

Государственное бюджетное общеобразовательное учреждение
средняя общеобразовательная школа № 79
Калининского района г. Санкт-Петербурга

**БИОТЕСТИРОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ СРЕДСТВ
ДЛЯ МЫТЬЯ ПОСУДЫ**

Автор: Егорова Кира Михайловна, 9 класс.

Научный руководитель работы:
Коростелёва Юлия Викторовна,
учитель биологии, педагог ОДОД
ГБОУ СОШ № 79

Санкт-Петербург
2021

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Введение	3
1. Антропогенное загрязнение природных водоёмов	4
1.1. Источники антропогенного загрязнения воды	4
1.2. Антропогенная эвтрофикация природных водоёмов	4
2. Влияние различных компонентов моющих средств на здоровье человека	6
3. Основные принципы биотестирования	7
4. Краткое описание объектов исследования	8
5. Методика исследования	9
6. Результаты и обсуждение	10
Выводы	15
Литература	16
Приложения	

ВВЕДЕНИЕ.

Загрязнение гидросферы происходит, прежде всего, в результате сброса в реки, озера и моря промышленных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод.

Для здоровья человека неблагоприятные последствия загрязнения воды проявляются в результате биологического накопления по длинным пищевым цепям: вода – планктон – рыбы – человек или вода – почва – растения – животные – человек. По мере роста населения городов и развития централизованной канализации непрерывно увеличивается поступление в водоёмы поверхностно-активных веществ с коммунальными стоками. Этому способствует, в частности, употребление во всём больших количествах моющих средств, содержащих ПАВ.

Поверхностно-активные вещества способствуют повышению эпидемиологической опасности воды, а также химическому загрязнению веществами высокой биологической активности.

Цель нашей работы: изучить влияние экологически безопасных средств для мытья посуды на прорастание семян растений, развитие проростков, активность дрожжей.

Задачи:

1. Провести теоретический анализ состава экологически безопасных средств для мытья посуды, овощей и фруктов.
2. Сравнить всхожесть семян горчицы белой и кресс-салата в растворах этих средств.
3. Сравнить активность дрожжей в растворах различных средств для мытья посуды.
4. Выявить наиболее безопасное для живых организмов моющее средство.

Объекты исследования: семена горчицы белой, кресс-салата, пекарские дрожжи.

Предметы исследования: средства для мытья посуды и фруктов с экомаркировкой («Я родился», «BioMio», «ЭКО-SYNTRGETIC», «AOS ULTRA GREEN», «ZERO% эко-гель»).

Гипотеза: в состав экологически чистых средств для мытья посуды и фруктов входят вещества, оказывающие вредное воздействие на живые объекты, а значит и на человека.

Методы исследования: изучение литературы по теме исследования, проведение экспериментов, сравнение полученных данных.

1. АНТРОПОГЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОДОЁМОВ.

1.1. Источники антропогенного загрязнения воды.

Существует три вида загрязнения природных водоёмов: физическое, химическое и биологическое.

Под физическим понимается прежде всего тепловое загрязнение, образующееся в результате сброса подогретых вод, используемых для охлаждения на ТЭС и АЭС, а также бытовых стоков. Сброс таких вод приводит к нарушению природного водного режима. Например, реки в местах сброса таких вод не замерзают. В замкнутых водоёмах это приводит к уменьшению содержания кислорода, что приводит к гибели рыб и бурному развитию одноклеточных водорослей («цветению» воды). К физическому загрязнению относят также радиоактивное загрязнение.

Химическое загрязнение гидросфера возникает в результате попадания в неё различных химических веществ и соединений. Примером служит сброс в водоёмы тяжёлых металлов (свинец, ртуть), удобрений (нитраты, фосфаты) и углеводородов (нефть, органические загрязнения). Главным источником выступает промышленность и транспорт.

Биологическое загрязнение создаётся микроорганизмами, часто болезнетворными. В водную среду они попадают со стоками химической, целлюлозно-бумажной, пищевой промышленности и животноводческих комплексов. Такие стоки могут явиться источниками различных заболеваний.

Все загрязняющие воду вещества можно разделить на группы:

- органические вещества сельского хозяйства, бытовых и промышленных стоков (их окисление происходит под воздействием кислорода);
- болезнетворные микроорганизмы и вирусы в плохо обработанных стоках городов и животноводческих ферм;
- азот и фосфор из бытовых и сельскохозяйственных стоков, что увеличивает содержание нитратов и нитритов в водоёмах;
- тяжёлые металлы, нефтепродукты, пестициды, синтетические моющие вещества (СМС), фенолы [1].

1.2. Антропогенная эвтрофикация природных водоёмов.

Важным последствием бытового загрязнения является то, что коммунальные сточные воды, кроме большого количества органических веществ, несут и много биогенных элементов. Результатом этого становится *антропогенная эвтрофикация*

водоёмов и водотоков, под которой подразумевают связанное с деятельностью человека повышение уровня трофии водоёмов, возникающее в результате избыточного поступления в них биогенов (азота, фосфора) и сопровождающееся характерным комплексом изменения экосистем. Главными агентами эвтрофирования могут выступать соединения азота и фосфора, главным образом в виде нитратов и фосфатов.

Источники поступления агентов эвтрофирования:

- естественное вымывание питательных веществ из почвы и выветривание горных пород;
- сбросы частично очищенных или неочищенных бытовых сточных вод, содержащих органические соединения азота и фосфора, нитраты и фосфаты;
- смык неорганических удобрений, содержащих нитраты и фосфаты;
- смык с ферм навоза, содержащего органические соединения азота и фосфора, нитраты, фосфаты и аммиак;
- смыки с нарушенных территорий (шахты, отвалы, стройки, неправильное использование земель);
- сбросы дегтергентов (СМС), содержащих фосфаты;
- поступление нитратов из атмосферы.

При эвтрофировании водная экосистема последовательно проходит несколько стадий. Сначала происходит накопление минеральных солей азота и/или фосфора в воде. Нарастает биомасса фитопланктона, увеличивается мутность воды, повышается концентрация кислорода в верхних слоях воды.

Затем наступает стадия отмирания водорослей. Интенсивно отлагаются донные илы с повышенным содержанием органики. Наконец, наступает полное исчезновение кислорода в глубинных слоях и начинается анаэробное брожение. Характерно образование сероводорода, сероорганических соединений и аммиака.

Вода из такого водоёма может стать непригодной для питья даже после обработки, рекреационная ценность водоёма также может снизиться. Наконец, эвтрофирование приводит к вспышкам "цветения" воды (массового развития водорослей).

"Цветение" воды наносит двоякий ущерб водной системе. Во-первых, оно снижает освещённость, вызывая гибель водных растений. Тем самым нарушаются естественные местообитания многих гидробионтов. Во-вторых, при отмирании водорослей потребляется много кислорода, что может привести к тем же последствиям что и прямое внесение органики в воду.

Легкоокисляемое органическое вещество, в избытке содержащееся в коммунально-бытовых стоках, становится питательной средой для развития множества микроорганизмов, в том числе и патогенных. Кроме того, при разложении органического вещества (и химическом, и микробиологическом) потребляется кислород. В случае сильного загрязнения содержание растворённого в воде кислорода падает настолько, что делает невозможным нормальное функционирование микробиологических сообществ.

Основная мера предупреждения эвтрофикации водоёмов сводится к их охране от избыточного поступления биогенов [2].

2. ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ КОМПОНЕНТОВ МОЮЩИХ СРЕДСТВ НА ЗДОРОВЬЕ ЧЕЛОВЕКА.

ПАВ, входящие в состав средств для мытья посуды, оказывают воздействие, прежде всего, на кожу рук. Они разрушают естественный защитный слой (липидный барьер), что приводит к сухости и шелушению кожи. У людей, склонных к аллергии, воздействие ПАВ может вызвать дерматит.

Во время мытья посуды на органы дыхания человека оказывают влияние различные ароматические вещества, что может привести к аллергическим заболеваниям, в том числе к астме.

После ополаскивания посуды на ней всё равно остаются микротома моющего средства, которое попадает в организм человека вместе с едой. Остатки этих средств могут попасть в ЖКТ при употреблении в пищу овощей и фруктов, даже если их тщательно ополоснуть водой. Таким образом ежедневно в организм человека попадают моющие средства, которые, по мере накопления, могут вызвать серьёзные заболевания от гастрита и язвы желудка до депрессии, гипертонии и злокачественной опухоли.

Почти все средства для мытья посуды содержат ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты), который обладает канцерогенными свойствами. Накапливаясь в организме, это вещество подавляет нормальную работу клеток, а также усиливает негативное воздействие на кожу косметических средств.

Бензиловый спирт, применяющийся в качестве консерванта, опасен для чувствительной кожи, т.к. может вызвать дерматит и расширение сосудов.

Цитрат серебра обладает бактерицидным действием и считается безопасным для

организма человека.

Консервант катон при длительном воздействии может привести к раздражению кожи и дерматиту [3].

3. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ.

Биотестирование - метод анализа, заключающийся в определении действия токсикантов на специально выбранные организмы в стандартных условиях с регистрацией различных поведенческих, физиологических или биохимических показателей. Биотестирование широко применяется для контроля качества природных и токсичности сточных вод, при проведении экологической экспертизы новых технологий очистки стоков, при обосновании нормативов ПДК загрязнителей.

Применение биотестирования имеет ряд преимуществ перед физико-химическим анализом, средствами которого часто не удается обнаружить неустойчивые соединения или количественно определить ультрамалые концентрации экотоксикантов. Довольно часто случаи, когда выполненный современными средствами химический анализ не показывает наличия токсикантов, тогда как использование биологических тест-объектов свидетельствует об их присутствии в исследуемой среде.

Требования к методам биотестирования:

- применимость для оценки любых экологических изменений среды обитания живых организмов;
- чувствительность для определения начальных экологических изменений в среде обитания;
- удобство и простота применения;
- доступность тест-объектов.

Благодаря большим успехам науки, с использованием в качестве тестов микроорганизмов и клеток млекопитающих, растительные объекты стали применяться реже, чем раньше. Однако, некоторые растения, например конские бобы, лук, традесканция, кукуруза, ячмень, соя могут обладать существенными преимуществами по сравнению с другими тест-системами. Возможным недостатком является существенное различие метаболизма растений и млекопитающих.

Кроме выбора биотеста существенную роль играет выбор тест-реакции – того параметра организма, который измеряется при тестировании.

Наиболее информативными являются параметры, характеризующие общее состояние системы. Для отдельных организмов к таким параметрам обычно относят характеристики выживаемости, роста, плодовитости, остальные характеристики относят к частным (морфологические, физиологические и др.).

Биотестирование можно применять для мониторинга районов с интенсивным развитием промышленности и сельского хозяйства, а также с интенсивными потоками автотранспорта, которые являются основными загрязнителями в мегаполисах.

Биотестирование позволяет провести беглое обследование больших пространств, для выявления экологических нарушений, но при этом использовать самые простые и эффективные методы [2].

4. КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ ОБЪЕКТОВ ИССЛЕДОВАНИЯ.

Горчица белая – вид однолетних травянистых растений рода Горчица семейства Крестоцветные, или Капустные. Типичные места произрастания – лесостепи, полесья, поля и обочины дорог. На территории России горчица белая произрастает как в диком виде, так и в культуре

Горчица белая – травянистое растение высотой до 100 см с прямостоячими стеблями, разветвленными сверху. Нижние листья перисто-надрезанные, лировидные, с широкоовальной верхней лопастью, состоящей из трех долей; верхние – короткочерешковые, жестковолосистые или голые, с меньшим числом лопастей. Цветки белые или бледно-желтые, собраны в многоцветковые кистевидные соцветия. Плод – прямой или изогнутый стручок. Семена мелкие, округлые, светло-желтые. Цветет горчица белая в июне-июле, плоды созревают в августе. Горчица белая – растение, не привередливое к условиям выращивания, растет без проблем на всех типах почв, исключение: засоленные, кислые, болотистые и легкие песчаные. Корневая система горчицы мощная и хорошо развитая, основная масса корней способна усваивать питательные вещества (например, калий или фосфор) из почвы, поэтому растения не испытывают недостатка в питании даже на неплодородных почвах.

Кресс-салат- однолетнее быстрорастущее, довольно холостойкое растение семейства Крестоцветные (Капустные). Корень тонкий, стержневой. Растение в молодом возрасте образует розетку листьев высотой 15—17 см, диаметром 18—20 см. Прикорневые листья черешковые, перисто- или двоякоперисторассеченные, лопастно надрезанные или цельные, овальные, с зубчатым краем. Стебель прямостоячий,

разветвленный, высотой 30—60 см, с линейными цельными острыми листьями. Мелкие белые, бледно-фиолетовые или розовые цветки собраны в соцветие — сильноудлиненную кисть. Всходы кресс-салата появляются на 3—4-е сутки после высеяния семян. Плод — яйцевидный стручок. Семена мелкие, вальковатой формы, слегка сплюснутые, гладкие, желто-коричневые, длиной 2-3 м, прорастают при температуре +5°C.

Хлебопекарные (пекарские) дрожжи — организмы из семейств сахаромицетов. В процессе жизнедеятельности дрожжи потребляют сахар и выделяют углекислый газ и этиловый спирт, которые поглощаются и впоследствии выделяются тестом под воздействием температуры в процессе выпечки. Готовое тесто в ходе ферментации увеличивается в объёме приблизительно вдвое. Выпускаются в виде быстро растворяющихся в воде гранул [5].

5. МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ.

Для эксперимента были выбраны экологически чистые средства для мытья посуды: №1-«Я родился», №2-BioMio, №3-ЭКО-SYNTRGETIC, №4-AOS ULTRA GREEN, №5-ZERO% эко-гель, пригодные для мытья посуды, овощей и фруктов. Для сравнения я взяла обычное средство без эко-маркировки - Sorti бальзам с алоэ вера (№6) и раствор хозяйственного мыла (№7). Водопроводная вода (контроль) №8.

Приготовление растворов средств для мытья посуды проводилось в соответствии с рекомендациями на упаковке:

1. «Я родился»: 1 мл на 1 л воды (для мытья детской посуды, овощей и фруктов).
2. BioMio: 1 мл на 1 л воды
3. ЭКО-SYNTRGETIC: 5 мл на 1 л воды (для мытья детской посуды, игрушек, овощей и фруктов).
4. AOS ULTRA GREEN: 1 мл на 1 л воды (для мытья посуды).
5. ZERO% эко-гель: 1 мл на 1 л воды (для мытья посуды, овощей и фруктов).
6. Sorti бальзам с алоэ вера: 1 мл на 1 л воды (для мытья посуды) – БЕЗ ЭКО МАРКИРОВКИ.
7. Раствор хозяйственного мыла: 1 г на 1 л воды.
8. Водопроводная вода (контроль).

В качестве тест-объектов выбрали горчицу белую, кресс-салат и пекарские дрожжи (быстро растворимые, гранулированные). Семена горчицы и кресс-салата

имеют почти 100%-ную всхожесть и удобный для наблюдений размер.

Исследуемые растворы поместили в пластиковые контейнеры с таким расчётом, чтобы закрыть дно слоем 3-5 мм. Затем покрыли жидкость бумажной салфеткой в два слоя. На поверхность салфетки поместили по 30 семян горчицы белой (в другом опыте – кресс-салата). В контрольной пробе использовали отстоявшуюся водопроводную воду. Ёмкости с семенами содержались при комнатной температуре. Через 2 дня подсчитали количество проростков в контрольном и опытных контейнерах и вычислила процент всхожести семян. Для получения более достоверных результатов продолжили опыт еще на 5 дней при тех же условиях и измерили длину корешков и проростков в опытном и контрольном вариантах (на 7-й день эксперимента) [4].

Для изучения влияния средств для мытья посуды на активность дрожжей приготовили смесь (тесто), состоящую из дрожжей (2г), сахара (2 г), муки (5 г), раствора моющего средства (5 мл) [5]. Тесто поместили в пронумерованные стаканчики и поставили в теплое место. Фиксировали время и высоту увеличения объёмов смеси в течение 3,5 часов (каждые 30 мин). Каждый эксперимент был проведён в 3-х повторностях.

6.РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Состав исследуемых экологически чистых средств для мытья посуды, указанный на упаковке, представлен в таблице 1. Из данных таблицы следует, что все моющие средства содержат ПАВ, ароматизаторы, регуляторы кислотности (рН), консерванты и дезинфицирующие агенты. Некоторые содержат ЭДТА и красители. На упаковке образца № 3 отсутствуют данные о содержании ЭДТА. Влияние на организм человека составных компонентов моющих средств было рассмотрено в гл. 2.

Результаты экспериментов по прорастанию семян горчицы белой и кресс-салата представлены на рис. 1 и в табл. 1 Приложения 1.

Из данных диаграммы следует, что наличие в растворе СМС почти не влияет на всхожесть семян горчицы белой (75-85% в пробах и 88%-в воде) и кресс-салата (100% во всех пробах).

Результаты измерений длины корешков растений тест-объектов представлены на рис. 2 и в табл. 2 Приложения 1.

По диаграмме видно, что наличие СМС замедляет развитие корешков горчицы:

значительно в пробах № 1,3,4,6 (3-10 мм), средне – в пробах №2,5 (20-40 мм), незначительно- в растворе хоз. мыла №7 (50-65) по сравнению с водой №8 (50-70 мм); кресс-салата: № 1,3,4,6 (5-25 мм), № 2,5 (30-60 мм), №7 (55-70), №8 (50-70 мм).

Таблица 1. Состав исследуемых средств для мытья посуды, указанный на упаковке.

Название	Состав, указанный на упаковке
1.«Я родился»	ПАВ (5-15%), ароматическая добавка, соль, ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты), экстракт ромашки, регулятор pH, консервант.
2.BioMio	ПАВ (5-15%), pH регулятор-лимонная кислота, дезинфицирующий агент- цитрат серебра, эфирное масло мандарина, консервант-бензиловый спирт, экстракт семян хлопка, лимонен. Не содержит ЭДТА, фосфаты, синтетические ароматизаторы.
3. ЭКО-SYNTRGETIC	А-тензиды растительного происхождения (5-15%), Н-тензиды на основе глюкозы (<5%), вода с ионами серебра, глицерин, масло аира, мяты, шалфея, муската.
4. AOS ULTRA GREEN	ПАВ (5-15%), ароматическая добавка, соль, ЭДТА (этилендиаминтетрауксусной кислоты), экстракт алоэ вера, регулятор pH, консервант, глицерин.
5. ZERO% эко-гель	ПАВ (5-15%), соль, сода, сок лимона, экстракт ромашки, лимонная кислота, консервант катон, цитраль. Не содержит ЭДТА.
6. Sorti бальзам с алоэ вера	ПАВ (5-15%), ароматическая добавка, соль ЭДТА, экстракт алоэ вера, регулятор pH, консервант, красители.
7.Натуральное хозяйственное мыло 72%	Натриевые соли жирных кислот натуральных жиров и масел, вода, соль, антиоксидант.

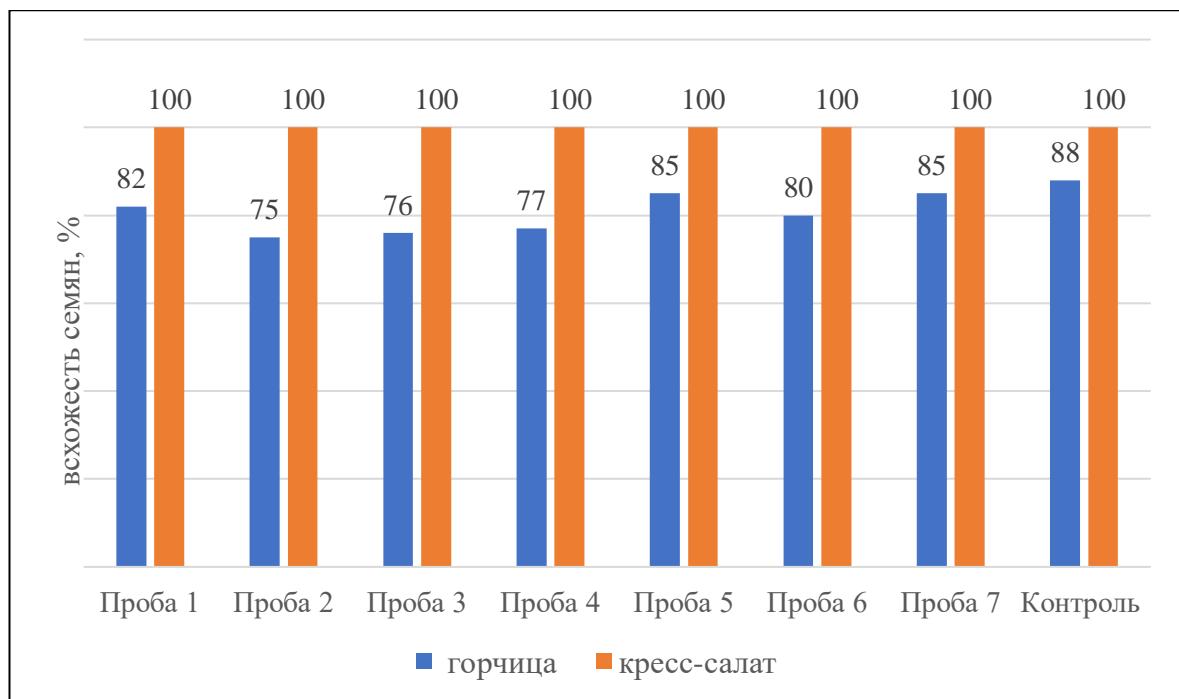


Рис. 1. Средние значения всхожести семян горчицы белой и кресс-салата в исследуемых растворах.

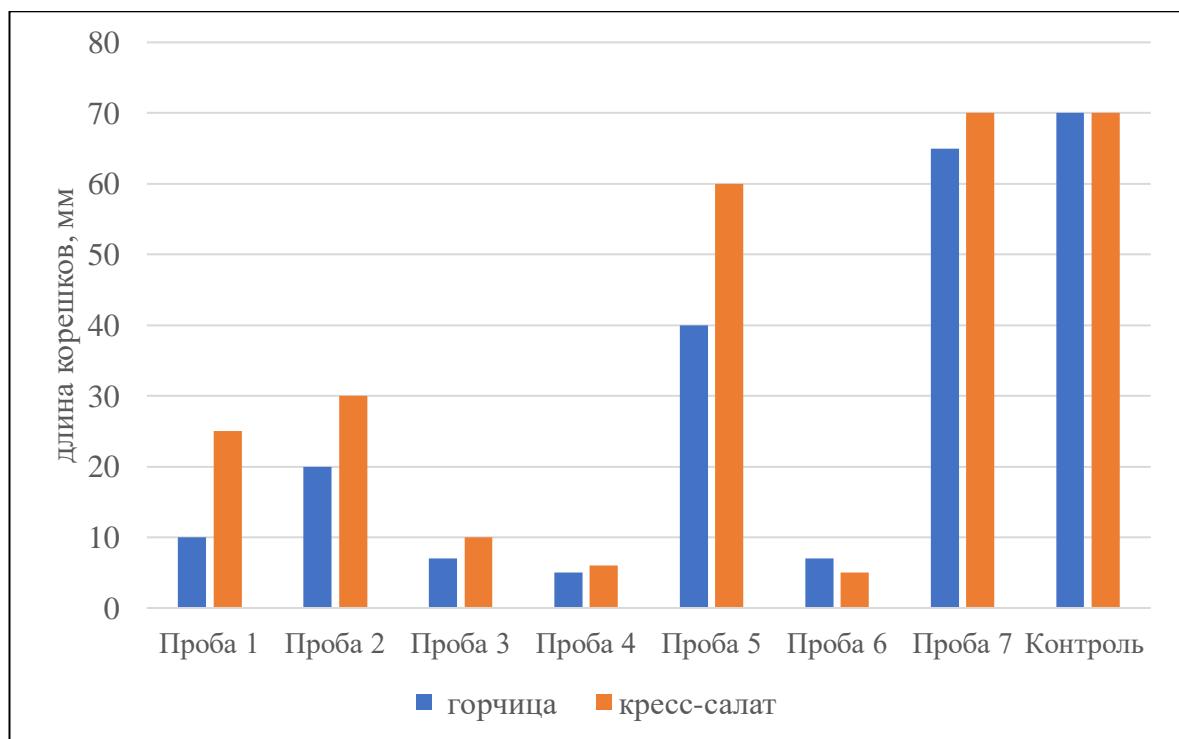


Рис. 2. Средние значения длины корешков горчицы белой и кресс-салата в исследуемых растворах на 7-й день эксперимента.

Результаты измерений длины проростков горчицы белой и кресс-салата на 7-й день эксперимента представлены на рис. 3 и в табл. 3 Приложения 1.

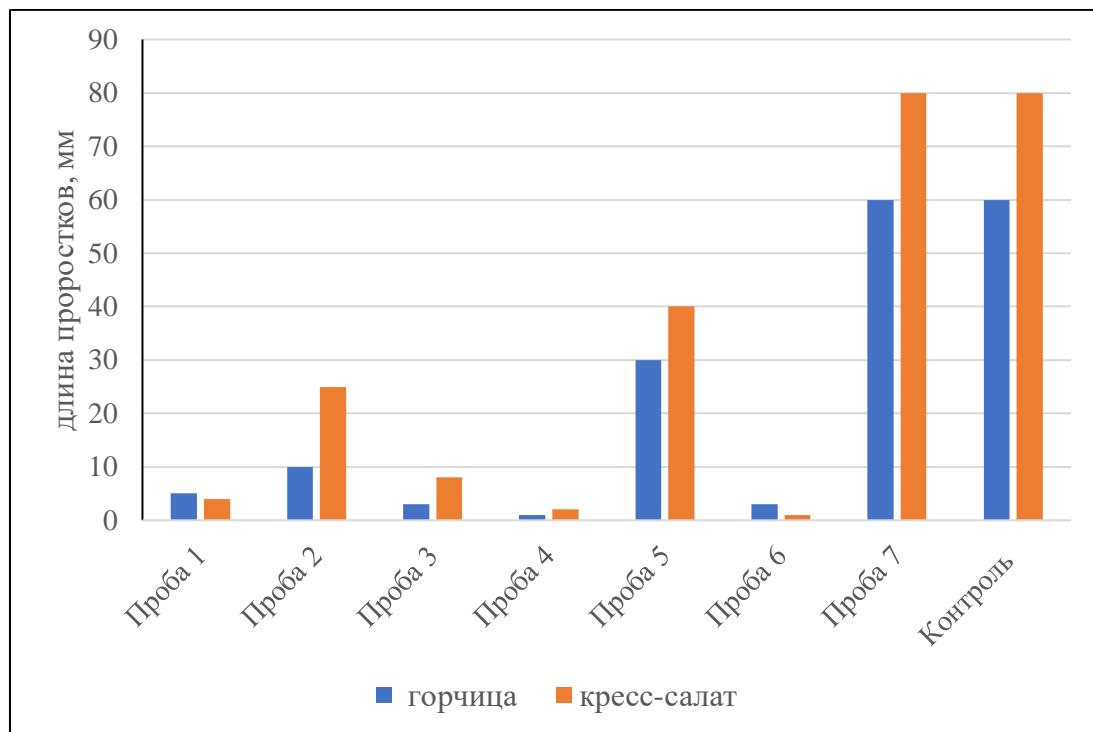


Рис.3. Средние значения длины проростков горчицы белой и кресс-салата в исследуемых растворах на 7-й день эксперимента.

Из данных диаграммы следует, что наличие ПАВ в растворах СМС сильно тормозит развитие проростков горчицы. В пробах № 1,3,4,6 средняя длина проростков составляет 1-5 мм, в растворах без ЭДТА № 2 и 5 - 10-30 мм соответственно. В растворе хозяйственного мыла (№ 7) длина проростков 25-60 мм, т.е. почти такая же, как в контрольной пробе (№8) – от 30 до 60 мм.

Длина проростков кресс-салата в пробах № 1,3,4,6 от 1 до 8 мм, что так же значительно меньше, чем в пробах № 2 и 5 (25-40 мм соответственно). Максимальная длина проростков кресс-салата наблюдается в пробе №7 (55-80 мм), что примерно соответствует контрольной пробе №8 (60-80 мм).

Таким образом оба растения одинаково реагируют на наличие в растворе СМС. Больше всего угнетает рост растений присутствие в растворе ЭДТА, следовательно, именно он является наиболее токсичным компонентом моющих средств.

Экологически чистые средства для мытья посуды «Я родился» (проба №1), ЭКО-SYNTRGETIC (проба №3) и AOS ULTRA GREEN (проба №4) являются такими же токсичными, как и средство без экомаркировки «Sorti бальзам с алоэ вера» (проба

№6). Наименьшей токсичностью обладает средство ZERO% эко-гель (проба №5). Раствор хозяйственного мыла (проба № 7) не оказывает вредного воздействия на развитие растений. Типичные фотографии представлены в табл. 1 Приложения 2.

Результаты исследования активности дрожжей в исследуемых растворах приведены на рис. 4 и в табл. 4 Приложения 1.

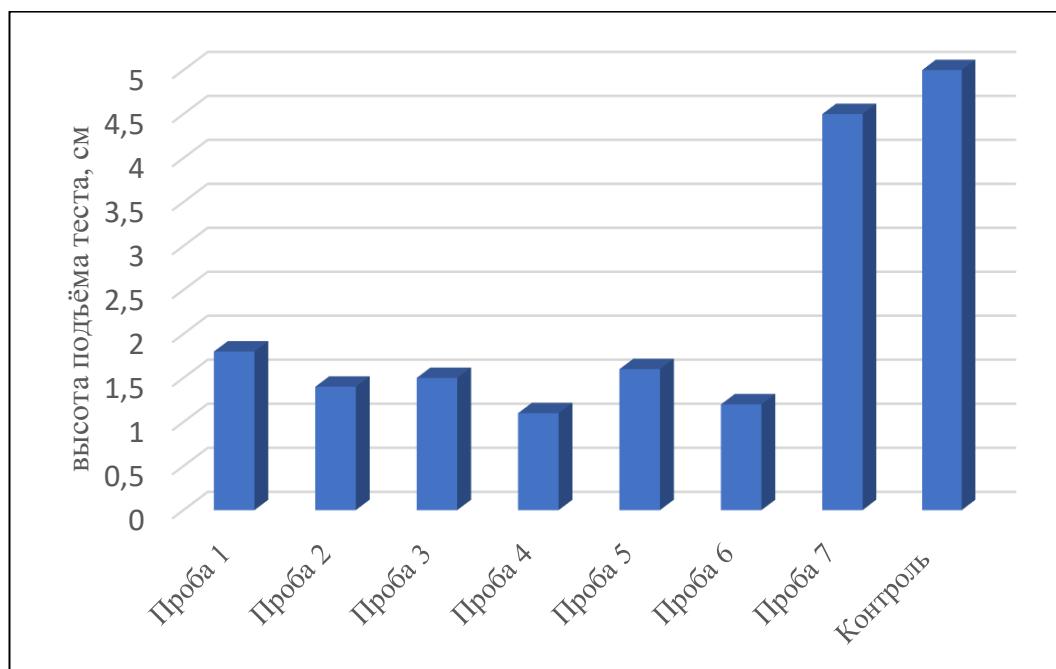


Рис.4. Средние значения высоты подъёма теста через 3,5 ч при добавлении исследуемых растворов.

По диаграмме видно, что активность дрожжей наиболее сильно подавляется в растворах № 2,3,4,6 (объём теста увеличился в 1,1-1,5 раза), менее сильно – в № 1,5 (1,6-1,8 раза), в №7 (4,5 раза), в №8 объём теста увеличился в 5 раз. Для дрожжей также, как и для растений, наименее токсичным оказалось средство ZERO% эко-гель (проба №5), наиболее токсичными – средства № 3,4 и 6 (ЭКО-SYNTRGETIC, AOS ULTRA GREEN и средство без экомаркировки «Sorti бальзам с алоэ вера»).

Различия в реакции растений и дрожжей получились на средства «Я родился» (№1) и BioMio (№2). Вероятно, это связано с особенностями обмена веществ в организмах растений и грибов. Типичные фотографии представлены в табл. 2 Прил. 2.

В целом, полученные данные свидетельствуют о том, что наименее токсичным для живых организмов является хозяйственное мыло (№7), №5 - ZERO% эко-гель и №2- BioMio. Остальные экологически чистые СМС почти также токсичны, как и средство без эко-маркировки - Sorti бальзам с алоэ вера (№6).

ВЫВОДЫ

1. Наличие в растворе СМС почти не влияет на всхожесть семян горчицы и кресс-салата.
2. СМС замедляет развитие корешков горчицы и кресс-салата: значительно (в 7-10 раз) в пробах 1,3,4,6, средне (в 1,5-3,5 раза) – в пробах 2,5, незначительно- в пробе 7 по сравнению с водой.
3. В растворах СМС сильно тормозится развитие проростков горчицы и кресс-салата: в пробах 1,3,4,6 в 20-60 раз, в пробах 2,5 в 2-6 раз, почти не влияет- в пробе 7.
4. Активность дрожжей наиболее сильно подавляется в пробах №2,3,4,6 (объём теста увеличился в 1,1-1,5 раза), менее сильно – в №1,5 (1,6-1,8 раза), в №7 (4,5 раза), в №8 (вода) объём теста увеличился в 5 раз.
5. Наименее токсичным для живых организмов является хозяйственное мыло (№7), №5 - ZERO% эко-гель и №2- BioMio. Остальные экологически чистые СМС почти также токсичны, как и средство без эко-маркировки - Sorti бальзам с алоэ вера (№6).

ЛИТЕРАТУРА.

1. Мелехова О. П., Егорова Е. И. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование. – М.: Издательский центр «Академия», 2007.
2. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: пособие для студ. высш. учеб. заведений под ред. О.П. Мелеховой, Е.И. Сарапульцевой – 2-е изд. М,: Издательский центр «Академия», 2008.
3. Бухштаб З.И. Технология синтетических моющих средств.-М.: Легпромбытиздан, 1988.-320с.
4. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Гущина Э.В. "Экологический практикум школьника", изд. "Учебная литература", 2005, с. 87-90.
5. Ризничук Н. Исследование синтетических моющих средств и влияние их на биологические объекты // <http://livescience.ru> Статьи: Исследование-синтетических-моющих-средств.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1.

Таблица 1. Результаты вычислений средних значений всхожести семян растений в исследуемых растворах на 3-й день эксперимента.

№ пробы	Всхожесть семян, %	
	горчица белая	кress-салат
Проба 1	82	100
Проба 2	75	100
Проба 3	76	100
Проба 4	77	100
Проба 5	85	100
Проба 6	80	100
Проба 7	85	100
Контроль (проба 8)	88	100

Таблица 2. Результаты вычислений средних значений длины корешков у растений в исследуемых растворах на 7-й день эксперимента.

№ пробы	Длина корешков, мм	
	горчица	кress-салат
Проба 1	10	25
Проба 2	20	30
Проба 3	7	10
Проба 4	5	6
Проба 5	40	60
Проба 6	7	5
Проба 7	65	70
Контроль (проба 8)	70	70

Таблица 3. Результаты вычислений средних значений длины проростков в исследуемых растворах на 7-й день эксперимента.

№ пробы	Длина проростков, мм	
	горчица	кресс-салат
Проба 1	5	4
Проба 2	10	25
Проба 3	3	8
Проба 4	1	2
Проба 5	30	40
Проба 6	3	1
Проба 7	60	80
Контроль (проба 8)	60	80

Таблица 4. Средние значения высоты подъёма теста через 3,5 ч при добавлении исследуемых растворов.

№ пробы	Высота подъёма теста, см
Проба 1	1,8
Проба 2	1,4
Проба 3	1,5
Проба 4	1,1
Проба 5	1,6
Проба 6	1,2
Проба 7	4,5
Контроль (проба 8)	5,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 2.

Таблица 1. Типичные фотографии развития растений в исследуемых растворах
на 7-й день эксперимента.

	Горчица белая	Кресс-салат
№1-«Я родился»		
№2-BioMio		
№3-ЭКО-SYNTREGETIC		
№4-AOS ULTRA REEN		

	Горчица белая	Кресс-салат
№7 раствор хоз. мыла		
№6 Sorti бальзам		
№5-ZERO% эко-гель		

Таблица 2. Типичные фотографии высоты подъёма теста через 3,5 ч
при добавлении исследуемых растворов.

