

**ГЛАВНОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ОБРАЗОВАНИЮ
МОГИЛЕВСКОГО ОБЛИСПОЛКОМА**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«МОГИЛЕВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИ-
ЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ»**

Номинация «Естественные науки»

**«АНАЛИЗ СОСТОЯНИЯ ВОДОЕМОВ г. МОГИЛЕВА С
ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КУЛЬТУРЫ ДРОЖЖЕЙ»**

**Руководитель: преподаватель
СМОЛЯК Е. В.,**

**Разработала: учащаяся группы
2ПП
Шаханова А.Д.**

МОГИЛЕВ 2024

Содержание

Введение.....	3
ГЛАВА 1 ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	7
1.1 Сущность метода биоиндикации.....	7
1.2 Организмы – биоиндикаторы.....	8
1.3 Оценка качества воды.....	10
1.4 Биоиндикационные способности дрожжей.....	11
ГЛАВА 2 МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	13
ГЛАВА 3 РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ.....	17
Заключение.....	23
Список используемых источников.....	24
Приложение 1.....	26
Приложение 2.....	26
Приложение 3.....	27
Приложение 4.....	27
Приложение 5.....	28
Приложение 6.....	28

ВВЕДЕНИЕ

В последнее время в результате техногенного прогресса значительно увеличилась антропогенная и техногенная нагрузка на окружающую природу. Антропогенные загрязнения действуют на живые организмы, и в том числе на человека, в самых различных сочетаниях.

Система наблюдений за состоянием окружающей среды составляет суть экологического мониторинга. В этих целях все чаще применяется и используется достаточно эффективный и недорогой способ мониторинга среды – биоиндикация, т.е. использование живых организмов для оценки состояния окружающей среды.

Биоиндикаторы - организмы, которые реагируют на изменения окружающей среды своим присутствием или отсутствием, изменением внешнего вида, химического состава, поведения [2].

При экологическом мониторинге загрязнений использование биоиндикаторов часто дает более ценную информацию, чем прямая оценка загрязнения приборами, так как биоиндикаторы реагируют сразу на весь комплекс загрязнений. Кроме того, обладая своеобразной «памятью», биоиндикаторы своими реакциями отражают загрязнения за длительный период [4].

В качестве биоиндикаторов можно использовать представителей различных «царств» живых организмов. Используя их, можно определить экологическое состояние воздуха, воды, почвы.

В настоящее время проблема загрязнения водных объектов (рек, озер, морей, грунтовых вод и т.д.) является наиболее актуальной, т.к. всем известно выражение - «вода - это жизнь». Без воды человек не может прожить более трех суток, но, даже понимая всю важность роли воды в его жизни, он все равно продолжает жестко эксплуатировать водные объекты, безвозвратно изменяя их естественный режим сбросами и отходами. Вода составляет

большую часть любых организмов, как растительных, так и животных, в частности, у человека на её долю приходится 60-80% массы тела. Вода является средой обитания многих организмов, определяет климат и изменение погоды, способствует очищению атмосферы от вредных веществ, растворяет, выщелачивает горные породы и минералы и транспортирует их из одних мест в другие и т.д. Для человека вода имеет важное производственное значение: она и транспортный путь, и источник энергии, и сырье для получения продукции, и охладитель двигателей, и очиститель и т.д. [12].

Прогноз действия на человека загрязненной воды, правомочен, если в оценку токсичности входят не только аналитические методы, но и биологическая диагностика действия среды на животных. Кроме того, многие ксенобиотики (чуждые для биосфера вещества) накапливаются в организме, и в результате, длительное воздействие даже малых концентраций этих веществ вызывает патологические изменения в организме. Наконец, известен парадоксальный эффект малых доз многих биологически активных соединений, когда сверхслабые дозы (ниже ПДК) оказывают на организм более сильное действие, чем их средние дозы и концентрации [4].

Для того чтобы определить степень загрязнения водоёмов не обязательно пользоваться приборами. Можно использовать наиболее простой и легкодоступный способ – биоиндикация, что чаще является более достоверным.

Истоки наблюдений за индикаторными свойствами биологических объектов можно найти в трудах естествоиспытателей самой глубокой древности, но до сих пор отсутствует стройная теория и адекватные методы биоиндикации.

Многие учёные изучали биоиндикационные возможности лишайников, мхов, хвойных деревьев, бактерий, водорослей, беспозвоночных.

Возможность использования растений и животных в качестве биоиндикаторов загрязнения окружающей среды приведена в работе О.П.

Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой, Т.И. Евсеевой «Растения и животные – индикаторы загрязнения окружающей среды» [6].

Куперман Б.И. рассматривал паразитов рыб как биоиндикаторов загрязнения водоёмов [5].

Л.П. Брагинский заметил, что из числа наиболее доступных тестов по биоиндикации загрязнения водоёмов следует остановиться на очень простом – с применением культуры дрожжей в качестве биоиндикатора.

Однако его тест основан на нефелометрической оценки мутности дрожжевых культур, зависящей от плотности культуры. Последняя определяется темпом размножения дрожжей. Если испытуемая вода тормозит развитие дрожжей, то культура оказывается светлее контрольной, если стимулирует – мутнее [1].

Опыты Л.П. Брагинского основаны на относительных визуальных показателях мутности воды. Поэтому, данная проблема требует дальнейшего изучения с точным подсчётом концентрации дрожжей в исследуемой воде, используя различные методики.

Цель исследовательской работы – определение степени загрязнения водоёмов города Могилёва с использованием культуры дрожжей в качестве биоиндикатора в 2024 году.

Для достижения данной цели, мы поставили перед собой следующие **задачи:**

1) Определить возможность использования культуры дрожжей в качестве биоиндикатора загрязнения водоёмов, изучив факторы, влияющие на рост и размножение дрожжей.

2) Используя точные методы, определить концентрацию клеток дрожжей в пробах воды исследуемых водоёмов, а также дифференцировать клетки на живые и мёртвые.

3) Сделать выводы о степени загрязнения исследуемых водоёмов в 2024 году в зависимости от темпа размножения дрожжей, а также их выживаемости.

Объекты исследования: В качестве объектов исследования были выбраны водоёмы города Могилёва (озеро Святое (Приложение 1), река Днепр (Приложение 2), река Дубровенка (Приложение 3), озеро Печерское (приложение 4), которые подвергаются загрязнению жидкими, твёрдыми и газообразными веществами, являющиеся продуктами деятельности человека и различных производств.

В качестве контрольного варианта использовалась проба воды из озера Лесное (Приложение 5), которое располагается вблизи деревни Городок Шкловского района. На данный водоём практически не оказывается ни антропогенного, ни техногенного воздействия, т.к. вблизи данного водоёма не находится никаких производств.

Методы проведения исследований. Основным методом исследования был использован метод биоиндикации загрязнения водоёмов при помощи культуры дрожжей. Также в работе были использованы общебиологические методы: микроскопирование с использованием счётных камер Горяева (с целью определения концентрации клеток дрожжей в исследуемой пробе воды); метод прижизненного окрашивания (с целью дифференциации живых и мёртвых клеток дрожжей).

ГЛАВА 1

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРНЫХ ИСТОЧНИКОВ

1.1. Сущность метода биоиндикации

Экология, как наука об отношениях между живой и неживой природой, включает в себя ряд методов исследования, важную роль среди которых занимает «биоиндикация».

Объективные факты свидетельствуют о существовании тесного влияния факторов среды на биотические процессы экосистемы (плотность популяций, динамику видовой структуры, поведенческие особенности). Такие факторы среды, как свет, температура, водный режим, биогенные элементы (макро- и микроэлементы), соленость и другие имеют функциональную важность для организмов на всех основных этапах жизненного цикла. Однако можно использовать обратную закономерность и судить, например, по видовому составу организмов о типе физической среды. Поэтому «Биоиндикация – это определение биологически значимых нагрузок на основе реакций на них живых организмов и их сообществ. В полной мере это относится ко всем видам антропогенных загрязнений» [6].

Основой задачей биоиндикации является разработка методов и критериев, которые могли бы адекватно отражать уровень антропогенных воздействий с учетом комплексного характера загрязнения и диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ. Биоиндикация, как и мониторинг, осуществляется на различных уровнях организации биосферы: макромолекулы, клетки, органа, организма, популяции, биоценоза [1]. Очевидно, что сложность живой материи и характера ее взаимодействия с внешними факторами возрастает по мере повышения уровня организации. В этом процессе биоиндикация на низших уровнях организации должна включаться в биоиндикацию на более высоких уровнях, где она предстает в новом качестве и может служить для объяснения динамики более высокоорганизованной системы.

Таким образом, биоиндикацию можно определить как совокупность методов и критериев, предназначенных для поиска информативных компонентов экосистем, которые могли бы:

- адекватно отражать уровень воздействия среды, включая комплексный характер загрязнения с учетом явлений синергизма действующих факторов;
- диагностировать ранние нарушения в наиболее чувствительных компонентах биотических сообществ и оценивать их значимость для всей экосистемы в ближайшем и отдаленном будущем [5].

1.2. Организмы – биоиндикаторы

В качестве биоиндикаторов могут быть использованы представители всех «царств» живой природы. Для биоиндикации не пригодны организмы, поврежденные болезнями, вредителями и паразитами. Идеальный биологический индикатор должен удовлетворять ряду требований:

- быть типичным для данных условий;
- иметь высокую численность в исследуемом экотопе;
- обитать в данном месте в течение ряда лет, что дает возможность проследить динамику загрязнения;
- находиться в условиях, удобных для отбора проб;
- давать возможность проводить прямые анализы без предварительного концентрирования проб;
- характеризоваться положительной корреляцией между концентрацией загрязняющих веществ в организме-индикаторе и объекте исследования;
- использоваться в естественных условиях его существования;
- иметь короткий период онтогенеза, чтобы была возможность отслеживания влияния фактора на последующие поколения [1].

Ответная реакция биоиндикатора на определенное физическое или химическое воздействие должна быть четко выражена, т.е. специфична, легко регистрироваться визуально или с помощью приборов.

Для биоиндикации необходимо выбирать наиболее чувствительные сообщества, характеризующиеся максимальными скоростью отклика и выраженностью параметров. Например, в водных экосистемах наиболее чувствительными являются планктонные сообщества, которые быстро реагируют на изменение среды благодаря короткому жизненному циклу и высокой скорости воспроизведения. Бентосные сообщества, где организмы имеют достаточно длинный жизненный цикл, более консервативны: перестройки происходят в них при длительном хроническом загрязнении, приводящем к необратимости процессов.

К методам биоиндикации, которые можно применять при исследовании экосистемы, относится выявление в изучаемой зоне редких и исчезающих видов. Список таких организмов, по сути, является набором индикаторных видов, наиболее чувствительных к антропогенному воздействию [6].

На листьях деревьев при загрязнении атмосферы появляются некрозы (отмирающие участки). По присутствию некоторых устойчивых к загрязнению видов и отсутствию неустойчивых видов (например, лишайников) определяется уровень загрязнения атмосферы городов. При использовании биоиндикаторов важную роль играет способность некоторых видов аккумулировать загрязняющие вещества. Сигнализировать о повышенном содержании бария и стронция в окружающей среде могут береза и осина неестественно зеленым цветом листьев. Аналогично в ареале рассеяния урана вокруг месторождений лепестки иван-чая становятся белыми (в норме - розовые), у голубики темно-синие плоды приобретают белый цвет и т. д.

Для выявления разных загрязняющих веществ используются разные виды биоиндикаторов: для общего загрязнения - лишайники и мхи, для загрязнения тяжелыми металлами - слива и фасоль, диоксидом серы - ель и люцерна, аммиаком - подсолнечник, сероводородом - шпинат и горох, полициклическими ароматическими углеводородами (ПАУ) - недотрога и др.

Используются и так называемые «живые приборы» - растения-индикаторы, высаженные на грядках, помещенные в вегетационные сосуды или в специальных коробочках (в последнем случае используют мхи, коробочки с которыми называются бриометрами). «Живые приборы» устанавливают в наиболее загрязненных частях города [9].

При оценке загрязнения водных экосистем в качестве биоиндикаторов могут использоваться высшие растения или микроскопические водоросли, организмы зоопланктона (инфузории-туфельки) и зообентоса (моллюски и др.).

С помощью биоиндикаторов можно оценивать засоление почв, изменение режима увлажнения и т. д. В этом случае как биоиндикаторы чаще всего используется весь состав фитоценоза. Каждый вид растений имеет определенные пределы распространения (толерантности) по каждому фактору среды, и потому сам факт их совместного произрастания позволяет достаточно полно оценивать экологические факторы.

1.3. Оценка качества воды

Для биологической индикации качества вод могут быть использованы практически все группы организмов, населяющие водоемы: планктонные и бентосные беспозвоночные, простейшие, водоросли, макрофиты, бактерии и рыбы. Каждая из них, выступая в роли биологического индикатора, имеет свои преимущества и недостатки, которые определяют границы ее использования при решении задач биоиндикации, так как все эти группы играют ведущую роль в общем круговороте веществ в водоеме. Организмы, которые обычно используют в качестве биоиндикаторов, ответственны за самоочищение водоема, участвуют в создании первичной продукции, осуществляют трансформацию веществ и энергии в водных экосистемах. Всякое заключение по результатам биологического исследования строится на основании совокупности всех полученных данных, а не на основании единичных находок индикаторных организмов. Как при выполнении исследования, так и при оценке полученных результатов необходимо иметь в

виду возможность случайных, местных загрязнений в точке наблюдения. Например, разлагающиеся растительные остатки, труп лягушки или рыбы могут вызывать местные изменения в характере населения водоема [12].

1.4. Биоиндикационные способы дрожжей

Культурные дрожжи относятся к семейству *Endomycetaceae*, роду *Saccharomyces*. Они представляют собой одноклеточные грибы, которые размножаются в основном почкованием. Выделяют определённые факторы, которые оказывают влияние на рост и размножение дрожжей. К ним относят температуру среды, pH, а также наличие в данной среде химических веществ. Отклонения их в ту или иную сторону от оптимальной величины тормозят скорость роста дрожжей. Оптимальной температурой для роста дрожжей является 25 – 30 °C. Понижение температуры приводит в основном к снижению скорости роста дрожжей вследствие уменьшения активности ферментных систем, направленных на синтез биомассы. Даже незначительное (на 2-4°C) повышение температуры от оптимальной величины, резко тормозит скорость их роста, которая может снизиться в два раза по сравнению с получением дрожжей при оптимальной величине температуры. Минимальная температура, при которой дрожжи продолжают почковаться, пусть и с минимальной скоростью - +2 – 4°C. При +40 °C дрожжи погибают. При прочих равных условиях на скорость роста дрожжей значительно влияет величина pH культуральной среды. Высокая скорость роста дрожжей наблюдается при pH 4,5-5,5. При подкислении среды до pH 4,0 скорость роста дрожжей понижается, а при pH 3,0-3,5 размножение клеток приостанавливается. Более сильное подщелачивание среды (pH более 6,0) приводит к еще большей потере скорости роста и даже может приостановить размножение дрожжевых клеток при pH 8,0. В процессе роста дрожжевые клетки непрерывно потребляют растворенный в культуральной среде кислород, который необходим им для синтеза биомассы. В связи с этим снабжение среды кислородом значительно влияет на скорость роста дрожжей.

и накопление биомассы. Недостаток кислорода в среде приводит к снижению скорости роста дрожжей [11].

Важную роль на скорость роста дрожжевых клеток оказывают различные химические вещества. К химическим веществам, тормозящим скорость роста дрожжей, можно отнести сульфиды и сульфиты, фтор, мышьяк, сернистый ангидрид, летучие кислоты и нитриты. На скорость роста дрожжей также отрицательно влияют дезинфицирующие вещества (формалин, катапин и др.). Даже небольшие концентрации этих веществ не только снижают скорость роста клеток, но и приводят к их гибели [10].

Таким образом, дрожжи являются очень чувствительными к различным факторам среды, что позволяет их использовать в качестве биоиндикаторов загрязнения водоёмов.

ГЛАВА 2

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В качестве объектов исследования были использованы 4 водоёма, располагающиеся в черте города Могилёва: озеро Святое (Приложение 1), река Днепр (Приложение 2), река Дубровенка (Приложение 3), озеро Печерское (Приложение 4), которые подвергаются загрязнению жидкими, твёрдыми и газообразными веществами, являющиеся продуктами деятельности человека и различных производств.

В качестве контрольного варианта использовалась проба воды из озера Лесное (Приложение 5), которое располагается вблизи деревни Городок Шкловского района. На данный водоём практически не оказывается ни антропогенного, ни техногенного воздействия.

В качестве биоиндикатора была использована культура дрожжей, в качестве наиболее простого и легкодоступного тест-объекта, скорость размножения которого зависит от степени загрязнения исследуемой пробы воды.

Исследования проводились в мае, июне и сентябре 2024 года.

Пробы воды брались в пластиковые бутылки объёмом 0,5 л. Причём эти бутылки были из-под питьевой воды. Перед использованием, бутылки были тщательно вымыты водопроводной водой, а непосредственно перед забором проб, несколько раз ополоснуты исследуемой водой. Пробы брались в трёх точках каждого исследуемого водоёма: у обоих берегов на расстоянии 3 – 5 м, а также приблизительно в центре водоёма. На каждую бутылку с пробой воды была приклеена этикетка, где было указано название водоёма, а также дата и время взятия пробы. После этого три пробы, взятые из одного водоёма, смешивались. Анализ проб осуществлялся в течение 3 – 6 часов после взятия пробы. Для всех исследуемых материалов были созданы одинаковые условия.

В каждую пробу исследуемой воды было опущено 10 г сухих дрожжей.

Так как обязательным условием размножения дрожжей является наличие углеводов, то в каждую пробу было добавлено по 2 г сахара.

Пробы тщательно взбалтывались. Через 30 минут готовились микропрепараты.

В качестве основного метода исследования применялось микроскопирование, а также метод прижизненного окрашивания [10]. Для микроскопирования готовился препарат «раздавленная капля». На предметное стекло наносили каплю исследуемой жидкости и накрывали покровным стеклом.

При микроскопировании использовались объективы 40х и окуляры 15х.

Метод прижизненного окрашивания использовался для дифференциации живых и мертвых клеток дрожжей при микроскопировании. На предметном стекле смешивалась капля исследуемой жидкости с каплей раствора красителя метиленовая синь. Мертвые клетки окрашивались в цвет красителя. При приготовлении раствора красителя метиленового синего 3 г красителя растворяют в 100 см³ этилового спирта с объемной долей 96%. Через 2-3 дня из него готовят с дистиллированной водой разведения в соотношении 1:10. Растворы нестойкие, их следует хранить закупоренными, в прохладном, защищенном от света месте [8].

Микроскопирование позволяет установить форму и размер клеток дрожжей, их физиологическое состояние и наличие механических и биологических загрязнений, т. е. посторонних микроорганизмов. Появление в культуре (препарate) клеток другой формы, резко отличающихся от обычных, свидетельствует об инфицировании. Для определения концентрации (числа клеток) дрожжей в 1 мл жидкости производился подсчет их под микроскопом в счетной камере Горяева.

Камера Горяева состоит из толстого предметного стекла с нанесенными на него поперечными прорезями, образующими три поперечно расположенные плоские площадки.

Средняя площадка продольной прорезью разделена на две, каждая из которых имеет выгравированную на ней сетку. По обе стороны средней площадки в камере Горяева расположены две других на 0,1 выше средней. Плоскости этих площадок служат для притирания покровного стекла до появления так называемых Ньютоновских колец. После притирания покровного стекла создается камера, закрытая с двух боковых сторон, а с двух других остаются щели (капиллярные пространства), через которые и заполняют камеру [7].

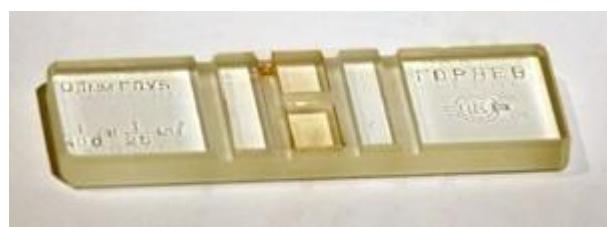


Рис. 1 Счетная камера Горяева

Технические данные камеры Горяева

- Зазор 0.1мм
- Сторона малого квадрата 0.05 ± 0.001 мм
- Сторона большого квадрата 0.2 ± 0.0015 мм
- Сторона сетки 3 ± 0.005 мм
- Площадь сетки 9мм^2 .
- Объем камеры 0.9мм^3 .

Сетка Горяева (рис. 2) содержит 225 больших квадратов (15 рядов по 15 больших квадратов в каждом), разграфленных вертикально, горизонтально, крест на крест и неразграфленных.

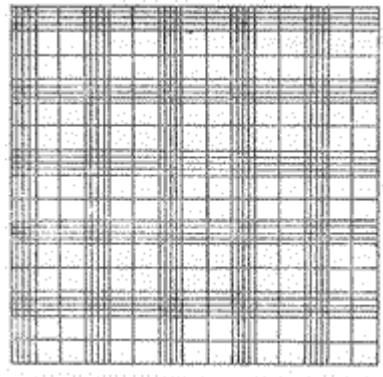


Рис. 1 Сетка Горяева

Методика работы со счётной камерой

В камере Горяева подсчитывают количество клеток. Как правило, одновременно определяют жизнеспособность клеток методом исключения красителя (метиленовый синий). Живые клетки не проницаются для красителей, а мертвые клетки проницаются и окрашиваются.

Для определения количества живых клеток аликовоту суспензии смешивают с равным количеством приготовленного по вышеописанной методике раствора красителя [3].

Каплю исследуемой суспензии с помощью пастеровской пипетки переносят в камеру под покровное стекло. Прежде чем перейти к подсчету, нужно дать клеткам осесть на дно камеры.

В каждом препарате счетной камеры подсчитывают клетки в 5 больших квадратах — по углам и в центре сетки. Чтобы определить количество клеток в 1 мл исследуемого субстрата, нужно среднюю сумму клеток в 5 больших квадратах умножить на 50000. Удобно пользоваться формулой

$$X = Ax5 \times 10^6$$

где A — сумма клеток пяти больших квадратов;

5×10^6 — коэффициент пересчета объема пяти больших квадратов на 1cm^3 .

Полученные данные выражают в $\text{млн}/\text{см}^3$

ГЛАВА 3

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В результате проведённых исследований была определена концентрация клеток дрожжей в каждой пробе воды (количество клеток в 1 мл пробы), в том числе и в контрольном варианте. Используя, счётную камеру Горяева, была определена концентрация клеток дрожжей в каждой исследуемой пробе. Кроме того, был определён процент мёртвых клеток в каждой пробе через 30 минут после приготовления суспензии и через 60 минут, с целью определения выживаемости дрожжей в исследуемых водоёмах. Полученные результаты отображены в таблице 3.1.

Таблица 3.1. – Количественный анализ проведённых исследований

№ и название пробы	Дата забора пробы	Количество клеток дрожжей в 1 мл пробы (млн/см ³)	Процент мёртвых клеток в 1 мл пробы через 30 минут после приготовления суспензии (%)	Процент мёртвых клеток в 1 мл пробы через 60 минут после приготовления суспензии (%)
1 (озеро Святое)	14 мая	23	35	48
	8 июня	26	38	50
	14 сент.	19	33	52
2 (р. Дубровенка)	14 мая	29	31	43
	8 июня	30	29	41
	14 сент.	28	33	45
3 (р. Днепр)	14 мая	21	38	52
	8 июня	25	41	54
	14 сент.	17	35	50
4 Озеро Печерское	14 мая	30	29	36
	8 июня	32	27	34
	14 сент.	31	32	38
Контроль	14 мая	41	17	19

(о. Лесное)	8 июня	44	16	20
	14 сент.	38	18	18

Процент выживаемости клеток в исследуемых пробах приведён в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Процент выживаемости клеток дрожжей в исследуемых водоёмах

№ и название пробы	Дата забора пробы	Процент выживаемости клеток в пробе через 30 минут после приготовления супензии (%)	Процент выживаемости клеток в пробе через 60 минут после приготовления супензии (%)
1 (озеро Святое)	14 мая	65	52
	8 июня	62	50
	14 сентября	67	48
2 (р. Дубровенка)	14 мая	69	57
	8 июня	71	59
	14 сентября	67	55
3 (р. Днепр)	14 мая	62	48
	8 июня	59	46
	14 сентября	65	50
4 (озеро Печерское)	14 мая	72	61
	8 июня	74	63
	14 сентября	70	59
Контроль (о. Лесное)	14 июня	83	81
	8 августа	84	80
	14 сентября	82	82

В результате проведённых исследований было отмечено, что наиболее высокий темп размножения и выживаемости клеток дрожжей наблюдается в пробе контрольной воды, что говорит о наиболее благоприятном экологическом состоянии данного водоёма.

При визуальной оценке мутности воды, самой светлой оказалась проба № 3 – вода из реки Днепр. Это говорит о самой низкой скорости размножения дрожжей. Количественные подсчёты концентрации клеток дрожжей в 1 мл пробы воды из данного водоёма показали такой же результат. Количество клеток дрожжей в пробе № 1 составило 21 млн/см³, 25 млн/см³, 17 млн/см³ в мае, июне и сентябре соответственно.

Более мутной, чем в реке Днепр оказалась проба № 1 – вода из озера Святое. Количественный подсчёт концентрации клеток дрожжей в 1 мл пробы воды из данного водоёма показал результат – 23 млн/см³, 26 млн/см³, 18 млн/см³ в июне, августе и сентябре соответственно. На первом месте по степени мутности среди исследуемых водоёмов оказалась проба № 4 – вода из озера Печерское. Количественный подсчёт концентрации клеток дрожжей в 1 мл пробы воды из данного водоёма дал результат – 30 млн/см³, 32 млн/см³, 31 млн/см³ в мае, июне и сентябре соответственно (Приложение 5).

Через 30 минут после приготовления суспензии процент выживших клеток в контрольной пробе составил 83 %, 84 %, 82 % см³ в мае, июне и сентябре соответственно. Через 60 минут после приготовления суспензии процент выживших клеток в контрольной пробе составил и 81 %, 80 %, 82 % в мае, июне и сентябре соответственно, что является значительно высоким показателем выживаемости клеток.

Самый низкий процент выживаемости клеток дрожжей характерен для пробы № 3 (река Днепр). Он составил 62 %, 59 %, 65 % через 30 минут и 48 %, 46 %, 50 % через 60 минут после приготовления суспензии.

Несколько выше оказался результат выживаемости клеток дрожжей в пробе № 1 (озеро Святое) – 65 %, 62 %, 67 % через 30 минут и 52 %, 50 %, 48 % через 60 минут после приготовления суспензии.

Среди испытуемых водоёмов наиболее высокий процент выживаемости клеток характерен для пробы № 2 (река Дубровенка). Данный показатель составил 69 %, 71 %, 67 % через 30 минут и 57 %, 59 %, 55 % через 60 минут после приготовления суспензии. Самый высокий процент выживаемости

клеток в озере Печерское. Данный показатель составил 72%, 74% и 70% через 30 мин. и 61%, 63% и 59% через 60 мин. Однако эти результаты значительно ниже результатов выживаемости клеток в контрольной пробе.

Заключение

В результате проведённых исследований была осуществлена степень загрязнения водоёмов города Могилёва с использованием дрожжей в качестве биоиндикатора. Также была показана высокая чувствительность дрожжей к загрязняющим факторам окружающей среды.

Результаты исследовательской работы показали, что наиболее загрязнённым водоёмом, из четырех нами исследуемых, оказалась река Днепр. На втором месте по загрязнённости оказалось озеро Святое, на третьем месте – река Дубровенка. Наиболее «чистым» является озеро Печерское.

По выполненной работе можно сделать следующие выводы:

1. Определена возможность использования культуры дрожжей в качестве наиболее легкодоступного и чувствительного тест-объекта для биоиндикации загрязнения водоёмов.
2. Определены концентрация и процент выживаемости клеток дрожжей в пробах воды исследуемых водоёмов.
3. Показана обратная зависимость скорости размножения, а также выживаемости дрожжей от воздействия загрязняющих факторов окружающей среды.

Таким образом, исследования показали возможность определения степени загрязнения водоёмов с использованием культуры дрожжей в качестве биоиндикатора.

Список используемых источников

1. Брагинский, Л.П. Биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/Л.П. Брагинский. – М.: Наука, 2002. – 228 с.
2. Википедия [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://ru.wikipedia.org/wiki/>. Дата обращения: 03.08.2014.
3. Воробьев, А.В. Микробиология: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/А.В. Воробьев, А.С. Быков, Е.П. Пашков, А.М. Рыбакова. // 2-е изд. переработанное и дополненное – М.: Медицина, 2003. – с. 28 – 48.
4. Вронский, В.А. Прикладная экология: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/ В.А. Вронский. – Ростов н/Д.: Феникс, 1996. – 512 с.
5. Куперман, Б. И. Паразиты рыб как биоиндикаторы загрязнения водоемов. Паразитология: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/Б.И. Куперман. – М.: Академия, 1992. Т. 26, № 6. с. 479-481.
6. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/О.П. Мелехова, Е.И. Сарапульцева, Т.И. Евсеева и др; под ред. О.П. Мелеховой и Е.И. Сарапульцевой. // 2-е издание, испр. – М.: Академия, 2008. – с. 127 – 152.
7. Микроскопическая техника в биологии [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://labx.narod.ru/documents/micropreparaty.html>. Дата обращения: 07.08.2014.
8. Нетрусов, А.И. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / А.И. Нетрусов, М.А. Егорова, Л.М. Захарчук и др.; под ред. А.И. Нетруса. – М.: Академия, 2005. – 608 с.
9. Петров, К.М. Общая экология: Взаимодействие общества и природы: учебное пособие для студ. высш. учеб. заведений/ КМ. Петров.// 2-е изд., переработанное и дополненное – Спб: Химия, 2001. – с. 138 – 151.
10. Семихатова, Н.М. Производство хлебопекарных дрожжей// 2-е изд, переработанное и дополненное – М.: Агропромиздат, 2003. – 272 с.

11. Сергеев, Е. М. Рациональное использование и охрана окружающей среды городов/Е. М. Сергеев, Г. Л. Кофф. – М.: Высшая школа, 1999. – с. 99 – 115.

Приложение 1

Объекты исследования: озеро Святое



Приложение 2

Объекты исследования: река Днепр



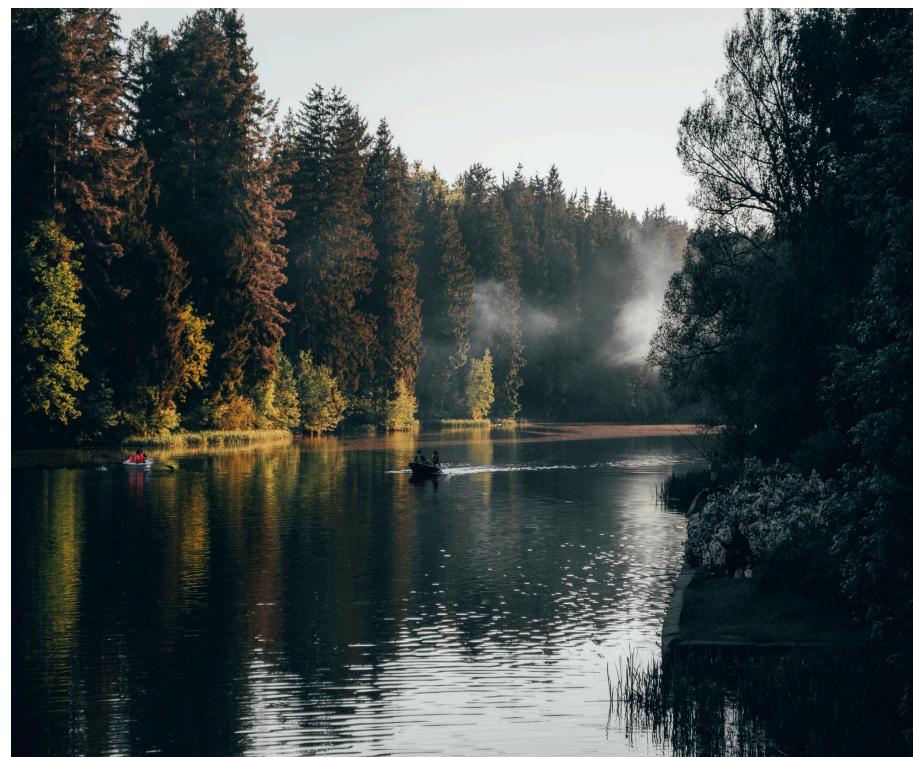
Приложение 3

Объекты исследования: река Дубровенка



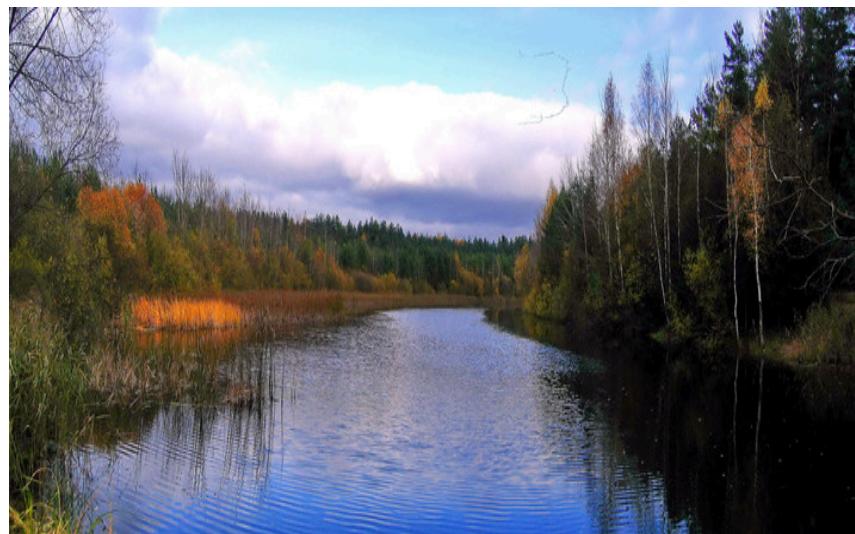
Приложение 4

Озеро Печерское



Приложение 5

Контроль: озеро Лесное



Приложение 6

Количественный анализ клеток дрожжей в исследуемых водоёмах



Ряд 1 – озеро Святое

Ряд 2 – река Дубровенка

Ряд 3 – река Днепр

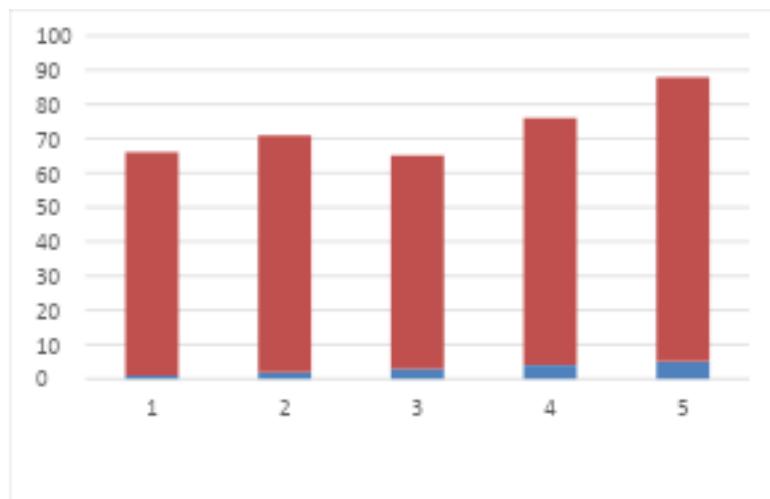
Ряд 4 – озеро Печерское

Ряд 5 – озеро Лесное

Приложение 7

Процент выживаемости клеток в исследуемых пробах

Процент выживаемости клеток в пробе через 30 минут после приготовления супензии (%)



Ряд 1 – озеро Святое

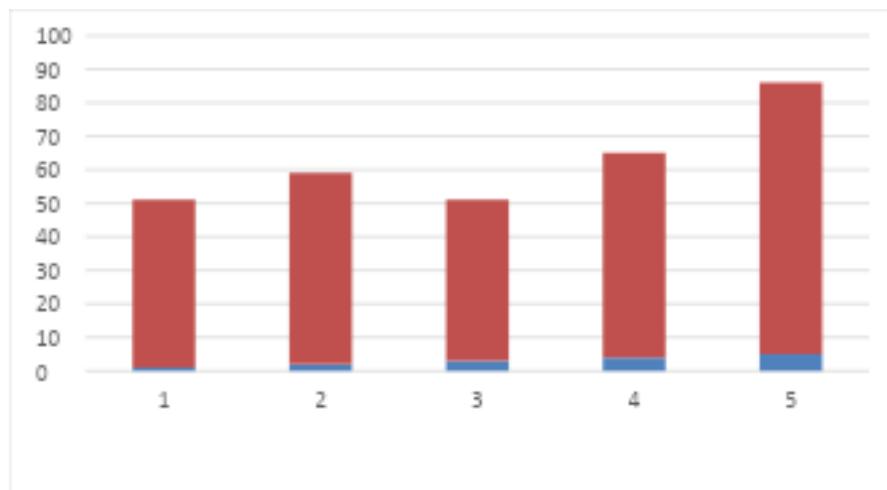
Ряд 2 – река Дубровенка

Ряд 3 – река Днепр

Ряд 4 – озеро Печерское

Ряд 5 – озеро Лесное

Процент выживаемости клеток в пробе через 60 минут после приготовления супензии (%)



Ряд 1 – озеро Святое

Ряд 2 – река Дубровенка

Ряд 3 – река Днепр

Ряд 4 – озеро Печерское
Ряд 5 – озеро Лесное