологии» С.-П.: Гидрометеиздат, 1982
2. Американское химическое общество «Химия и общество» Перевод с английского – М.: Мир, 1995.
3. Боголюбов С.А. «Экология» М.: Знание, 1997.
4. Информационный листок Пермского ЦНТИ № 35-96.
5. Костенко О.К. «Экология» М.: Аквариум, 1997.
6. Новиков Ю.В. «Экология, окружающая среда и человек» М.: Гранд, 1998
7. Н. А. Рустамов, С.И. Зайцев, Н.И. Чернова «Энергия» 2005, № 6. С. 20-28.
8. Л.С. Юдасин «Энергетика: проблемы и надежды»
9. <http://bioecolog.ru>
10. <http://paskalex.ru>
11. <http://ByGreenBizon.ru>

Приложение №1. Схема утилизации CO_2 на Мурманской ТЭЦ.



Приложение №2.



Фотография №9

ФУКУС ПУЗЫРЧАТЫЙ - *Fucus vesiculósus* L. (латиниз. греч. phycos - водоросль; лат. vesiculosus, a, um - пузырчатый от vesicula - пузырь). Водоросль из семейства фукусовых - Fucaceae (отдел Бурые водоросли - Phaeophyta) Фукус - многолетняя водоросль со слоевищем высотой 100-

150 см, имеющим вид куста. Свежее слоевище оливково-зеленое или желтовато-коричневое, в сухом виде - кожистое, черно-коричневое. Верхние части ветвей фукуса пластинчатые, линейные, с выпуклой, хорошо заметной срединной продольной жилкой. По обеим сторонам жилки расположены парные воздушные пузыри.

Встречается повсеместно в Атлантическом океане, в восточных и западных районах Средиземного моря. В России в Белом, Баренцевом и Балтийском морях. Произрастает в прибрежной полосе моря, преимущественно в зоне прилива-отлива, на каменистых и скалистых грунтах, обычно образует обширные заросли.

Фукус применяется в медицине, как источник йода. Немаловажным свойством этой водоросли является его способность поглощать нефтепродукты. Кроме того, фукус сам содержит масла, из-за чего является прекрасным топливным материалом. И как всякая фотосинтезирующая водоросль, поглощает CO₂

Фотография №10

Приложение №3.



Роголистник темно-зеленый (*Ceratophyllum demersum*)

Семейство роголистниковые - Ceratophyllaceae. Роголистник широко распространенное в природе растение. Растет в стоячих и медленно текущих водоемах. Предпочитает открытые свету прибрежные участки. Образует густые заросли.

Роголистник имеет длинный, довольно тонкий стебель, усеянный хрупкими рассеченными листьями от ярко-зеленого до красного цвета. Это бескорневое растение, но может выращиваться в грунте. В природе часто закрепляется на дне при помощи нижних листьев

Требования к условиям содержания растения роголистник темно-зеленый: температура воды около 24-26 градусов, уровень временной жесткости 5-15, показатель кислотности (pH) 6,2-7,5. Интенсивность освещения 0,3-0,4 Вт/л

Приложение №4.

Таблица №1.

Результаты опыта №1 (в граммах)

	1-ый повтор		2-ой повтор		3-ий повтор	
	В контрольной колбе	В колбе с CO ₂	В контрольной колбе	В колбе с CO ₂	В контрольной колбе	В колбе с CO ₂
Изначальная масса водорослей	7	7	7	7	7	7
Масса водорослей на 10-ый день	7,5	7,6	7,55	7,8	7,5	7,75

Приложение №5. Таблица №2.

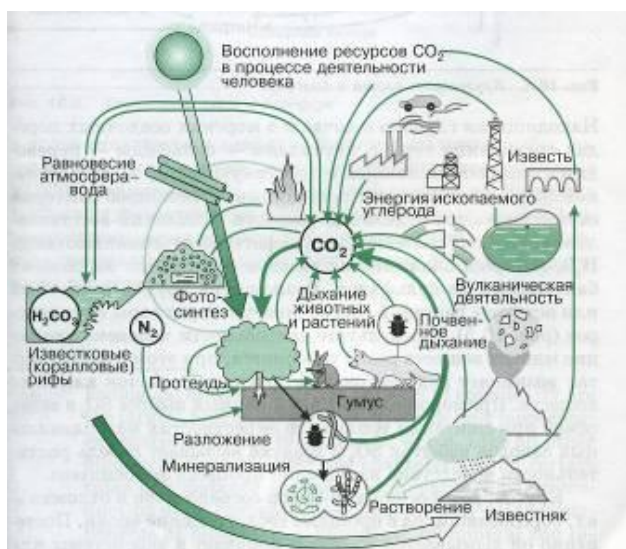
Результаты опыта №2 (в граммах)

	1-ый повтор		2-ой повтор		3-ий повтор	
	В контрольной колбе	В колбе с CO ₂	В контрольной колбе	В колбе с CO ₂	В контрольной колбе	В колбе с CO ₂
Изначальная масса водорослей	7	7	7	7	7	7
Масса водорослей на 10-ый день	7,45	8,1	7,5	8,15	7,53	8,2

Приложение №6.

Рисунок №1

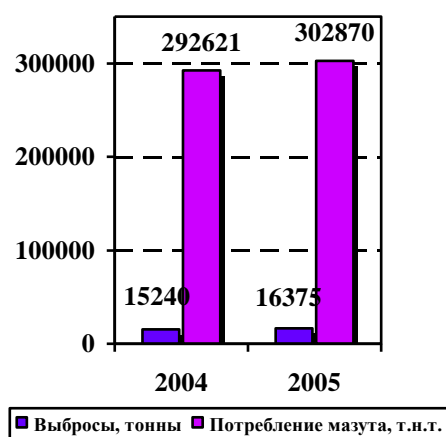
Круговорот углерода в биосфере.



Приложение №7.

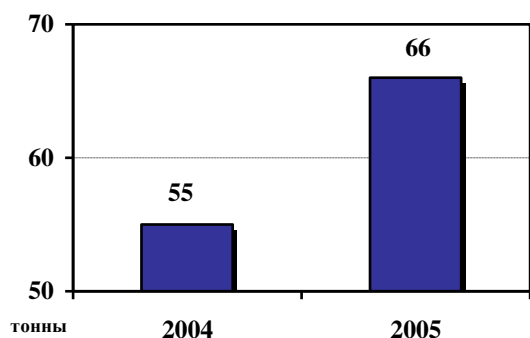
Диаграмма №4

Динамика выбросов загрязняющих веществ атмосферу



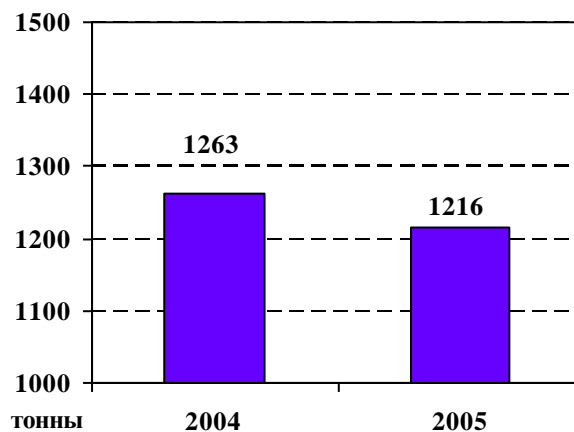
Приложение №8. Диаграмма №5.

Динамика объёмов сточных вод



Приложение №9. Диаграмма №6.

Динамика образования отходов



Приложение №10. Таблица №3

Налоги по охране окружающей среды

	2004 год, тыс. руб.	2005 год, тыс. руб.
Всего текущих затрат	2159,8	2165,2
По охране атмосферного воздуха	14,7	515,0
По охране и рациональному использованию водных ресурсов	1178,0	1071,4
По охране от отходов производства	967,1	578,8

Приложение №11. Диаграмма №7

Налоги по охране окружающей среды

