

Автономное образовательное учреждение Удмуртской Республики
«Региональный образовательный центр одарённых детей»

**Всероссийский конкурс юных исследователей окружающей среды
имени Б.В. Всесвятского (с международным участием)**

Номинация: Микология, лишенология, альгология

Исследовательская работа

Развитие аквафитоценозов водорослей в гидропонных теплицах

Выполнила:

Федотова София Максимовна,
обучающаяся АОУ УР «РОЦОД»,
ученица 7 «Б» класса

ГБОУ Лицей № 41 г. Ижевск

Научный руководитель:

Тренина Татьяна Ивановна,
методист, педагог

дополнительного образования
АОУ УР «РОЦОД»

Ижевск 2025

Оглавление

Введение.....	3
1. Обзор литературы по теме исследования.....	4
1.1. Общая характеристика водорослей	4
1.2. Краткая характеристика гидропонных теплиц.	6
2. Методика исследования.....	8
3. Результаты и их обсуждение.....	10
3.1. Эксперимент: вегетационный опыт	10
3.2. Определение состава сообщества водорослей в гидропонной теплице... ..	15
Выводы	17
Заключение	18
Список источников информации:.....	19

Введение

С каждым годом всё чаще гидропонные теплицы применяются для выращивания культурных растений. Это специальный способ выращивания, при котором растения не растут в земле, а получают все необходимые питательные вещества из воды с растворёнными удобрениями. Такой метод помогает быстрее и эффективнее выращивать овощи, зелень и декоративные растения. Гидропоника экономит место и воду, что очень важно в современном мире.

Но даже в таком современном и продуманном способе выращивания растений есть свои трудности. Одной из самых частых проблем становится рост водорослей в питательном растворе. Водоросли - это микроскопические растения, которые любят солнечный свет и водную питательную среду. В гидропонной системе они могут появиться очень быстро, так как условия для них почти идеальные: тепло, свет и вода с удобрениями.

Почему это плохо? Когда в растворе растёт слишком много водорослей, они начинают «забирать» питательные вещества, которые должны получать основные растения. Они могут создавать густые слои на поверхности и на внутренних стенках труб, затрудняя циркуляцию раствора и мешая проникновению света. Всё это замедляет рост и развитие полезных растений и может привести к поломке оборудования в теплице. [1]

В такой ситуации важно понять, какие именно водоросли появляются в гидропонной системе, как они развиваются и насколько вредны для растений. Ещё важнее найти эффективные и безопасные способы борьбы с ними.

Цель: изучение процесса развития сообществ водорослей в гидропонной теплице.

Задачи:

1. Провести наблюдение и отбор проб в гидропонной теплице
2. Изучить состав сообществ водорослей гидропонной теплицы
3. Поставить эксперимент с выращиванием хлорофитума хохлатого, моделирующий сукцессию в акваценозе гидропонной установки

Гипотеза: в условиях вегетационного опыта сформируется сообщество водорослей схожих с сообществом в гидропонной теплице.

Исследование проводилось в лаборатории и гидропонной теплице АОУ УР «Региональный образовательный центр одаренных детей» в период с 07 декабря 2024 года по 20 января 2025 года.

1. Обзор литературы по теме исследования

1.1. Общая характеристика водорослей

Водоросли - это фотосинтезирующие организмы, которые растут в воде или во влажных местах. Они относятся к низшим растениям, потому что у них нет сложных органов - вместо листьев, корней и стеблей у водорослей есть тело, называемое талломом, которое может состоять из одной или нескольких клеток. Главное их качество - способность самостоятельно создавать пищу с помощью солнечного света, благодаря пигменту хлорофиллу, который придает водорослям зелёный или сине-зелёный цвет. Этот процесс называется фотосинтезом: используя свет, водоросли превращают углекислый газ и воду в кислород и питательные вещества.



Рис. 1. Аквариум, населенный водорослями

В гидропонных теплицах для водорослей создаются почти идеальные условия: тёплая вода, много света и питательных веществ, особенно азота и фосфора. Это приводит к быстрому росту водорослевых сообществ, которые могут создавать проблемы для выращиваемых растений.

Чаще всего в гидропонных системах встречаются цианобактерии (сине-зеленые водоросли) - одни из самых древних организмов на Земле, которые относятся к царству Бактерии **отделу** Cyanobacteria. Некоторые особенности строения цианобактерий:

Форма клеток - сферическая или палочковидная, клетки многих цианобактерий покрыты слизистой капсулой или чехлом.

Ряд нитчатых цианобактерий в ходе жизненного цикла образует специализированные покоящиеся клетки, которые служат для фиксации атмосферного азота (гетероцисты) и переживания неблагоприятных условий (акинеты).

- Размножение большинства цианобактерий происходит делением клеток или особыми участками нитей - гормогониями.

Они способны очень быстро размножаться: при подходящих условиях (теплая, неподвижная вода, много света и питательных веществ) они могут делиться несколько раз в сутки и за считанные дни увеличиваться в десятки раз. Цианобактерии формируют плотные пленки или слизистые слои на поверхности раствора и трубах, затрудняя доступ кислорода к корням и снижая концентрацию питательных веществ для растений. Однако при хорошем перемешивании раствора они могут даже защищать корни, предотвращая пересыхание и резкие перепады состава питательных веществ в растворе. [1, 2, 3, 4]

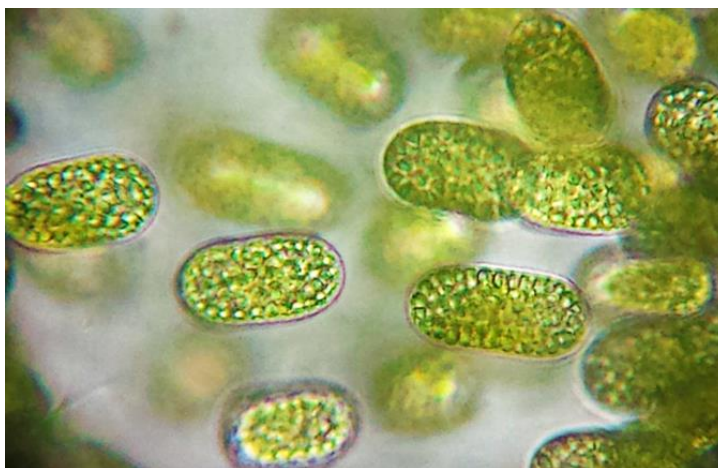


Рис.2. Цианобактерии

Зеленые водоросли (Chlorophyta) — самая многочисленная группа пресноводных водорослей, которые часто образуют нитевидные колонии, например, водоросли рода *Chlorella*. Они имеют ярко-зеленый цвет за счет хлорофилла и могут создавать густые зеленые налеты на стенках гидропонных труб и емкостей. Эти налеты также ухудшают циркуляцию раствора и мешают растениям получать свет и питание [2, 3, 5, 6, 7].

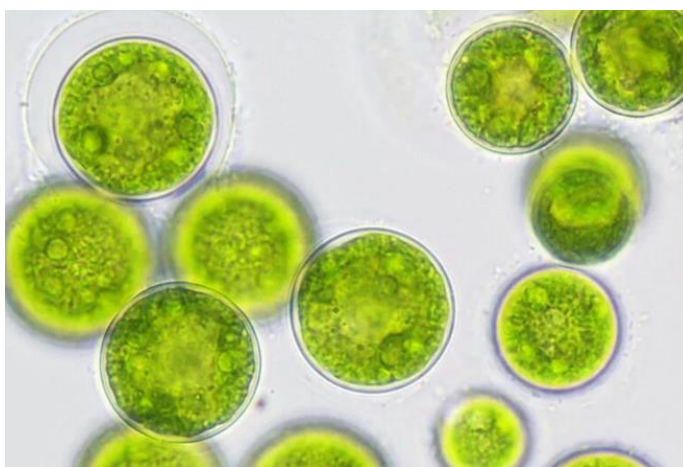


Рис.3. Хлорелла

Диатомовые водоросли (Chrysophyta) - мономикроскопические одноклеточные водоросли с твёрдыми кремнезёмными стенками, которые образуют жёлто-коричневые налёты на дне и стенках систем. Могут накапливаться в местах с малой циркуляцией воды и создают дополнительное загрязнение.



Рис.4. Диатомовые водоросли

Все эти водоросли развиваются за счёт солнечного света, тепла и обилия питательных веществ, которые присутствуют в гидропонных системах. Избыточный рост водорослей препятствует нормальному развитию культурных растений, снижает качество и эффективность работы гидропонной теплицы. Поэтому очень важно уметь контролировать их количество и не допускать чрезмерного разрастания. [2, 3, 5, 6]

1.2. Краткая характеристика гидропонных теплиц.

Гидропонная теплица - это помещение, где растения выращивают без почвы, помещая их корни в питательный раствор с нужными веществами. Внешне такая теплица похожа на обычную: она имеет стены и крышу из прозрачных материалов, которые пропускают солнечный свет и сохраняют тепло.

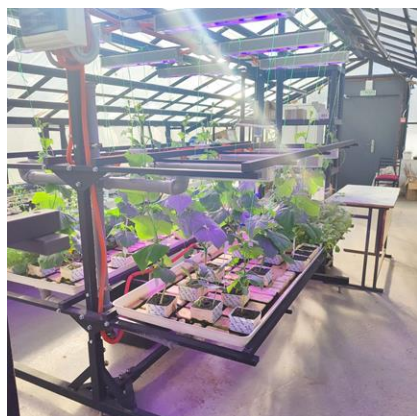


Рис. 5. Гидропонная теплица

Внутри находятся специальные горшки или подставки с субстратом — материалом, который поддерживает корни растений. Вместо земли растения получают питательные вещества из раствора, который постоянно циркулирует по системе труб и резервуаров. Это обеспечивает постоянный доступ корней к воде, питательным веществам и кислороду. [8, 9, 10]



Рис. 6. Гидропонная теплица в АОУ УР «РОЦОД

Такая система позволяет создать идеальные условия для роста растений: им легко получать именно то, что нужно, без лишних потерь. Вода и питательные вещества расходуются экономично, а растения растут быстрее и дают больше урожая по сравнению с обычным выращиванием в грунте.

Гидропонная теплица может быть разного размера — от небольшой комнаты до больших промышленных комплексов. В ней могут выращивать овощи, зелень, цветы и другие культуры круглый год, независимо от погоды снаружи.

Выращивание зелени в теплице методом гидропоники предполагает использование в качестве питательной среды не землю, а специальный раствор, содержащий оптимальную концентрацию полезных веществ.

Важным отличием гидропоники считается возможность подпитки растений полезными веществами (калием, цинком, кальцием, серой, магнием, железом, фосфором, азотом и др.). В качестве субстрата используются минеральная вата, керамзит и другие похожие материалы.

В АОУ УР «Региональный образовательный центр одаренных детей» имеется гидропонная теплица площадью около 50 кв. м, в которой есть две аэропонные установки, шесть гидропонных установок с 4 стеллажами и подсветкой, возможностью регулирования полива и подсветки каждой установки. Для накачивания воды используются насосы.

Здесь выращиваются с образовательной целью зеленные культуры (салат-латук, шпинат, базилик), овощные – огурцы, перцы, томаты. Также проводятся опыты по выращиванию зерновых и бобовых в условиях гидропоники.

2. Методика исследования

Место исследования лаборатория и гидропонная теплица АОУ УР «РОЦОД».

Нами были использованы методы:

1. Моделирование сукцессии акваценоза в стеклянных емкостях с растениями Хлорофитума хохлатого.

2. Вегетационный опыт для реализации модели.

2. Микроскопирование образцов проб воды из поддонов с огурцами, зелеными культурами.



Рис.7 и 9. Гидропонная теплица в АОУ УР «РОЦОД»

Приборы и материалы: мы использовали: школьный микроскоп Микромед Эврика 40X-320X, биологический микроскоп Микромед 2, пипетки пластмассовые, стерильные стеклянные баночки, предметные и покровные стекла, пластиковые диски.



Рис.10. Исследование образцов с помощью микроскопа

Эксперимент «Моделирование сукцессии сообщества водорослей»

Были использованы водопроводная вода, розетки с воздушными корнями ростки растения Хлорофитума хохлатого.

Для исследования были взяты пробы воды из поддонов гидропонной установки с колониями цианобактерий и водорослей.

3. Результаты и их обсуждение

3.1. Эксперимент: вегетационный опыт

1 этап

Экспериментальную часть мы начали с вегетационного опыта 07 декабря 2024 года по 31 января 2025 года. Этим экспериментом мы хотели смоделировать сукцессию, как быстро водоросли заселяют емкость с водой и как водоросли влияют на рост растений в ограниченном пространстве.

В качестве экспериментального растения использовали растение Хлорофитум хохлатый.

Мы взяли 10 стерильных ёмкостей и в каждую налили по 250 мл водопроводной воды. После этого сформировали два варианта эксперимента: №1 – «без корней» и №2 – растения уже «с корнями». С помощью пенопласта имитировали крышки, тем самым создали препятствие для попадания спор водорослей из воздуха.



Вариант №1 «без корней» в начале эксперимента



Вариант №2 «с корнями» в начале эксперимента

Рис. 11. Эксперимент первая неделя.

На старте эксперимента были изучены пробы воды в микроскопе на предмет наличия водорослей. Водоросли не обнаружены.



Рис.12 Образец воды в начале эксперимента, увеличение 40X (07.12.2024 г.)

2 этап

Спустя 2 недели в варианте №2 «без корней» корневая система начала активно развиваться. В варианте №1 «с корнями» корневая система активно продолжала развиваться.



Вариант 1 «без корней» после двух недель эксперимента



Вариант 2 «с корнями» после двух недель эксперимента

Рис. 13. Эксперимент вторая неделя.

Через две недели снова проверили есть ли наличие водорослей в пробах воды. Водоросли не обнаружены.

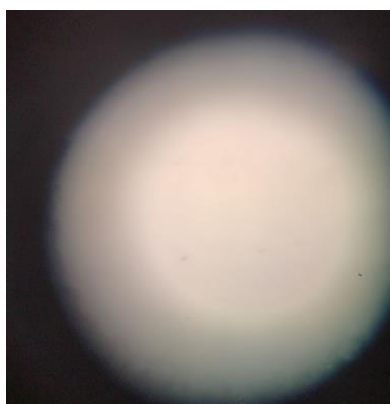


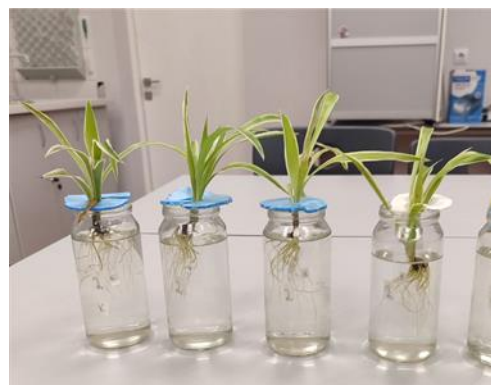
Рис.14. Образец воды через 2 недели эксперимента (21.12.2024 г.)

3 этап

На третьей неделе с начала проведения эксперимента растения продолжают активно развиваться. Сформировалась хорошая корневая система. Все образцы ярко зеленые.



Вариант №1 «без корней»
после трёх недель эксперимента



Вариант №2 «с корнями»
после трёх недель эксперимента

Рис. 15. Эксперимент третья неделя.

В образцах воды водоросли не обнаружены. Ограничение доступа воды в эксперименте действительно помогло контролировать попадание и рост водорослей. Ограничение доступа к воде препятствовало попаданию спор водорослей из воздуха или с внешних поверхностей, что снизило вероятность быстрого заражения раствора.

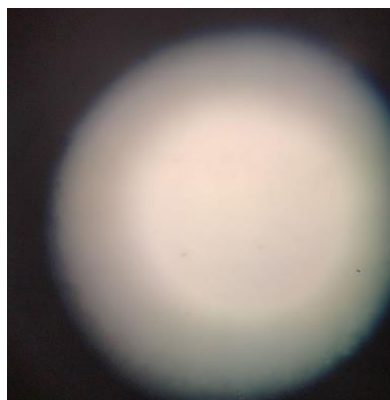


Рис. 16. Образец воды через 3 недели эксперимента (28.12.2024 г.)

4 этап

На 6 неделе эксперимента убрали крышки, и к воде в емкости беспрепятственно смог поступать воздух. Уже через неделю в пробах воды были обнаружены единичные водоросли. В ходе эксперимента с открытием доступа к воде в пробирках с растениями начали происходить важные изменения, которые помогли глубже понять, как водоросли проникают и развиваются в гидропонной среде.

На этом этапе мы предположили, что в секции с корнями водорослей будет больше, чем в секции «без корней».



Вариант №1 «без корней» после шести недель эксперимента



Вариант №2 «с корнями» после шести недель эксперимента

Рис. 17. Эксперимент шестая неделя.

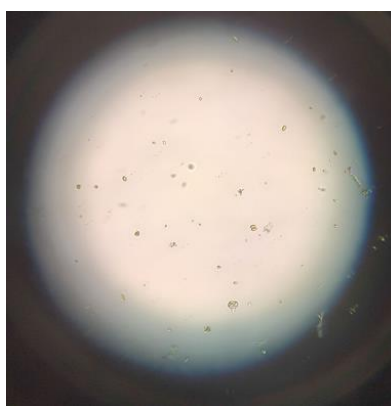


Рис. 18. Образец воды через 6 недель эксперимента (18.01.2025 г.)

На 7 неделе эксперимента наши образцы были перенесены в гидропонную теплицу. Т. е мы переместили образцы в более благоприятные условия для развития водорослей. Заселение водорослей во всех секциях произошло стремительно.



Вариант №1 «без корней» после семи недель эксперимента



Вариант №2 «с корнями» после семи недель эксперимента

Рис. 19. Эксперимент седьмая неделя.

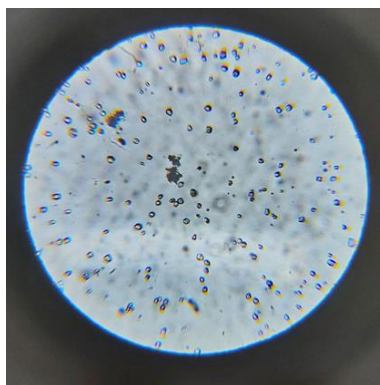


Рис. 20. Образец воды через 7 недель эксперимента (25.01.2025 г.)

6 этап

К девятой неделе эксперимента водоросли заселили емкости в большом количестве, и начали налипать на корни. Основными представителями, заселившими наши экспериментальные емкости, стали хлорелла и цианобактерии. И уже было видно, что к ним активно начинают присоединяться нитчатые водоросли.



Вариант №1 «без корней»



Вариант №2 «с корнями»

после восьми недель эксперимента после восьми недель эксперимента

Рис. 21. Эксперимент восьмая неделя.

Этот эксперимент позволил увидеть в миниатюре, как складываются отношения между растениями и водорослями, какие опасности могут возникнуть в гидропонных системах, и задуматься какие мероприятия помогут контролировать рост водорослей и сохранить здоровье растений.

По результатам эксперимента составлен график заселения водорослями экспериментальных емкостей.



Рис. 22. График развития водорослей в период эксперимента

Таким образом, в стаканчиках концентрируется настоящее «мини-экосистемное сражение» между растениями и водорослями, и исследование таких взаимодействий помогают находить лучшие решения для выращивания культур в гидропонике.

3.2. Определение состава сообщества водорослей в гидропонной теплице

Для исследования мы взяли пробы с поддонов с разными сроками после последней обработки (механического удаления колоний водорослей из поддонов с корнями выращиваемых растений).



Рис. 23 и 24. Поддоны в гидропонной теплице с разными сроками обработки

На фотографиях четко видно, что на поддонах, где уже длительное время не было обработки (т.е. их не мыли, рис. 23) водоросли плотным слоем покрывают поддон. На поддоне со сроком последней обработки менее месяца водоросли обосновались еще только в канавках с питательной средой (рис. 24).

Для определения водорослей мы использовали микроскоп с увеличением 40X, для этого готовились временные микропрепараты на предметных стеклах.

Из полученных данных прослеживается четкая зависимость наличия тех или иных видов водорослей в зависимости от длительности с последней обработки поддонов. Т.е. в поддонах, которые мыли более четырех месяцев назад наблюдались нитчатые водоросли в большом количестве. В поддоне, обработанном менее месяца назад были в большом количестве обнаружены хлореллы и одноклеточные сине-зеленые водоросли.

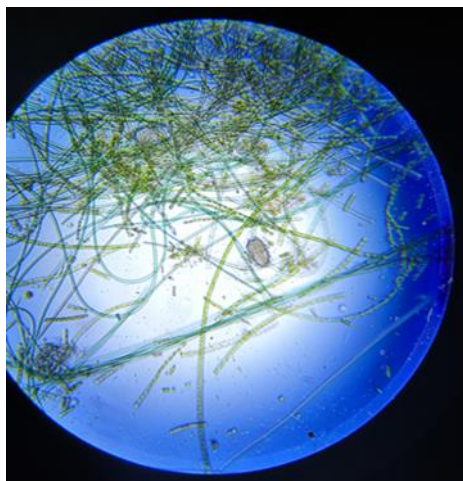


Рис. 25. Большое количество нитчатых водорослей и одноклеточные водоросли в поле зрения. Срок последней обработки поддонов более 3-х месяцев

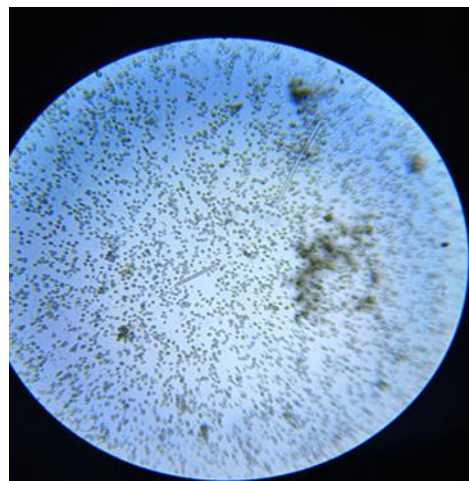


Рис. 26. В поле зрения хлорелла, одноклеточные в поле зрения, единичные диатомовые водоросли. Срок последней обработки около 1 месяца

Выводы

1. В ходе вегетационного опыта сформировались сообщества водорослей.
2. Заселение водорослями экспериментальных емкостей ускорилось в разы при условии свободного доступа воздуха к воде емкостей и после переноса емкостей в гидропонную теплицу.
3. Первыми заселяют воду в ёмкости хлорелла и цианобактерии, а позже присоединяются нитчатые зеленые водоросли.
4. При бесконтрольном развитии водоросли в гидропонной теплице плотно опутывают корни.

Заключение

В результате проведенных нами исследований мы обнаружили, что заселение водорослями экспериментальных емкостей ускорилось в разы при условии свободного доступа воздуха к воде в условиях гидропонной теплицы, где соблюдается температурный режим, регулируется световой день, но в воздухе большое количество спор. Процесс заселения водорослей экспериментальных емкостей идентичен порядку заселения водорослей в гидропонной теплице, это мы тоже посмотрели в ходе эксперимента.

Сами по себе водоросли не опасны для растений, выращиваемых в гидропонной теплице, за исключением моносообществ цианобактерий, которые могут выделять ядовитые для животных и человека вещества.

В зеленых водорослях нет вредных веществ, они не могут отравить растение или его плоды. Но на развитие культур и урожайность они влияют очень сильно, могут конкурировать за питательные вещества. Из-за сильного разрастания могут увеличить количество поглощаемой тепловой энергии из-за своей темной окраски, что вызывает дополнительное нагревание воды в поддонах при ярком солнечном свете до температуры, неблагоприятной для корневой системы растений.

Необходимо проводить мероприятия по ограничению роста водорослей. Это может быть механическое удаление колоний водорослей, использование альгицидных препаратов, а также препятствование доступа света к воде в поддонах, их лучше закрывать специальной светонепропускающей агротканью.

В следующих экспериментах мы планируем выяснить оптимальные способы ограничения развития акваценозов водорослей в гидропонной теплице.

Список источников информации:

1. Бачура Ю.М., Горбатенко А.А., Новикова А.А. О влиянии культур микроводорослей и цианобактерий на рост и развитие некоторых высших растений// Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения профессора Э.А. Штиной, 26-30 октября 2020 г.– Киров: Вятская ГСХА, 2020.– 152 с
2. Биология цианобактерий конспект лекций: учебно-методическое пособие / Е. А. Бессолицына – Киров: ФГБОУ ВПО «ВятГУ», 2012. – 51 с.
3. Глушенков О.В.; Теплова Л.П. Пресноводные водоросли. Карманный определитель. М.: Экосистема, 2020. 96 с.
4. Кондакова Л.В., Домрачева Л.И. Специфика цианобактериальных комплексов при различных видах загрязнения почвы// Водоросли и цианобактерии в природных и сельскохозяйственных экосистемах: Материалы III Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 110-летию со дня рождения профессора Э.А. Штиной, 26-30 октября 2020 г.– Киров: Вятская ГСХА, 2020.– 152 с.
5. Поляк Ю.М., Сухаревич В.И., Поляк М.С. Цианобактерии и их метаболиты. СПб.: Нестор-История, 2022. 328 с.
6. Цирлинг М. Б. Аквариум и водные растения. — СПб.: Гидрометеиздат, 1991, 256 с.
7. Шалыго Н.В. Микроводоросли и цианобактерии как биоудобрение // Наука и инновации. – 2019. № 3 (193). – С. 22-26.
8. [Борьба с водорослями, в. т.ч. в гидропонных системах](#) (дата обращения 15.11.2025)
9. [Типы гидропонных систем - АгроДом](#). (дата обращения 15.11.2025)
10. [Сине-зеленые водоросли в гидропонике: как бороться? | Блог DzagiGrow](#) (дата обращения 15.11.2025)
11. Цианобактерии — Википедия [Цианобактерии — Википедия](#) (дата обращения 15.11.2025)