Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Казанский национальный исследовательский технологический университет»

«Наука без границ - 2022»

Номинация «**Просто о сложном**»

Выполнила: Гарипова Камила Рамилевна
ученица 10б класса
МБОУ «СОШ№ 10» г. Нижнекамска
Руководитель: учитель химии
высшей категории
Якимкина Нина Александровна

Казань, 2022

Введение

Водоросли – это низшие растения, то есть они не имеют дифференцированных органов и тканей, прикрепляются к субстрату с помощью ризоидов, у большинства представителей органы размножения одноклеточные. Существует огромное разнообразие водорослей: одноклеточные, колониальные, многоклеточные формы, подвижные и нет. Хлорофилл у водорослей находится в хромотофоре, упрощенном аналоге хлоропласта. Среди водорослей есть представители размером 50 мкм и меньше. Их называют микроводорослями. Помимо микроводорослей существуют и макроводоросли. Примером макроводорослей может служить ламинария (Рисунок 1), которая может вырасти до 30 метров. Микроводоросли же измеряются в макрометрах и растут во взвешенном состоянии в воде (Рисунок 2).

Рисунок 1

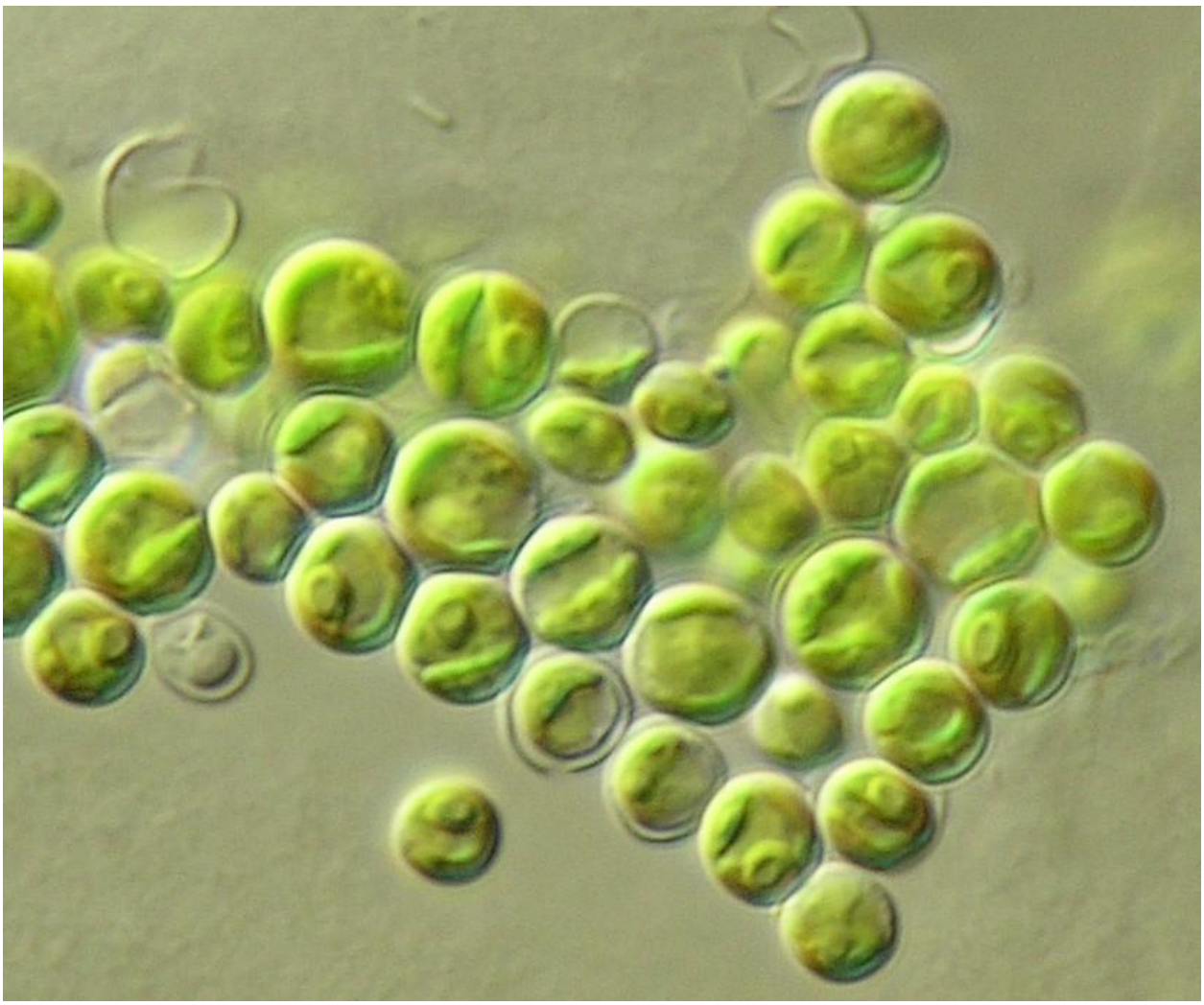

Рисунок 2

Эти водоросли вызывают большой интерес в области альтернативной энергетики. Основной причиной, по которой биотопливо оказалось в центре внимания, связана с его экологичностью и низким объемом выброса углекислого газа. Энергия, получаемая из угля или нефти выбрасывает огромное количество углерода, что приводит к парниковому эффекту.

Первой появившейся технологией стал биоэтанол. Его получали путем ферментации крахмалосодержащих культур. Однако сокращение выбросов углекислого газа оказалось небольшим. Теоретически, из-за того, что биоэтанол получали из углекислого газа, поглощенного растениями, углерода должно было выделяться меньше, но, если копать глубже, все равно выбросы углерода были огромны. Прежде всего, нужно было бы расчистить лесную территорию, чтоб создать пахотные земли для выращивание сельскохозяйственных культур, таких как кукуруза, а химические удобрения должны были бы использоваться

для сбора достаточного объема урожая для производства биоэтанола. Другими словами, выбросы парниковых газов в результате выращивания сырья и производства выше, чем при использовании других источников энергии.

Почему из микроводорослей можно сделать топливо?

Дело в том, что в процессе фотосинтеза микроводоросли поглощают углекислый газ и производят кислород и органические вещества. Органическое вещество, полученное таким образом, содержит триацилглицерид, представляющий собой комбинацию жирной кислоты и глицерина. Если он реагирует с метанолом, его можно разделить на глицерин и метиловый эфир жирной кислоты. Он представляет собой биодизель. Биодизель можно смешивать с дизельным топливом или использовать в качестве 100% чистого топлива. До сих пор его получали из кукурузы или сои, но теперь его предстоит получать с помощью микрововодорослей. Помимо биодизеля, микроводоросли можно использовать для получения энергии другими способами. Некоторые виды водорослей могут производить газообразный водород в особых условиях роста. Биомасса из водорослей также может быть сожжена подобно древесине или анаэробно переработана для производства метанового биогаза для выработки тепла и электричества

Почему именно водоросли?

Микроводоросли размножаются достаточно быстро в зависимости от факторов среды, таких как температура, pH, наличие питательных веществ, поступление углекислого газа. Также уже упоминалось, что у водорослей нет дифференцированных тканей и органов, поэтому почти все клетки могут участвовать в фотосинтезе. Это позволяет водорослям очень быстро вырасти, в отличие от кукурузы и сои.

Кроме того, микроводоросли можно разводить в водах, требующих отчистку. В грязной воде они поглощают питательные вещества и размножаются, при этом отчищая воду от загрязнений. Микроводоросли также часто используются для очистки сточных вод, так как обладает отличной способностью поглощать тяжелые металлы как свинец и олово. Также микроводоросли в процессе

фотосинтеза поглощают углекислый газ в результате чего предотвращают глобальное потепление

Несмотря на многие преимущества водорослей, причина, по которой они еще не коммерциализированы, заключается в том, что они менее экономичны, чем другие виды сырья. Переработка микроводорослей в биодизель довольно дорогая и энергоемкая. В результате с точки зрения себестоимости, как бы ни было дешево выращивание микроводорослей, реальная себестоимость производства топлива будет довольно высокой.

Методы получения

Липиды, производимые микроводорослями, можно разделить на две основные группы: полярные липиды, такие как глицерофосфолипиды, которые играют важную роль в структуре клеток, и неполярные липиды, такие как триацилглицерины, отвечающие в основном за хранение энергии. Структурные липиды (полярные липиды) обычно имеют длинные цепи жирных кислот, которые могут быть преобразованы для получения полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК), к этому типу жирных кислот относятся эйкозапентаеновая кислота (EPA), докозапентаеновая кислота (DPA) и докозагексаеновая кислота (DHA). ПНЖК играют важную роль в формировании митохондриальных суперкомплексов , они имеют потенциал для производства биотоплива и нашли применение в лечении некоторых заболеваний, таких как атеросклероз, болезни Паркинсона и Альцгеймера . Полярные липиды и некоторые стеролы обеспечивают избирательно проницаемый барьер, который защищает клетку от внешнего воздействия и помогает в разделении различных внутриклеточных органелл . Эти липиды играют особую роль в оптимальном поддержании текучести мембраны для различных метаболических и биосинтетических процессов и принимают непосредственное участие в различных событиях слияния внутриклеточных мембран. Кроме того, эти структурные липиды выполняют важную функцию в сигнальных путях клетки и играют ключевую роль в ответ на изменения в клеточной среде

Микроводоросль	Концентрация масла (% от сухого веса)
Ботриококк Брауна (Рисунок 7)	25-75
Хлорелла[1] (Рисунок 2)	28-32
Crypthecodinium cohnii (Рисунок 8)	20
Цилиндротека (Рисунок 9)	16-37
Ницчия (Рисунок 10)	45-47
Phaeodactylum tricornutum (Рисунок 11)	20-30
Schizochytrium (Рисунок 12)	50-77
Tetraselmis suecia (Рисунок 13)	15-23

Масла водорослей могут быть превращены в биодизельное сырье с помощью переэтерефикации. Во время переэтерефикации катализатор создает биодизельное топливо путем гидролиза и метилирования жирных кислот в маслах. За этим следует очищение смеси. Этот этап включает в себя удаление из топлива нежирных кислотных компонентов, таких как глицерин, полярные липиды и остальные пигменты. Типичные процессы нефтепереработки, такие как крекинг и изомеризация масел водорослей, могут использоваться для производства биодизеля. После извлечения масел водорослей органическими растворителями или извлечением другими способами, оставшаяся биомасса будет состоять из примерно равного количества углеводов и белков. Эти

[1] Особенностью водоросли хлорелла является то, что она способна изменять химический состав клетки в зависимости от условий культивирования. Хлорелла содержит как полярные, таки и нейтральные липиды. Вторые содержат сложные эфиры глицерина. В благоприятных условиях водоросли вырабатывают полярные липиды

Полярные липиды выполняют структурную функцию. Из них состоит цитоплазматическая, митохондриальная мембрана. Поэтому они часто применяются в качестве биодобавок.

При неблагоприятных условиях вырабатываются нейтральные липиды, которые нужны для производства биотоплива

остатки тоже будут использоваться. Углеводы могут использоваться для производства метана с помощью анаэробного сбраживания или для производства этанола путем ферментации. Белки можно использовать в качестве корма для животных или даже в качестве еды для человека.

Также может возникнуть вопрос: а можно ли использовать цианобактерии, они ведь тоже фотосинтезируют. Хоть это так и есть, но у них нет одной важной вещи, которой могут в изобилии обладать эукариотические микроводоросли – нейтральных липидов, богатых триацилглицеридами

Как выращивают водоросли в промышленных масштабах

Большинство микроводорослей строго фотосинтезируют. Однако некоторые виды водорослей способны вести и гетеротрофный образ жизни. Из-за высоких затрат, культивирование гетеротрофных водорослей трудно оправдать. Чтобы минимизировать затраты, производство биотоплива основано на автотрофной культуре. Автотрофным микроводорслям для роста требуется свет, вода, углекислый газ. Температура воды должна быть между 15 и 30 градусами. Среда также должна содержать неорганические элементы, из которых состоит клетка (азот, фосфор, железо, кремний). Для крупномасштабного производства вода постоянно перемешивается, чтоб предотвратить оседания биомассы. Однако до четверти дневной биомассы водорослей может погибнуть в результате дыхания ночью.

На данный момент для производства биотоплива используются открытые пруды (Рисунок 3, Рисунок 4) и закрытые фотобиореакторы (Рисунок 5, Рисунок 6). Открытый пруд – это просто ряд каналов снаружи, а фотобиореактор – это сложная конструкция реактора.

Открытый пруд. Это самая простая и старая система для выращивания микроводорослей. Этот пруд обычно имеет глубину около 30 см. Водоросли выращиваются в условиях, идентичных их естественной среде. Пруд спроектирован в виде «трассы», в которой колесо обеспечивает циркуляцию клеток водорослей и питательных веществ.

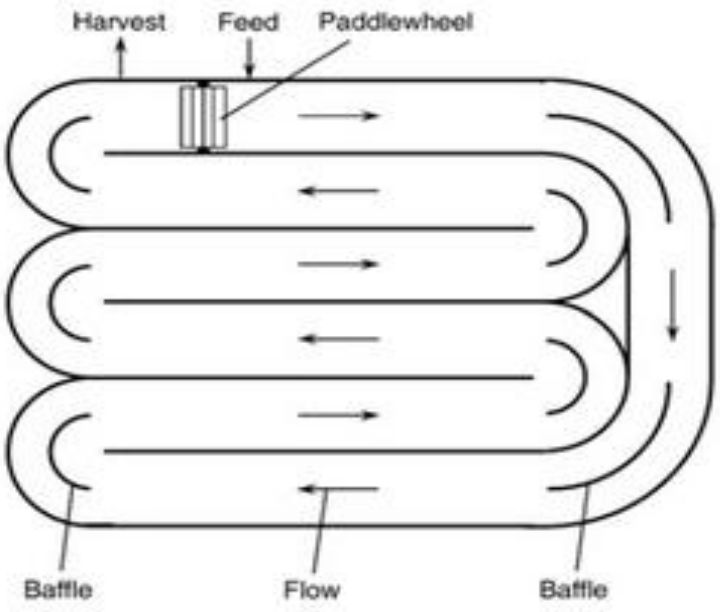

Рисунок 3

Рисунок 4

Эти пруды обычно делаются путем заливания бетона либо просто выкапывания земли и облицовывания пластиком, чтоб земля не впитывала воду. Система часто работает без перерывов, то есть свежий корм добавляется перед гребным колесом. Бульон из водорослей собирается после гребного колеса, после того как он прошел круг.

Хоть строительство и использования этих прудов дешевле, чем закрытых фотобиореакторов, эта система имеет свои недостатки. Поскольку эта система открыта, она часто испытывает недостаток воды из-за испарения. Таким образом, микроводоросли, растущие в открытом водоеме, недостаточно эффективно поглощают углекислый газ, а производство биомассы водорослей ограничено. Также может произойти загрязнение другими видами водорослей, а извлечение других видов водорослей обойдется дорого.

Закрытые фотобиореакторы. Они используются для преодаления проблем испарения и загрязнения, возникающий в открытых водоемах. Эти системы изготавливаются из прозрачных материалов и обычно размещаются на открытом воздухе для освещения естественным светом. Наиболее распространенный фотобиореакор имеет трубчатую конструкцию, состоящую из нескольких трубок, направленных по направлению солнечных лучей.

Рисунок 5

Трубки обычно имеют диаметр менее 10 см, чтоб обеспечить максимальное проникновение солнечного света. Водоросли циркулируют в этих трубках, где

фотосинтезируют и возвращаются в резервуар, благодаря насосу. Водоросли не оседают из-за сильного потока воды.

Также существуют фотобиореакторы, трубки которых представляют собой скрученные спирали. Это так называемые спиральный трубчатые фотобиореакторы. Но иногда они требуют искусственного освещения, что увеличивает стоимость.

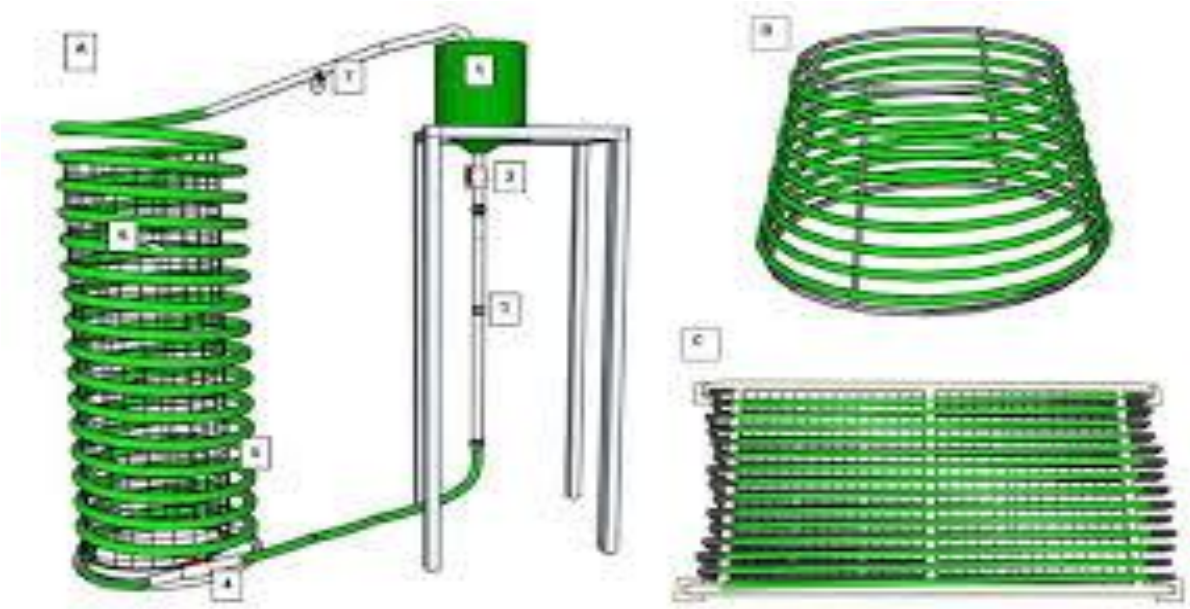

Рисунок 6

В процессе фотосинтеза выделятся кислород. В открытом водоеме кислород просто возвращается в атмосферу. Однако в закрытом фотобиореакторе водоросли просто начнут гнить. Поэтому нужна дегазационная колонна. Кроме того, водоросли при фотосинтезе используют углекислый газ. При недостатке углекислого газа может возникнуть углеродное голодание и повышение pH. Поэтому еще требуется постоянное поступление углекислого газа. Фотобиореакторы также могут нуждаться в охлаждении в световое время суток, а в ночное время суток нужно поддерживать температуру. Для этого нужны теплообменники (их размещают либо в самих трубках, либо в дегазационной колонне)

Преимущества закрытых фотобиореакторов очевидны:

- Они могут решить проблемы загрязнения и испарения
- Продуктивность фотобиореакторов может быть выше в 13 раз

- Сбор биомассы обходится дешевле (т.к концентрация выше)

Однако есть и недостатки. Например, фотобиореакторы дороже. Кроме того, клетки водорослей могут приклеиваться к стенкам и предотвращать проникновения света.

Сбор

После выращивания в открытых водоемах или в фотобиореакторах биомассу микроводорослей необходимо собрать для дальнейшей переработки. Обычно используемый метод сборки урожая – центрифугировние. Нефть из биомассы будет удалена путем экстракции растворителем и далее переработана в биодизель

Стратегии генной инженерии для увеличения количества липидов в микроводорослях

Различные виды микроводорослей имеют разный тип и количество липидов , но кол-во содержания может быть изменено. Подход биохимической инженерии - это один из методов, основанный на манипулировании питанием или условиями культивирования. Различные условия культивирования включают облучение различными длинами волн и интенсивностью света, уровень углекислого газа, температуру, доступные питательные вещества, стресс от воздействия тяжелых металлов, стресс от солености и использование наночастиц. Другой подход заключается в генной инженерии, когда манипулируют определенными генами, связанными с метаболизмом липидов, чтобы улучшить синтез, хранение и структурное содержание липидов внутри клетки микроводоросли.

Заключение

Необходимо исследовать и другие источники энергии, потому что не возобновляемые источники истощаются. А окружающая среда продолжает загрязняться. Вероятность использования данного производства должна быть повышена за счет использования даже остаточных продуктов. Расширение производства данного биотоплива поможет сохранить наши природные

ресурсы. Водоросли также имеют огромный потенциал не только в области альтернативной энергетики, но и в области производства кормов, замены пластика и т.д. Перед комерциализацией микроводорослей в качестве источника биотоплива нужно решить технологические проблемы, такие как более эффективная конструкция фотобиореакторов.

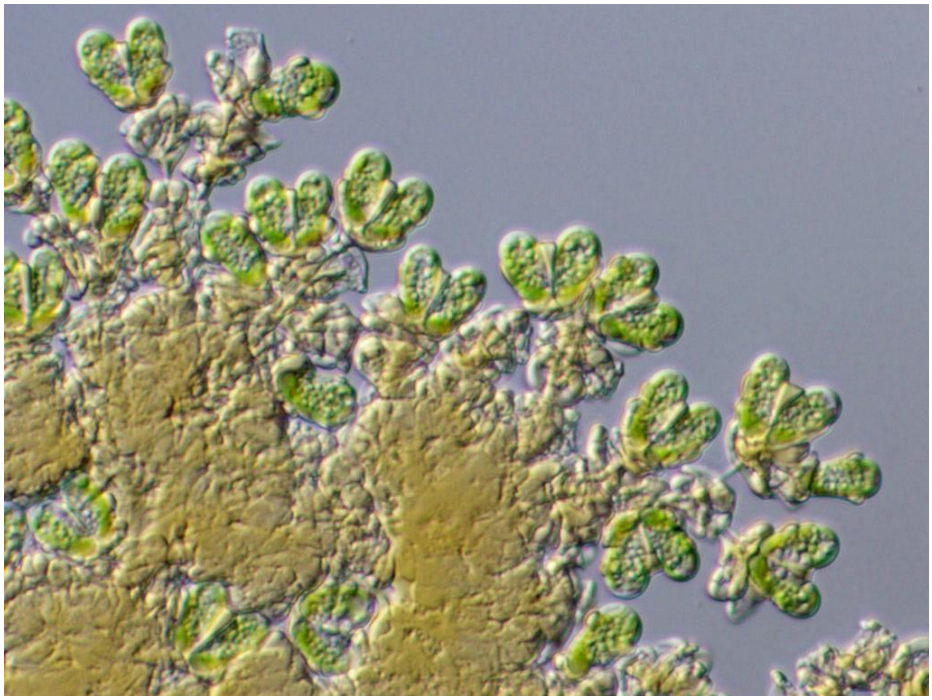

Рисунок 7

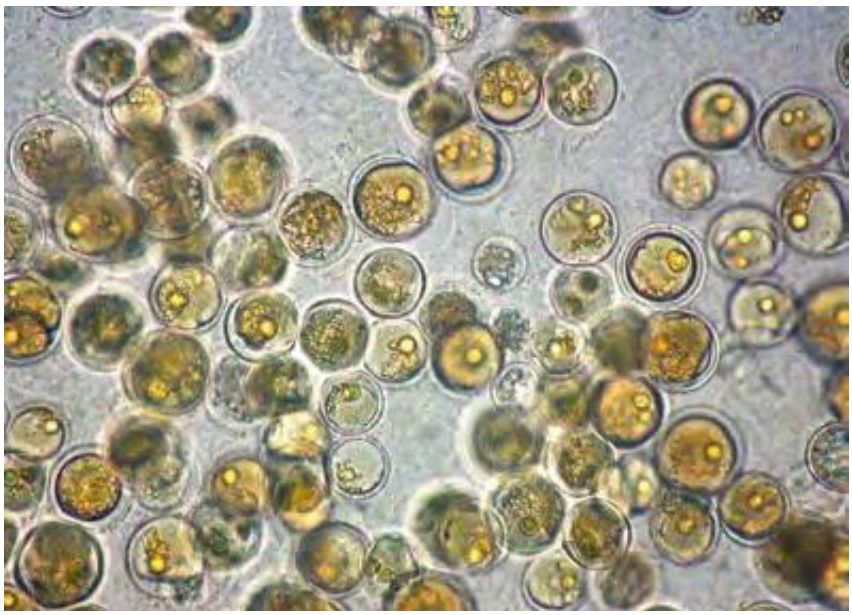

Рисунок 8

Рисунок 9

Рисунок 10

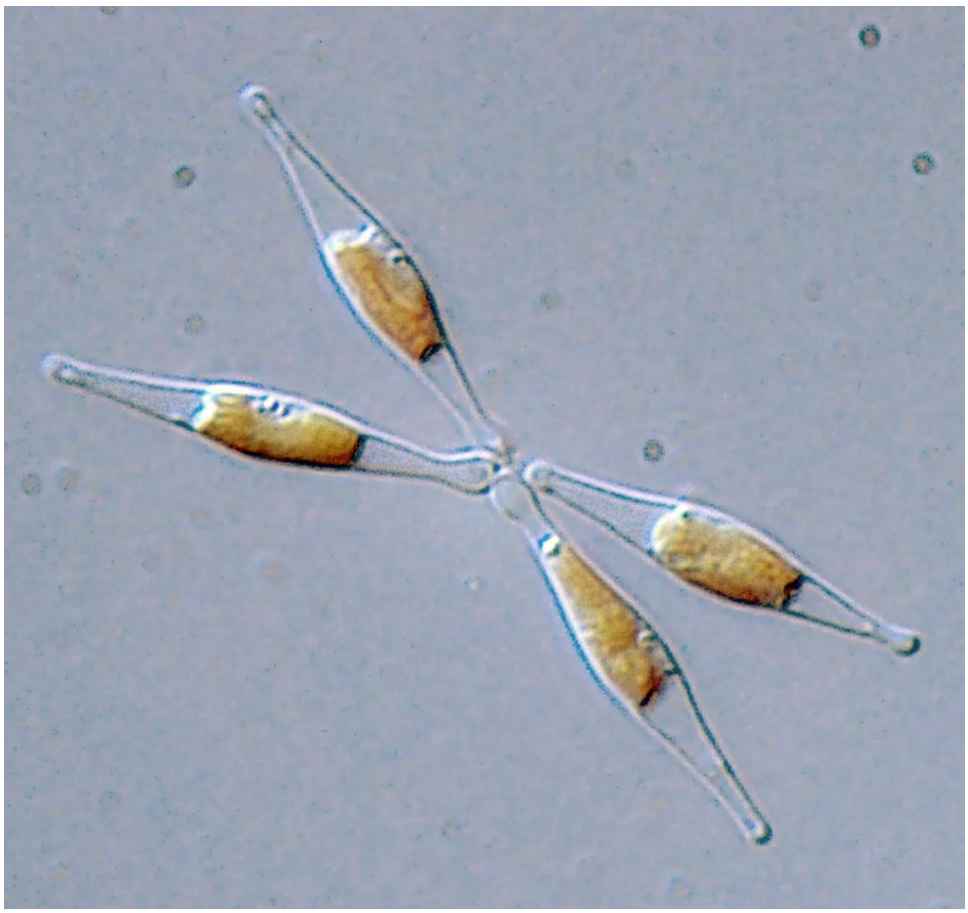

Рисунок 11

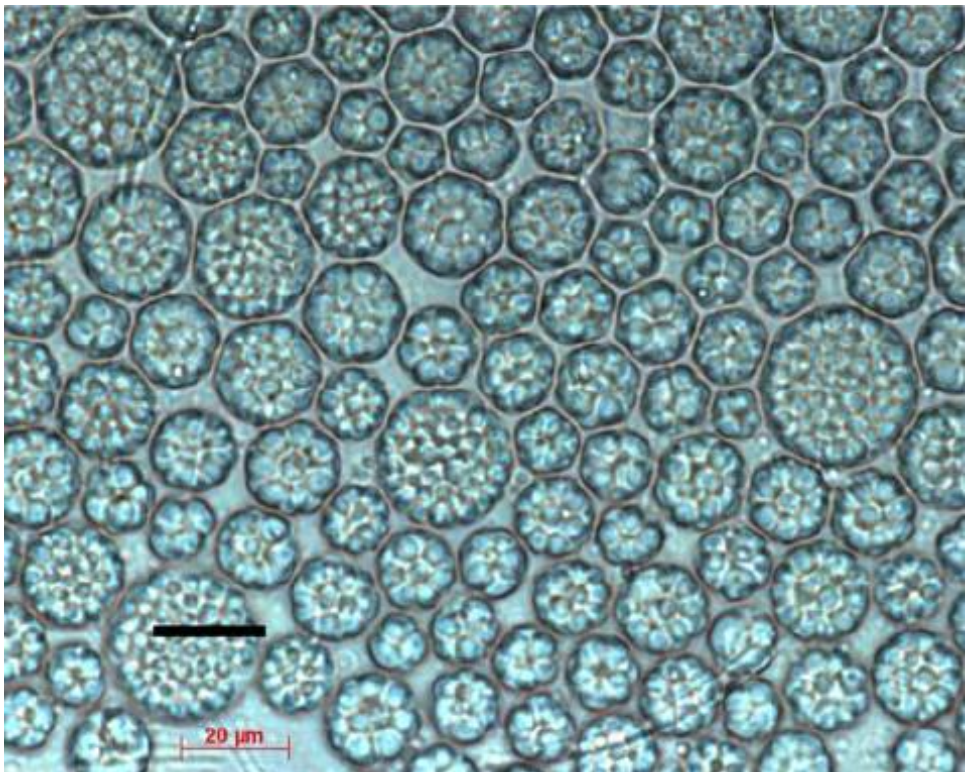

Рисунок 12

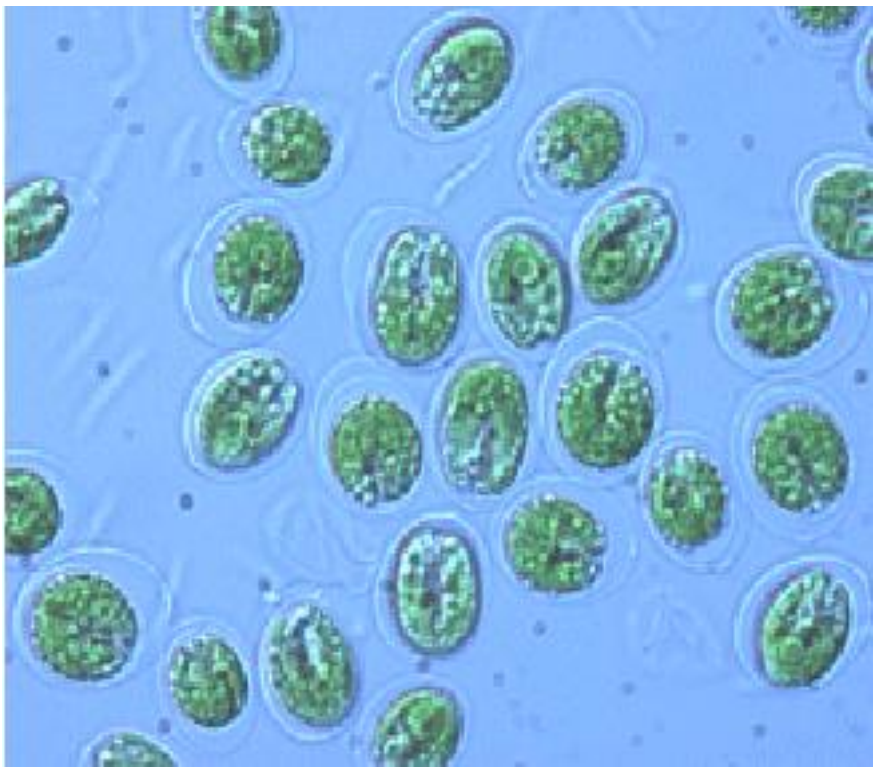

Рисунок 13