

Российская академия наук
Департамент образования Ярославской области
Департамент образования мэрии города Ярославля
Средняя школа «Провинциальный колледж»

**XXII Российская научная конференция школьников
«Открытие»**

Материалы конференции

**Естествен-
но-
научные
исследования
школьников**

Ярославль, 2019

УДК 001.5
ББК 72я2
М 34

М 34 Материалы конференции «Открытие». Естественно-научные исследования школьников. — Ярославль: Средняя школа «Провинциальный колледж», 2019. — 76 с.

Материалы конференции «Открытие». Естественно-научные исследования школьников

Редакционная коллегия:

Федорчук Ирина Алексеевна, методист Средней школы
«Провинциальный колледж»

Левина Ольга Германовна, кандидат педагогических наук, учитель Средней школы «Провинциальный колледж»

Пухова Наталья Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент ботаники и микробиологии ЯрГУ им.П.Г.Демидова

Калаева Сахиба Зияддиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и природы ЯГТУ

Шалыгина Елена Евгеньевна, кандидат химических наук, директор департамента по качеству АО «Фармославль» группы компаний «Р-Фарм»

Тираж 200 экз.

© Муниципальное общеобразовательное учреждение «Средняя школа с углубленным изучением отдельных предметов «Провинциальный колледж»

К читателям

У Вас в руках ежегодное издание «Сборника естественнонаучных исследований школьников». XXII Российская научная конференция школьников «Открытие» состоялась 21-23 апреля 2019 года. После предварительной проверки и серьезного конкурсного отбора, осуществленного экспертными комиссиями из числа ученых и специалистов вузов, научно-исследовательских институтов Ярославля и других городов, на очный этап конференции было допущено около 300 работ. Доклады школьников прозвучали на 23 тематических секциях по всем направлениям науки.

В данный выпуск вошли исследования естественно-научного направления победителей и призеров XXII Российской научной конференции школьников «Открытие» 2019 г., а также доклады, рекомендованные Экспертным советом.

Сборник естественно-научных исследований школьников выходит уже в семнадцатый раз, и в последние годы благодаря *генеральному партнеру – группе компаний «Р-Фарм»* Оргкомитет конференции получает возможность опубликовать полные тексты исследовательских работ по естественным наукам.

Наш партнер поддерживает образовательные проекты, которые направлены на развитие научно-образовательного потенциала молодежи, предлагая возможность публикации для юных исследователей, серьезно увлеченных химией и биологией.

Публикация работы – это подтверждение высокого качества проведенных исследований, признание важного итога работы, возможность распространения своих достижений, также как и возможность заявить



о себе. Сборник естественнонаучных исследований конференции «Открытие» 2019 года полезен также и для педагогов. Данное издание может исполнять роль практического пособия при организации исследовательской деятельности в образовательном учреждении.

В данном сборнике работы публикуются с незначительными сокращениями. Полные тексты исследований призеров Российской научной конференции

школьников «Открытие» 1996-2019 годов опубликованы на официальном сайте конференции: <http://otkrytie.edu.yar.ru/#archives>.

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО МЫЛА

КАРИМОВА ДИЛЯРА, ОДИЛОВА РАХИМА

МАОУ «Гимназия №37», 9 класс, г.Казань, Республика Татарстан

Школьное научное общество «Химики и лирики»

Научный руководитель – Бухарова Анжелика Вячеславовна, учитель гимназии

Кто из нас не помнит с детства знакомую сакраментальную фразу: «Чистота - залог здоровья»? Кажется, все правильно. Однако вот парадокс – чем больше мы боремся за эту чистоту, тем слабее наш иммунитет, и хуже состояние здоровья. Покупая мыло, шампунь, стиральный порошок или чистящее средство, задумываемся ли мы, какова обратная сторона медали? Все мы убеждены, что если продукт попал в продажу, то он является для нас абсолютно безопасными. В состав современных моющих средств входят более 20 компонентов, которые зачастую являются опасными химическими соединениями: поверхностно-активные вещества (ПАВ), эмульгаторы жиров (фосфаты), щелочи (фосфаты щелочных металлов, сода) и другие активные компоненты (химические и оптические отбеливатели, антибактериальные компоненты), отдушки.

Данная работа является *актуальной* в связи с ростом ответственного отношения к окружающей среде и заботой о здоровье своего организма и будущих поколений.

Цель работы: сделать анализ и выявить наиболее безопасное и эффективное антибактериальное мыло.

Задачи исследования:

- 1) ознакомиться с историей мыла; рассмотреть состав антибактериального мыла;
- 2) сравнить образцы антибактериального мыла, представленного на рынке, по различным показателям;
- 3) сформулировать выводы и рекомендации на основании полученных результатов.

Объектами нашего исследования стали 8 образцов антибактериального твердого мыла, купленных в магазинах города: 1 - Крем-мыло туалетное твердое антибактериальное «ABSOLUT Нежное»; 2 - Safeguard Family Germ Protection; 3 - Мыло туалетное твёрдое антибактериальное «Серное мыло»; 4 - Мыло туалетное твёрдое антибактериальное «Борное мыло»; 5 - Мыло туалетное твёрдое антибактериальное «Натуральное»; 6 - Мыло хозяйственное 72%; 7 - Мыло туалетное твёрдое Антибактериальное «LaFresh» ультразащита; 8 - Мыло туалетное твердое «AntiBak» «Антибактериальное» с маслом чайного дерева и экстрактом брусничных листьев.

Историческая справка

Простейшие технологии изготовления мыла – кипячением древесной золы и последующим растапливанием в ней животного жира – были известны в Шумере приблизительно в 2500 до н. э., Древнем Египте в середине II тысячелетия до н. э. Приготовление мыла обработкой жиров, растительной золой, известью и природными щелочами, по свидетельству Плиния Старшего, использовалось древними галлами и германцами. Ши-

рокое распространение мыловарение приобрело в Древнем Риме. В течение длительного периода мыло использовали не только как моющее средство, но и в медицинских и косметических целях; упоминание о мыле встречается у Галена (II в. н. э.). К XVII в. кустарное производство мыла было достаточно распространено в Европе. В России с 1670 г. известно жидкое калиевое – «зелёное» – мыло, получаемое с использованием поташа (карбоната калия); с 1800 г. начато производство «крепкого и жёлтого» натриевого мыла путём обработки жидкого мыла поваренной солью при кипячении. Промышленное производство мыла появилось в конце XVIII – начале XIX вв. Мыла были практически единственным и универсальным моющим средством до середины XX в. – до появления синтетических моющих средств.

Являясь жителями Казани, мы не могли обойти вниманием и местное мыловаренное производство.

В 1855 году московские фабриканты братья Крестовниковы организовали строительство стеариново-свечного завода на Екатерининской улице (ныне улица Габдуллы Тукай). Автором проекта завода был профессор, заведующий кафедрой технологии Казанского университета, М.Я.Китгары. В 1856 г. завод начинает выпускать твёрдое кусковое мыло. К 1914 г. на долю фабрики приходилось лишь двенадцатая часть всего российского производства мыла. Из-за дефицита сырья во время Первой мировой войны предприятие было вынуждено переориентировать основные мощности на производство мыла, которое к 1916 г. достигло 770 тысяч пудов, увеличившись в 1,5 раза по сравнению с довоенными годами. С января 1919 г. он стал называться «Государственный мыловаренный и свечной завод №1 бывший братьев Крестовниковых». После Гражданской войны завод находился в крайне тяжёлом положении. В 1921 г. рабочим удалось выпустить 830 тонн мыла — 5,4% от довоенного уровня. В 1922 г. заводу присвоили имя революционера М.Вахитова, он получил название «Государственный мыловаренный, свечной и химический завод №1 имени Мулла-Нур Вахитова». В 1926 г. на нём был расширен ассортимент туалетного мыла, а также начато производство стиральных порошков (в упаковках по 400 г под маркой «Блеск»). В 1957 г. комбинат начал выпуск стирального порошка «Новость» (сырьём для производства служил кашалотовый жир), а в 1963 г. – стирального порошка «Волга» (первое синтетическое моющее средство из нефтехимического сырья). После сокращения объёмов китобойного промысла в СССР комбинат стал выпускать СМС – порошки «Ассоль» (позднее назван «Славянка») и «Лотос». С 25 января 1993 г. пред-

приятие стало называться АО «Нэфис Косметик» [6].

Состав мыла

В настоящее время существует много разных сортов антибактериального мыла, состав которого не всегда соответствует ГОСТу, а так же имеет вещества, которые негативно влияют на кожу человека и могут вызывать раздражение и аллергию. Поэтому необходимо знать основные характеристики мыла и правильно подходить к его выбору.

Состав мыла регламентируется ГОСТ 28546-2014 межгосударственный стандарт. мыло туалетное твердое. Общие технические условия. Solid toilet soap. General specifications [1].

Мыло в зависимости от физико-химических показателей, назначения, используемого сырья подразделяют на следующие марки: "Экстра" (Э), "Детское" (Д), "Классическое" (К), «Ординарное» (О), "Специальное" (С). Мыло может содержать масла, настои или экстракты лекарственных трав, витамины, антиоксиданты, крем, увлажняющие и смягчающие ингредиенты, в том числе глицерин, красители, консерванты, отдушку и другие ингредиенты, обеспечивающие потребительские свойства мыла.

Мыло марки "Специальное" – мыло, состоящее из натриевых солей натуральных и синтетических жирных кислот, которое может содержать в своем составе специальные добавки, например: отбеливающие, абразивные добавки, триклозан, хвойную пасту, карболовую кислоту, хну, перегнаный деготь и т.п., которые придают ему дополнительные потребительские свойства, помимо гигиенического ухода.

Компоненты, входящие в состав мыла можно разделить на две группы: основные и вспомогательные. К основным относят: животные жиры и растительные масла, а также жирные кислоты.

К *вспомогательным* веществам, разрешенным к применению органами здравоохранения, относят: натр едкий очищенный; натр едкий технический, водный раствор с массовой долей 40-50%; соль поваренную пищевую; соду кальцинированную техническую; кислоту борную; вещества отбеливающие: двуокись титана пигментную; белила цинковые сухие; оптические отбеливатели; вещества пережиривающие; пластификаторы и антиоксиданты; красители; пигменты; вещества отдушивающие; экстракты из растительного сырья.

Антибактериальное мыло относится и к марке «Ординарное», и к марке «Специальное». Оно должно соответствовать следующим физико-химическим показателям: качественное число, г, не менее 72; массовая доля свободной углекислой соды в пересчете на Na_2O , %, не более 0,22; массовая доля хлористого натрия, %, не более 0,7. Непосредственно норматив на вид и количество антибактериального компонента устанавливается техническим регламентом производителя.

Свойства щелочного мыла

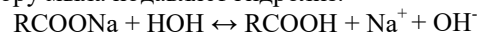
В водных растворах щелочные мыла, являющиеся солями слабых кислот и сильных оснований, гидролизуются; растворы имеют щелочную реакцию. В очень разбавленных растворах мыла полностью диссоциируют на ионы.

Анионы мыла, которые не находят места на поверхности воды, объединяются в мыльном растворе с образованием мицелл. Гидрофобные алкильные радикалы

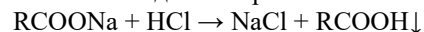
указывают внутрь мицелл, тогда как гидрофильные карбоксилатные группы подвергаются водородным связям снаружи с молекулами воды. Из-за отрицательных зарядов ионов карбоксилата мицеллы отталкивают друг друга. Гидратированные катионы мыла прикрепляются к поверхности мицелл. Мицеллы могут иметь разные формы, они образуют сферические и прямоугольные мицеллы [5].

Концентрация, при которой в водном растворе мыла наряду с отдельными ионами находятся мицеллы, – критическая концентрация мицеллообразования – служит важной характеристикой мыла, т. к. образование мицеллярных систем приводит к резкому изменению свойств растворов. Наличие мицелл и высокая поверхностная (адсорбционная) активность мыла обуславливают характерные свойства мыльных растворов: способность отмывать загрязнения, пениться, смачивать гидрофобные поверхности, эмульгировать масла и пр. Водорастворимые мыла относятся к анионным поверхностно-активным веществам.

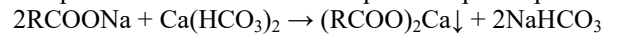
С увеличением молекулярной массы жирных кислот способность мыла к гидролизу возрастает, причём мыла насыщенных жирных кислот подвергаются гидролизу сильнее, чем ненасыщенных; добавление щёлочи к раствору мыла подавляет гидролиз.



С повышением температуры и понижением концентрации и величины pH гидролиз мыла усиливается. Под действием минеральных кислот мыла разлагаются с выделением свободных жирных кислот.



Щелочные мыла чувствительны к ионам, обуславливающим жёсткость воды, и к солям тяжёлых металлов: образуют труднорастворимые соли, осаждающиеся на поверхности текстильных материалов при стирке.

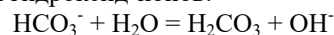


Безводные мыла гигроскопичны. Безводные натриевые мыла, наиболее широко используемые в производстве туалетных мыл, представляют собой твёрдые гигроскопичные продукты с температурой плавления 230–260 °C и плотностью около 1,05 г/см³.

Вместе со значениями pH щелочность мыла является важным показателем для характеристики свойств мыла, отражающий содержание гидроксид-ионов в растворе [3].

Общей щелочностью называется сумма содержащихся в растворе веществ, вступающих в реакцию с сильными кислотами. К таким веществам относят:

- 1) сильные основания, полностью диссоциирующие в разбавленных растворах с образованием гидроксид-ионов (NaOH , KOH , $\text{Ca}(\text{OH})_2$);
- 2) слабые основания (NH_4OH , анилин, пиридин и др.);
- 3) анионы слабых кислот (HCO_3^- , HSO_3^- , HS^- , CO_3^{2-} , SO_3^{2-} , S^{2-} и др.), которые гидролизуются с образованием гидроксид-ионов:



Щелочность, обусловленная присутствием сильных оснований, как в нашем случае, называется гидратной. Щелочность растворов мы определяли методом кислотно-основного титрования. Этот метод основан на реакции, связанной с процессом:



При протекании реакции нейтрализации не наблю-

дается внешних видимых эффектов, поэтому для фиксирования точки эквивалентности применяют соответствующие индикаторы.

Область значений pH, в пределах которой индикатор изменяет свою окраску, называют интервалом перехода индикатора. Каждый индикатор имеет свой интервал перехода, который зависит от особенностей структуры индикатора и его способности к ионизации.

Свободная щёлочность мыла определяется наличием в растворе свободных гидроксид-анионов и измеряется по объёму кислоты, затраченной на титрование мыльного раствора в присутствии фенолфталеина, изменяющего свою окраску в интервале значений pH = 8,0–10,0.

Связанная щёлочность мыла определяется солями жирных кислот и измеряется по объёму кислоты, затраченной на титрование мыльного раствора в присутствии метилоранжа, который изменяет окраску с желтого на красный в интервале pH=3,1-4,4.

Общая щёлочность мыла представляет собой сумму свободной и связанной щёлочности.

Экспериментальная часть

Для проведения исследований нами были приготовлены водные растворы: навеску мыла массой 1 г растворили на водяной бане в 50 мл дистиллированной воды.

Опыт № 1. Определение нерастворимых примесей

Ход работы. Растворы мыла мы подвергли фильтрованию, фильтрат использовали для дальнейших исследований. Осадок взвесили и определили массовую долю нерастворимых примесей. Рассчитали содержание примесей в мыле по формуле: $w_{\text{прим}} = m_{\text{прим}} / m \cdot 100\%$.

Результаты измерений и расчетов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Содержание нерастворимых примесей в исследуемых образцах

№	Наименование образца	<i>m</i> навески, г	<i>m</i> осадка, г	% примесей
1	ABSOLUT Нежное	1	0,06	6
2	Safeguard Family	1	0,04	4
3	Серное мыло	1	0,03	3
4	Борное мыло	1	0,01	1
5	Натуральное	1	0,04	4
6	Мыло хозяйственное 72%	1	0,0	0
7	Антибактериальное «LaFresh»	1	0,02	2
8	AntiBak	1	0,01	1

Опыт № 2. Определение pH мыльных растворов

В нашей работе использовались датчики pH Vernier Software & Technology. Технические характеристики: тип - герметичный, заполнен гелем, эпоксидный корпус, Ag/AgCl; диаметр вала - 12 мм; температурный диапазон - от 5 до 80 °С; диапазон измерений pH 0-14; точность + / - 0,2 единицы pH.

Ход работы [4]: подключили датчик pH к устройству измерения и обработки данных (УИОД) LabQuest. Включили УИОД, на экране УИОД появилось значение

pH. В стакан объёмом 100 мл прилили 50 мл испытуемого раствора. С электрода датчика сняли защитный колпачок, после чего погрузили электрод на 2-3 см в исследуемую жидкость, так, чтобы шарик электрода и электролитический ключ были погружены в воду. Подождали, пока показания на экране стабилизировались, после чего записали результат.

По окончании работы шарик промыли дистиллированной водой и надели на него защитный колпачок с раствором хлорида калия 3 моль/л. Для передачи данных с УИОД на компьютер и их обработки мы использовали программное обеспечение Logger Pro 3.

Результаты определения pH мыльных растворов представлены в таблице 2.

Таблица 2. pH мыльных растворов исследуемых образцов

№	Наименование образца	pH
1	ABSOLUT Нежное	10,53
2	Safeguard Family	10,44
3	Серное мыло	10,53
4	Борное мыло	10,58
5	Натуральное	10,61
6	Мыло хозяйственное 72%	10,57
7	Антибактериальное «LaFresh»	10,51
8	AntiBak	10,50
9	Зола	8,01

Опыт № 3. Определение щелочности и содержания жирных кислот в мыльных растворах

Ход работы [2]. Для титриметрического определения мы приготовили 0,1 М раствор титранта – соляной кислоты. Отобрали строго определённый объём (аликвоту) пробы – 50 мл. Добавили 2-3 капли фенолфталеина. Жидкость окрашивалась в розовый цвет, это свидетельствует о том, что значение pH находится в интервале от 8,3 до 14. Далее к пробе маленькими порциями добавляли титрант до тех пор, пока окраска фенолфталеина не исчезла, фиксировали значение истраченного титранта V_1 . Затем в эту же колбу добавили 2-3 капли метилоранжа и продолжали титровать тем же раствором соляной кислоты до перехода окраски из желтой в оранжевую. При этом наблюдали также появление белых хлопьев, вытесняемых сильной соляной кислотой жирных кислот. Определили объём соляной кислоты, пошедший на это титрование (V_2), и общий объём, израсходованный на титрование по фенолфталеину и метилоранжу ($V_{\text{общ}}$).

Титрование повторяли трижды, каждый раз брали новую порцию раствора и устанавливали уровень жидкости в бюретке на нуле. Разница в отсчетах не должна была превышать 0,1 мл, если наблюдались большие расхождения, титрование повторяли до получения трех сходящихся результатов, из которых брали среднее.

Свободную щелочность вычисляли по формуле:

$$Ш_{\text{свободн}} = C_{\text{к}} \cdot V_1 \cdot 1000 / V_{\text{аликв}} \text{ ммоль} \cdot \text{экв} / \text{дм}^3,$$

где V_1 – средний объём кислоты, пошедший на титрование исследуемой пробы в присутствии фенолфталеина, мл; $C_{\text{к}}$ – молярная концентрация эквивалента кислоты, 0,1 моль·экв/дм³; $V_{\text{аликв}}$ – объём пробы, взятой для анализа, мл.

Для вычисления связанной щелочности использовали формулу:

$$\text{Щ}_{\text{связ}} = C_{\text{к}} \cdot V_2 \cdot 1000 / V_{\text{аликв}} \text{ ммоль} \cdot \text{экв} / \text{дм}^3,$$

где V_2 – средний объем кислоты, пошедший на титрование исследуемой пробы в присутствии метилоранжа, мл; $C_{\text{к}}$ – молярная концентрация эквивалента кислоты, 0,1 моль·экв/дм³; $V_{\text{аликв}}$ – объем пробы, взятой для анализа, мл.

Общую щелочность вычисляли как сумму свободной и связанной щелочности:

$$\text{Щ}_{\text{общ}} = \text{Щ}_{\text{своб}} + \text{Щ}_{\text{связ}}$$

Определяли массовую долю общей щелочности мыла в пересчете на NaOH (w , %) по формулам:

$$m(\text{NaOH}) = \text{Щ}_{\text{общ}} \cdot 10^{-3} \cdot V_{\text{р-ра}} \cdot M(\text{NaOH})$$

Таблица 3. Результаты титриметрического определения щелочности

№	Наименование образца	$V_{\text{аликв}}$, мл	V_1 , мл	$\text{Щ}_{\text{своб}}$, ммоль·экв/дм ³	V_2 , мл	$\text{Щ}_{\text{связ}}$, ммоль·экв/дм ³	$\text{Щ}_{\text{общ}}$, ммоль·экв/дм ³	$M(\text{NaOH})$, г	$w(\text{NaOH})$, %
1	ABSOLUT Нежное	15	3,5	22,7	5,5	36,7	59,4	0,119	11,9
2	Safeguard Family	15	3,0	20,0	6,2	41,3	61,3	0,123	12,3
3	Серное мыло	15	2,7	18,0	5,2	34,7	62,7	0,125	12,5
4	Борное мыло	15	3,2	21,3	6,0	40,0	61,3	0,123	12,3
5	Натуральное	15	3,1	20,7	5,5	36,7	57,4	0,115	11,5
6	Мыло хозяйственное 72%	15	3,0	20,0	4,3	28,7	58,7	0,117	11,7
7	Антибактериальное «LaFresh»	15	2,7	18,0	5,1	34,0	52,0	0,104	10,4
8	AntiBak	15	2,8	18,7	5,0	33,3	52,0	0,104	10,4
9	Зола	15	1,2	8,0	0	0	8,0	0,016	1,6

Таблица 4. Содержание жирных кислот

№	Наименование образца	$m_{\text{навески}}$, г	$\text{Щ}_{\text{связ}}$, ммоль·экв/дм ³	$M(\text{жирн.к-т})$, г	$w(\text{жирн.к-т})$, %
1	ABSOLUT Нежное	1	36,7	0,503	50,3
2	Safeguard Family	1	41,3	0,567	56,7
3	Серное мыло	1	34,7	0,476	47,6
4	Борное мыло	1	40,0	0,549	54,9
5	Натуральное	1	36,7	0,503	50,3
6	Мыло хозяйственное 72 %	1	28,7	0,394	39,4
7	Антибактериальное «LaFresh»	1	34,0	0,467	46,7
8	AntiBak	1	33,3	0,457	45,7
9	Зола	1	0	0	0

Опыт № 4. Определение содержания хлоридов

Ход работы. Определение хлорид-ионов в фильтрате мы производили с помощью датчика хлорид-ионов (производитель НАУ-РА). Объем анализируемой пробы был взят 50 мл, для некоторых проб понадобилось дополнительное разбавление растворов от 2 до 10 раз.

Датчики погружали в исследуемый раствор, подключали к программе «Практикум». На экране появлялся график, отражающий содержание хлорид-ионов в растворе [5]. Результат фиксировали после того, как на графике значения стабилизировались. Результаты измерений и вычислений представлены

$$w(\text{NaOH}) = m(\text{NaOH}) \cdot 100 / m_{\text{навески}}$$

Мы вычислили содержание жирных кислот в мыле по связанной щелочности. Так как твердые мыла — это натриевые соли преимущественно стеариновой, олеиновой и пальмитиновой кислот, относительные молекулярные массы которых соответственно 284,47, 282,45 и 256,42 г/моль, то для расчетов за эквивалент жирных кислот можно принять 274,44 г/моль — это среднее значение молекулярных масс.

$$m(\text{жирн.к-т}) = \text{Щ}_{\text{связ}} \cdot 10^{-3} \cdot V_{\text{р-ра}} \cdot 274,44$$

$$w(\text{жирн.к-т}) = m(\text{жирн.к-т}) \cdot 100 / m_{\text{навески}}$$

Результаты испытаний приведены в таблицах 3,4.

в таблице 5.

Массовую долю хлорида натрия в продукте вычисляли по формуле:

$$\omega(\text{NaCl}) = \frac{C \cdot V_{\text{разб}} \cdot 10^{-3} \cdot 58,5}{g \cdot 35,5} \cdot 100\%$$

где $\omega(\text{NaCl})$ – массовая доля хлорида натрия в продукте, %; C – массовая концентрация хлорида натрия, мг/л; g – навеска продукта, г; $V_{\text{разб}}$ – объем разбавленного раствора, мл; 10^{-3} – коэффициент перевода в г; 58,8 – $M(\text{NaCl})$, 35,5 – $M(\text{Cl}^-)$; 100 – перевод в %.

Таблица 5. Результаты определения содержания хлоридов

№	Наименование образца	V p-ра, мл	V разб. p-ра, мл	Концентрация хлорид-ионов по графику, мг/л	Содержание хлорида натрия, %
1	ABSOLUT Нежное	50	50	122,5	2,01
2	Safeguard Family	50	500	32,7	5,38
3	Серное мыло	50	500	28,7	4,72
4	Борное мыло	50	50	123,3	2,03
5	Натуральное	50	150	143,3	7,08
6	Мыло хозяйственное 72 %	50	50	150	2,47
7	Антибактериальное «LaFresh»	50	50	147,5	2,43
8	AntiBak	10	50	92,5	1,52
9	Зола	50	50	-	-

Опыт № 5. Сравнение антибактериальной эффективности мыла

Ход работы. Для того чтобы выяснить, какой из образцов обладает наибольшим антибактериальным эффектом, мы провели следующий эксперимент:

- приготовили питательный бульон (3 г сухого концентрата растворили в 1 л воды и прокипятили);
- готовый бульон разлили по стерильным чашкам Петри;
- с помощью ватной палочки взяли мазки с рук (руки в течение дня не мыли), поместили их в бульон, одну чашку оставили контрольной;
- в «зараженные» чашки капнули по 2 капли мыльного раствора исследуемых образцов;
- образцы поместили в термостат на 24 часа при температуре 36 градусов;
- через сутки сделали фотографии полученных результатов.

Мы не ставили перед собой задачу определить вид бактерий и их количество, мы ограничились визуальной оценкой. *Результаты* эксперимента показали, что наиболее эффективными оказались образцы № 1,3,4,5,6.

Выводы

В ходе выполнения нашей работы мы решили поставленные перед нами задачи: изучили материалы, касающиеся твердого мыла и методов исследования; измерили значение pH мыльных растворов; определили щелочность растворов; определили количество хлорид-ионов в мыльных растворах; произвели необходимые вычисления; сравнили антибактериальную эффективность исследуемых образцов.

Результаты показали, что водородный показатель растворов для всех образцов находится в диапазоне 10,4-10,7. Это свидетельствует о щелочной среде, что скажется негативно на кожном покрове. Указанные добавки в мылах не подтвердили снижение pH.

Определенная нами свободная щелочность растворов исследуемых образцов мыла подтверждает результаты pH. В пересчете на NaOH наибольшее значение массовой доли -12,5% - у образца №3 (Серное мыло), наименьшее значение – 10,4 – у образцов №№ 7,8 (Антибактериальное «LaFresh», Antibak).

Вычисленное нами по связанной щелочности содержание жирных кислот выше в образцах №№ 2,4,1,5 - 56,7%, 54,9%, 50,3% и 50,3% соответственно.

Содержание хлорид-ионов во всех образцах выше нормы (0,7%), находится в пределах от 1,52% у образца № 8 (Antibak) до 7,08% у образца № 5 (Натуральное).

Сравнение антибактериальных свойств показало, что наиболее эффективными являются образцы № 1,3,4,6,7.

Мы провели ранжирование образцов по исследуемым нами параметрам с целью установления наиболее оптимального варианта «цена-качество». Лидерами по параметрам «рН – содержание жирных кислот – антибактериальность - содержание хлорида натрия - цена» стали образцы Safeguard, Борное и Серное.

Список литературы

1. ГОСТ 28546-2014 МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ СТАНДАРТ. МЫЛО ТУАЛЕТНОЕ ТВЕРДОЕ. Общие технические условия. Solid toilet soap. General specifications М.: ИПК Издательство стандартов, 2003.
2. Коровин Н.В. Общая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие. / Под общ.ред. Н.В.Коровина. М.: КНОРУС, 2015. 336 с.
3. Лапова Т.В. Определение кислотности и щелочности различных типов вод: методические указания / Сост. Т.В.Лапова, А.Н.Павлова, М.Л.Тогидний. Томск: Изд-во Том.гос.архит.строит.ун-та. 2013, 20 с.
4. Описание программного обеспечения. Краткое руководство пользователя. Logger Pro. Производственно-консультационная группа «Развитие образовательных систем».
5. Chemie heute S II Gesamtband. Redaktion: Sylvia Feil, Dr. Sven Horst, Dr. Mario Puchner, Dr. Yvonne Ritzka.2009 Bildungshaus Schulbuchverlage Westermann Schroedel Diesterweg Schoningh Winklers GmbH, Braunschweig.
6. Группа компаний «Нэфис» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.nefco.ru/#Yy04LTA>.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ НЕКОТОРЫХ ВИДОВ ТВОРОГА

ЛЬВОВА ЛИДИЯ

МБОУ «Гимназия №30», 10 класс, г.Иваново

Научные руководители: Таланова Ирина Олеговна, кандидат химических наук, ассистент кафедры биохимии ИвГМА; Волкова Татьяна Геннадьевна, кандидат химических наук, доцент кафедры органической и физической химии ИвГУ

Творог – один из самых известных и полезных кисломолочных продуктов, который люди используют в пищу с давних времен. Он незаменим для здорового и полноценного питания и полезен всем: детям, беременным женщинам, пожилым и людям с какими-либо заболеваниями. В чем же польза этого продукта? Молочный белок, содержащийся в твороге, по составу аминокислот может заменить животный. Еще творог богат кальцием и фосфором, без которых невозможно правильное формирование костей и костной системы, а также железом, магнием и некоторыми витаминами. Этот продукт способствует нормализации работы нервной системы, увеличению уровня гемоглобина в крови и может применяться как профилактическое средство заболеваний обмена веществ.

Сейчас в каждом магазине можно увидеть большое количество разнообразного творога: зерненный, мягкий, с наполнителями и без, диетический и т.п. Каждый производитель с целью увеличения продаж именно своей продукции старается делать ее привлекательной для покупателей. Одни акцентируют внимание на яркой упаковке, другие устраивают акции, третьи не скупаются на красивые рекламные ролики. Но, тем не менее, каждый из нас должен помнить, что польза будет не от того, как преподносят нам товар, а от его качества. Поэтому проблема выбора хорошего творога является *актуальной*. Новизна данного исследования состоит в том, что впервые будут сравниваться творожный продукт с творогом известной торговой марки «Простоквашино», а также с продуктом, изготовленным из натурального молока в фермерском хозяйстве.

Объектом исследования является один из самых популярных молочных продуктов – творог, а *предметом* – качество продуктов разных производителей.

Целью настоящей работы стало проведение сравнительного анализа творожного продукта (г.Суздаль Владимирской области), творога торговой марки «Простоквашино» и фермерского хозяйства (г.Фурманов Ивановской области).

Для достижения данной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) определить кислотность исследуемых продуктов и массовую долю влаги в них арбитражным методом;
- 2) провести качественный анализ на наличие пептидной связи и фосфатов, а также лактозы и некоторых аминокислот;
- 3) титриметрическим методом определить количественное содержание витамина РР и массовую долю кальция;
- 4) проверить образцы на наличие в них растительных

жиров.

Исследование проводилось в лаборатории кафедры органической и физической химии Ивановского государственного университета.

Теоретическая часть

Творог – продукт, который имеет очень богатый компонентный состав [10]. Он содержит практически все незаменимые аминокислоты, жирные кислоты, в том числе, и ненасыщенные, комплекс витаминов группы В, РР и витамин С, минералы (кальций, калий, натрий, железо). Углеводы в твороге представлены в виде так называемого молочного сахара (лактозы) и галактозы.

Для обнаружения лактозы, белка и фосфатов в нем, а также таких аминокислот, как триптофан, аргинин, метионин, гистидин, цистеин и цистин в настоящей работе были проведены качественные реакции:

- биуретовая реакция – применяется для открытия пептидной связи в белке, будет положительной, если в веществе содержится не менее двух пептидных связей, образуется биуретовый комплекс меди фиолетового цвета [1, 8] (см. Рис.1).
- молибденовая реакция – применяется для определения фосфатов в белке, в случае положительного результата образуется желтый осадок фосфорномолибденовокислого аммония [6] (см. Рис.2).
- лактоза – является восстанавливающим дисахаридом, при взаимодействии с гидроксидом меди (II) в щелочной среде образуется оксид меди (I); появление желтого окрашивания ($\text{Cu}(\text{OH})_2$), переходящего в красное (Cu_2O), указывает на положительную реакцию [9, 12] (см. Рис.3).
- триптофан – конденсируясь с формальдегидом, дает соединение *бис*-2-триптофанилметан, который окисляется до *бис*-2-триптофанилкарбинола, имеющего красно-фиолетовую окраску [2, 8] (см. Рис.4).

В реакции Адамкевича исходным реагентом является концентрированная уксусная кислота, содержащая глиоксиловую кислоту в виде примеси. Под действием концентрированной серной кислоты глиоксиловая кислота декарбоксилируется с образованием формальдегида, вступающего в реакцию с триптофаном (см. Рис.5).

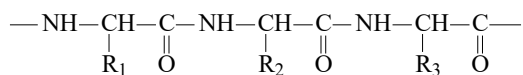
- цистеин, цистин (аминокислоты, содержащие слабо-связанную серу) – в процессе реакции щелочному гидролизу подвергаются их SH-группы цистеина и цистина; образовавшийся сульфид натрия взаимодействует с плюмбитом натрия с образованием черного или бурого осадка сульфида свинца [2, 6] (см. Рис.6).
- аргинин – механизм реакции еще полностью не выяснен; предположительно, реакция осуществляется по следующему уравнению [2, 8] (см. Рис.7).

Так как производные хинониминов (в данном случае нафтохинона), у которых водород иминогруппы $-\text{NH}-$ замещен на алкильный или арильный радикал, всегда окрашены в желто-красные тона, то, по-видимому, оранжево-красный цвет раствора при проведении реакции Сакагучи объясняется возникновением именно производного нафтохинонимина (см. Рис.8).

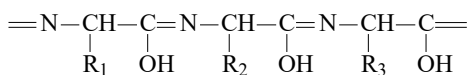
в присутствии концентрированных неорганических кислот образует продукты, имеющие яркую красно-фиолетовую окраску [6] (см. Рис.9).

• гистидин – при обработке диазореактивом в щелочной среде образует окрашенное в оранжевый цвет азосоединение [2, 6, 8] (см. Рис.10):

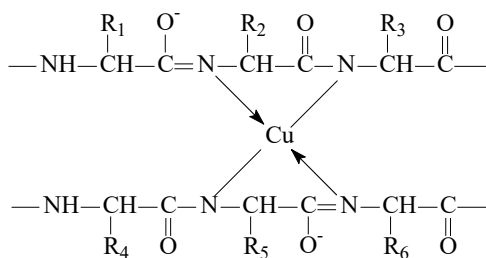
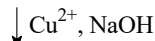
- метионин – с нитропруссидом натрия ($\text{Na}_2[\text{Fe}(\text{CN})_5\text{NO}]$)



кетонная форма полипептида



енольная форма полипептида



биуретовый комплекс меди фиолетового цвета

Рис.1

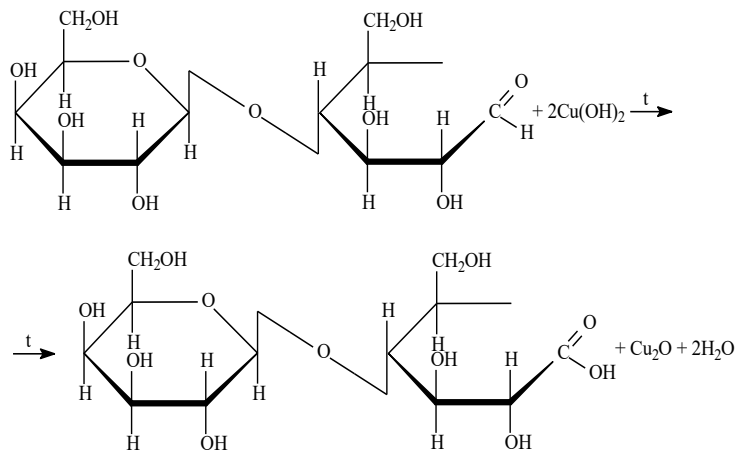


Рис.3



Рис.2

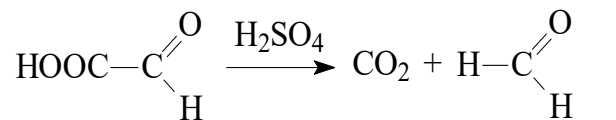
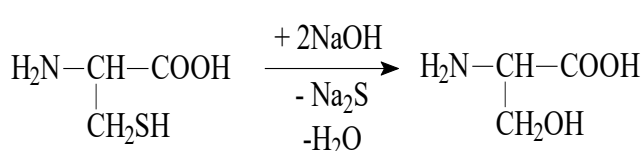
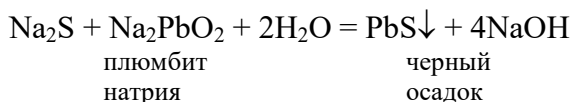


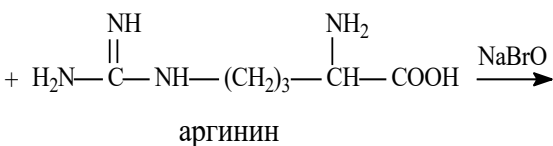
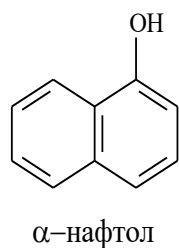
Рис.5



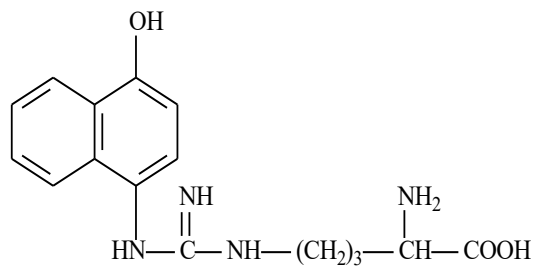
плумбит натрия

черный осадок

Рис.6



аргинин



нафтиларгинин

Рис.7

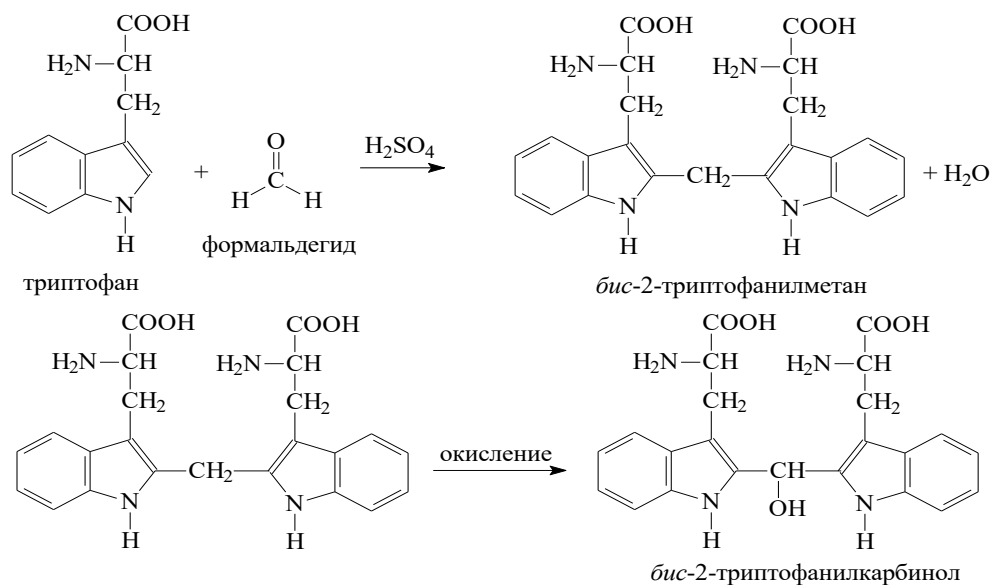


Рис.4

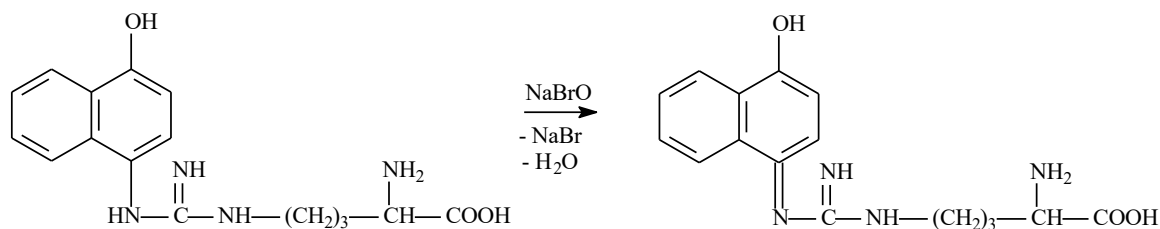
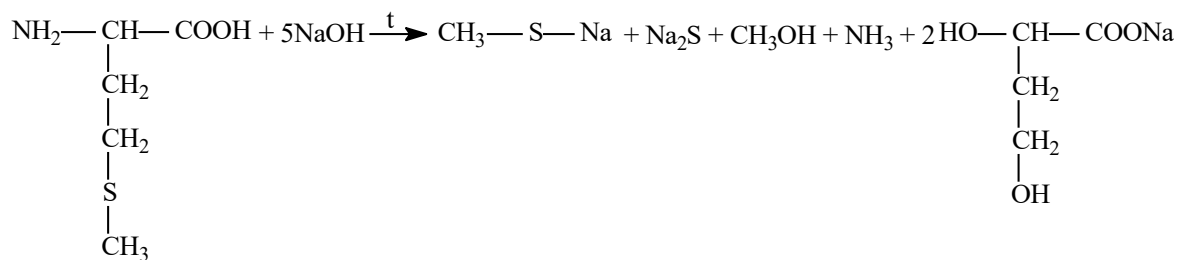
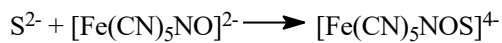
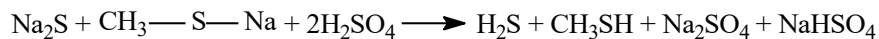


Рис.8



метионин



анион

красно-фиолетового цвета

Рис.9

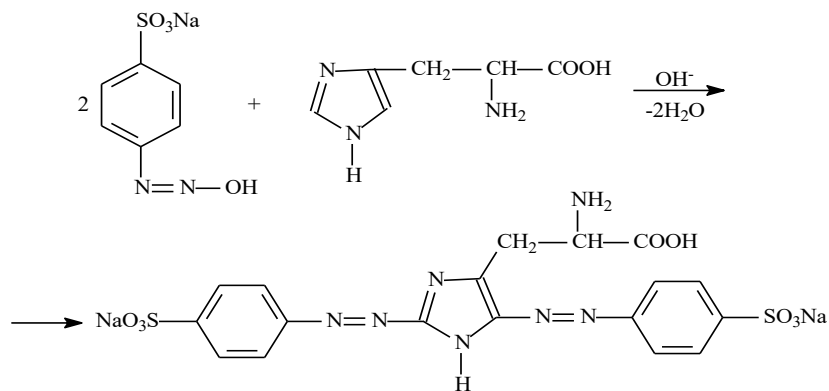


Рис.10

Практическая часть

Опыт № 1. Определение кислотности творога

Реактивы: NaOH (0,1 моль/л), фенолфталеин (1%-ный спиртовой раствор) [5, 7].

Оборудование: фарфоровая ступка с пестиком, бюретка, пипетки (10 и 20 мл), колба коническая (100 мл), стакан (200 мл), стеклянная палочка, технические весы, мерный цилиндр (50 мл).

Ход работы. В фарфоровую ступку вносили 5 г творога, тщательно перемешивали и растирали пестиком до однообразной массы. Затем количественно переносили продукт в химический стакан вместимостью 200 мл, смывая его небольшими порциями дистиллированной воды, нагретой до 35-40 °С. Общий объем воды равен 50 мл. Добавляли 3 капли спиртового раствора фенолфталеина, перемешивали и титровали по одной капле раствором гидроксида натрия до появления бледно-розовой окраски, не исчезающей в течение 1 минуты. Чтобы выразить кислотность творога в градусах Тернера, объем щелочи (мл), израсходованной на титрование 5 г продукта, умножали на 20, т. е. пересчитывали на 100 г продукта.

Опыт № 2. Определение массовой доли влаги арбитражным методом

Оборудование: сушильный шкаф, аналитические весы, стеклянные бюксы, эксикатор [5, 7].

Ход работы. Высушивали пустой стеклянный бюкс в сушильном шкафу в течение 20-30 минут при температуре 105 °С. Затем охлаждали его в эксикаторе, выдерживая 20 минут. Охлажденный бюкс взвешивали на аналитических весах, записывали массу. В бюкс помещали 5 г творога и высушивали в сушильном шкафу в течение 20-30 минут при температуре 105 °С. Вынимали из шкафа, охлаждали и взвешивали. Высушивание и взвешивание продолжали через 20-30 минут и повторяли до тех пор, пока разница в массе между двумя последовательными взвешиваниями будет не более 0,001 г, т.е. до постоянной массы.

Массовую долю влаги в твороге рассчитывали по формуле:

$$A = \frac{D_1 - D_2}{D} \cdot 100 \%,$$

где А – массовая доля влаги, %; D₁ – масса стеклянного бюкса с творогом до высушивания, г; D₂ – масса стеклянного бюкса с творогом после последнего высушивания, г; D – масса навески творога, г.

Опыт № 3. Количественное определение массовой доли кальция

Реактивы: NaOH (8%-ный раствор), трилон Б (0,1 н раствор), смесь индикатора флуорексона с нитратом калия (соотношение 1:100), CaCl₂ (0,1 н раствор) [3].

Оборудование: конические колбы (250-300 мл), пипетки (5 мл), мерный цилиндр (100 мл), бюретка.

Ход работы. В фарфоровую ступку отвешивали 5 г творога, добавляли 100 мл дистиллированной воды (30-40°С) и растирали до получения гомогенной массы. Затем в коническую колбу на 250-300 мл отмеряли 3 мл полученного раствора, приливали 90-95 мл дистиллированной воды, 5 мл 8%-ного раствора гидроксида натрия, 4 мл 0,1 н раствора трилона Б, перемешивали и оставляли на 2 мин. На кончике шпателя вносили флуорексон, раствор тщательно перемешивали и титро-

вали 0,1 н раствором хлорида кальция до установления зеленоватого окрашивания. Далее вновь добавляли по каплям 0,1 н раствор трилона Б до появления розовато-бежевой окраски.

Массовую долю кальция (X) (мг%) рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{(V_1 - V_2) \cdot 2 \cdot 0,97 \cdot 100}{g} \cdot \frac{V_k}{V_a},$$

где V₁ – общий объем 0,1 н раствора трилона Б, добавляемого к раствору творога (4 мл + количество, израсходованное на второе титрование), мл; V₂ – объем 0,1 н раствора хлорида кальция, израсходованного на обратное титрование трилона Б, мл; g – масса навески, мг; 2 – количество кальция, соответствующего 1 мл 0,1 н раствора трилона Б, мг; 0,97 – коэффициент для пересчета количества молей из мл в г; V_к – объем, в котором растворена навеска, мл; V_а – объем, отобранный для анализа, мл.

Опыт № 4. Определение количественного содержания никотиновой кислоты (витамина РР)

Определение количественного содержания витамина РР проводили по методике, описанной в практикумах [7, 12]. Массовую долю никотиновой кислоты (X) (%) рассчитывали по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,001231 \cdot 100}{g},$$

где V – объем NaOH, пошедшего на титрование, мл; 0,001231 – количество никотиновой кислоты, соответствующее 1 мл 0,1 М раствора NaOH, г; g – навеска вещества, г.

Опыт № 5. Обнаружение фальсификации содой (мелом) и крахмалом

Реактивы: уксусная кислота, раствор Люголя [12].

Ход работы. В пробирку наливали 1-2 мл водной вытяжки и добавляли 5-6 капель уксусной кислоты. Если есть мел или сода, в пробирке появляются пузырьки выделяющегося углекислого газа. В пробирку наливали 5 мл водной вытяжки творога, добавляли 2-3 капли реактива Люголя и перемешивали. При наличии крахмала появляется синее окрашивание. Можно использовать не раствор творога, а сам продукт: взять небольшой кусочек творога и капнуть на него раствор Люголя.

Опыт № 6. Качественный анализ. Биуретовая реакция

Реактивы: NaOH (10%-ный раствор), CuSO₄ (1%-ный раствор) [2, 6, 12].

Оборудование: штатив с пробирками, пипетки.

Ход работы. К 5 каплям водной вытяжки творога прибавляли 5 капель 10%-ного раствора NaOH, 2 капли 1%-ного раствора CuSO₄. После перемешивания содержимое пробирки приобретает сине-фиолетовое окрашивание.

Опыт № 7. Качественный анализ. Молибденовая реакция

Реактивы: молибденовый реактив, фенолфталеин (0,5%-ный спиртовой раствор), HNO₃ конц [2, 6].

Ход работы. К 10 каплям водной вытяжки творога добавляли 1 каплю фенолфталеина и 1 каплю концентрированной азотной кислоты и только после обесцвечивания вносили 20 капель молибденового реактива. Затем доводили раствор до кипения и пробирку сразу охлаждали в струе холодной воды. На дне пробирки

появляется желтый осадок фосфорномолибденовокислого аммония.

Опыт № 8. Качественный анализ. Определение лактозы
Реактивы: NaOH (10%-ный раствор), CuSO₄ (5%-ный раствор) [12].

Ход работы. В пробирку наливали 1 мл водной вытяжки творога и добавляли равный объем 10%-ного раствора NaOH. Затем добавляли по каплям 5%-ный раствор сульфата меди до появления исчезающей муты. Осторожно на пламени горелки нагревали верхнюю часть содержимого пробирки. Появление желтого окрашивания (Cu(OH)₂), переходящего в красное (Cu₂O), указывает на положительную реакцию.

Опыт № 9. Качественный анализ. Реакции на триптофан

а) *Реакция с формальдегидом* [2]

Реактивы: триптофан (0,01%-ный раствор), формалин, H₂SO₄ конц.

Ход работы. В первую пробирку наливали 1 мл раствора триптофана, во вторую – 1 мл водной вытяжки творога. В обе пробирки добавляли по 2 капли раствора формалина. Затем осторожно по стенке пробирки наслаивали в каждую по 1 мл концентрированной серной кислоты, следя за тем, чтобы жидкости не перемешивались. Наблюдали окраску раствора на границе соприкосновения жидкостей.

б) *Реакция Адамкевича* [2]

Реактивы: триптофан (0,01%-ный раствор), CH₃COOH конц., H₂SO₄ конц.

Ход работы. В первую пробирку вносили 5 капель раствора триптофана, во вторую – 5 капель водной вытяжки творога. В обе пробирки добавляли по 2 мл концентрированной уксусной кислоты. В случае выпадения осадка пробирки осторожно нагревали до его растворения, после чего охлаждали. Затем осторожно по стенке пробирки наслаивали в каждую по 1 мл концентрированной серной кислоты, следя за тем, чтобы жидкости не перемешивались. Через некоторое время наблюдали окраску растворов на границе соприкосновения жидкостей.

Опыт № 10. Качественный анализ. Реакция Фоля (на аминокислоты, содержащие слабосвязанную серу)

Реактивы: реактив Фоля (5%-ный раствор ацетата свинца, смешанный с равным объемом 30%-ного раствора едкого натра) [6].

Ход работы. К 5 каплям водной вытяжки творога прибавляли 5 капель реактива Фоля, кипятили и давали постоять 1-2 минуты. При этом наблюдали появление черного или бурого осадка сульфида свинца.

Опыт № 11. Качественный анализ. Реакция Сакагучи (на аргинин)

Реактивы: аргинин (0,01%-ный раствор), NaOH (10%-ный раствор), α-нафтол (0,2%-ный спиртовой раствор), NaBrO₄ (20%-ный раствор), мочевины (40%-ный раствор) [6].

Ход работы. В первую пробирку наливали 10 капель 0,01%-ного раствора аргинина, во вторую – 10 капель водной вытяжки творога. В обе пробирки добавляли по 10 капель 10%-ного раствора NaOH и по 3 капли 0,2%-ного спиртового раствора α-нафтола. Содержимое пробирок перемешивали, приливали по 10 ка-

пель гипобромита натрия в каждую пробирку и вновь перемешивали. Добавляли (немедленно!) 5 капель 40%-ного раствора мочевины для стабилизации быстро развивающегося розово-красного окрашивания.

Опыт № 12. Качественный анализ. Реакция Паули (на гистидин)

Реактивы: сульфаниловая кислота (1%-ный раствор в 5%-ном растворе соляной кислоты), NaNO₂ (0,5%-ный раствор), Na₂CO₃ (10%-ный раствор) [2, 6].

Ход работы. К 1 мл 1%-ного раствора сульфаниловой кислоты в 5%-ном растворе соляной кислоты приливали 2 мл 0,5%-ного раствора нитрита натрия, сильно встряхивали и немедленно добавляли сначала 2 мл водной вытяжки творога, а затем после перемешивания содержимого пробирки 6 мл 10 %-ного раствора карбоната натрия. После смешения растворов наблюдали вишнево-красное окрашивание бис-азокрасителя.

Опыт № 13. Качественный анализ. Реакция Мак-Карти и Салливана (на метионин)

Реактивы: NaOH (40 %-ный раствор), нитропруссид натрия (10 %-ный раствор), H₂SO₄ разб. [2].

Ход работы. К 5 мл водной вытяжки творога прибавляли при помешивании сначала 1 мл 40 %-ного раствора NaOH, а затем 0.3 мл 10 %-ного раствора нитропруссид натрия. Смесь нагревали в течение 10 мин. на водяной бане при температуре 35-40 °С, затем охлаждали 2 мин. в ледяной воде и добавляли при помешивании 5 мл разбавленной серной кислоты. Смесь взбалтывали 1 мин. и охлаждали водой комнатной температуры в течение 10 мин. Отмечали появление краснофиолетовой окраски.

Опыт № 14. Качественный анализ. Определение наличия растительных жиров в твороге

Небольшое количество творога рекомендуется оставить на 8-10 часов при комнатной температуре [7, 12]. Молочные жиры очень быстро окисляются на воздухе. В результате этого творог приобретает сильный подкисший запах, а вот цвет его при этом не меняется. Если же продукт пожелтел и покрылся корочкой, в твороге присутствуют растительные жиры.

Полученные результаты и их обсуждение

Полученные результаты представлены в таблице 1.

Проведенный анализ показал, что по массовой доле влаги все исследуемые продукты соответствуют ГОСТу (не превышают 75%) [4].

Кислотность – важнейший биохимический показатель свежести, доброкачественности и вкусовых свойств продукта [3, 5, 7]. Единицей измерения приняты градусы Тернера (°Т). Для творога этот показатель составляет 170-240°Т. В нашем случае (табл. 1, № 12) магазинный и домашний творог можно отнести к свежему. А вот кислотность творожного продукта значительно ниже допустимой нормы, что может свидетельствовать о добавлении в него растительных жиров. Данный факт подтверждается и экспериментально (табл. 1, № 11).

Мел, соду и крахмал некоторые производители добавляют для увеличения конечной массы продукта при сохранении низкой себестоимости. Нами установлено, что мела и соды нет ни в одном образце, а вот в творожный продукт добавлен крахмал (табл. 1, № 5).

Таблица 1. Результаты исследования

№ п/п		Творожный продукт (г. Суздаль)	Творог «Простоквашино»	Творог фермерского хозяйства (г. Фурманов)
1	Биуретовая реакция	+	+	+
2	Молибденовая реакция	+	+	+
3	Лактоза	–	–	–
4	Сода, мел	–	–	–
5	Крахмал	+	–	–
6	Триптофан	+	+	+
7	Цистеин, цистин	–	+	+
8	Аргинин	–	+	+
9	Метионин	–	–	–
10	Гистидин	–	+	–
11	Растительные жиры	+	–	–
12	Кислотность, °Т	70	224	204
13	Массовая доля влаги, %	50	27,5	48
14	Содержание кальция, мг%	162,9	155,2	170,7
15	Содержание витамина РР, %	0,0862	0,2757	0,2511

Лактоза или так называемый молочный сахар представляет собой дисахарид, который содержится в молоке и молочных продуктах. Однако качественная реакция на этот углевод показала, что его нет ни в одном исследуемом образце (табл. 1, № 3). С чем это может быть связано? Дело в том, что в кисломолочных продуктах, к которым относится и творог, лактозы меньше, чем в самом молоке, т.к. при его сквашивании из части лактозы образуется молочная кислота, а при изготовлении творога часть углевода еще удаляется вместе с сывороткой.

Основным белком творога является казеиноген. Он относится к полноценным белкам, т.к. легко гидролизуются и содержит все незаменимые аминокислоты, причем в достаточном количестве. Нами были проведены качественные реакции на белок (биуретовая реакция) и наличие в нем фосфатов (молибденовая реакция), а также на триптофан, аргинин, гистидин, метионин и аминокислоты, содержащие слабосвязанную серу (цистеин, цистин) (табл. 1, №№1, 2, 6-10). По аминокислотному составу лучший результат у магазинного творога, худший (из 5 аминокислот, см. табл. 1, №№6-10, обнаружили одну!) у творожного продукта.

Методом титрования нами было определено количественное содержание кальция [3] и витамина РР [7, 12]. Оказалось, что во всех исследуемых образцах содержание кальция (табл. 1, № 14) близко к значению (около 164 мг%), рекомендованному для творога, производимого или продаваемого на территории России, а вот витамина РР (табл. 1, № 15) в магазинном и домашнем твороге меньше почти в 2 раза, в творожном продукте – в 5 раз [11].

Выводы

По массовой доле влаги все исследуемые образцы соответствуют ГОСТу.

По титруемой кислотности творог торговой марки «Простоквашино» и изготовленный из натурального молока в фермерском хозяйстве являются свежими.

Лактозы, мела и соды нет ни в одном исследуемом образце, в творожный продукт добавлен крахмал.

Качественный анализ показал наличие белка и фосфатов в нем во всех видах творога, по содержанию некоторых аминокислот лучший результат у творога «Простоквашино», худший – у творожного продукта.

По количественному содержанию кальция все образцы

соответствуют требованиям качества, предъявляемым к данному виду продукта на территории России.

Количественное содержание витамина РР в магазинном и домашнем твороге близко по значению и почти в 2 раза меньше допустимого, в творожном продукте – меньше почти в 5 раз.

Таким образом, на основании полученных данных можно сделать вывод о том, что по качеству магазинный и домашний творог близки, а вот творожный продукт выбирать, конечно же, не стоит. Вреда, скорее всего, он не принесет, но и пользы от него будет мало.

Список литературы

1. Биохимия: Учебник / Под ред. Е.С. Северина. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. 784 с.
2. Бокуть С.Б., Ячник Н.Н., Сяхович В.Э., Милютин А.А. Практикум по общей и экологической биохимии. Часть I. Аминокислоты. Белки. Выделение и количественное определение белков. Минск, 2002. 57 с.
3. Горбатова К.К., Гунькова П.И. Биохимия молока и молочных продуктов: учеб. / Под общ. ред. К.К. Горбатовой. СПб.: ГИОРД, 2010. 336 с.
4. ГОСТ Р 52096-2003 Творог. Технические условия (с Изменением N 1) [Электронный ресурс] / Информационный портал «Электронный фонд правовой и нормативно-технической документации». Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200032510>, свободный.
5. Крусъ Г.Н., Шальгина А.М., Волокитина З.В. Методы исследования молока и молочных продуктов / Под общ. ред. А.М. Шальгиной. М.: Колос, 2000. 368 с.
6. Кустова Т.П., Кочетова Л.Б. Практикум по биологической химии: учеб. пособие. Иваново: Иван.гос.ун-т, 2015. 108 с.
7. Рогожин В.В., Рогожина Т.В. Практикум по биохимии молока и молочных продуктов. СПб.: ГИОРД, 2008. 224 с.
8. Сайтов З., Телешов С.В., Харитонцев Б. Цветные и именные качественные реакции на белки [Электронный ресурс] / Информационный портал «Первое сентября. Цифровые технологии в образовании». Режим доступа: <http://him.1september.ru/article.php?ID=200104005>.
9. Слободин В.Б. Избранные главы биологической химии. Ч. I: учеб. пособие. Иваново: ГБОУ ВПО ИвГМА Минздрава России, 2018. 188 с.

10. Творог [Электронный ресурс] / Информационный портал «Не болеем. Медицина и здоровье». Режим доступа: <https://www.neboleem.net/tvorog.php>.

11. Химический состав российских пищевых продуктов: Справочник / Под ред. член-корр. МАИ, проф. И.М.Скурихина и академика РАМН, проф. В.А.Тутельяна. М.: ДеЛи принт, 2002. 236 с.

12. Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов А.Н. Биохимия. Лабораторный практикум. Ч. 2. Белки. Ферменты. Витамины. Учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 106 с.

13. Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов А.Н. Биохимия. Лабораторный практикум. Ч. 3. Углеводы. Липиды. Учеб. пособие. СПб.: Университет ИТМО, 2015. 64 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЙ ПИГМЕНТ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ

МОЛЧАНОВА КРИСТИНА

Лицей № 86, 11 класс, г.Ярославль

Научный руководитель – Ильин Александр Алексеевич, доктор химических наук, профессор, заведующий кафедрой химической технологии органических покрытий ЯГТУ

В настоящее время в мире резко ужесточаются экологические требования, предъявляемые к лакокрасочным материалам, в частности, к противокоррозионным пигментам. На рынке доступен экологически безопасный ионообменный пигмент, Shieldex™ (W.R. Grace Co.), который представляет собой соединения силикагеля, содержащее ионы кальция [1,2]. Этот пигмент был разработан в Евросоюзе как замена токсичных антикоррозионных пигментов, таких как хромат цинка, хромат стронция и пигментов на основе фосфатов. Ингибирование коррозии происходит за счет ионов кальция, осажденных из раствора $\text{Ca}(\text{OH})_2$ на силикагеле.

Однако высокая стоимость Shieldex™ сдерживает его использование в отечественных противокоррозионных лакокрасочных материалах, поэтому актуальна задача разработки отечественного аналога ионообменного пигмента Shieldex™ с низкой себестоимостью.

Природный диоксид кремния, получаемый из отходов переработки рисовой шелухи, за счет своей дешевизны и доступности сырья может являться основой для получения отечественного экологически чистого противокоррозионного пигмента с низкой себестоимостью.

Цель работы: получение экологически чистого противокоррозионного пигмента (аналога Shieldex™) с использованием продуктов пиролиза рисовой шелухи (природного диоксида кремния).

Для достижения поставленной цели было необходимо решить следующие задачи:

- 1) получить дисперсный материал (порошок) на основе продуктов пиролиза рисовой шелухи (диоксида кремния);
- 2) обработать поверхность частиц диоксида кремния насыщенным раствором гидроксида кальция с использованием диспергирующего оборудования (пугружного диссольтера и бисерной мельницы);
- 3) изучить противокоррозионные свойства полученного пигмента;
- 4) оптимизировать процесс получения противокоррозионного пигмента.

Методы исследования. Поставленная цель работы может быть достигнута за счет обработки поверхности частиц

диоксида кремния насыщенным раствором гидроксида кальция в лабораторном диссольтере и лабораторной бисерной мельнице с предварительным измельчением частиц в струйном реакторе – уникальной установке, созданной и запатентованной на кафедре химической технологии органических покрытий ФГБОУ ВО «Ярославский государственный технический университет» [3].

Практическая ценность: в ходе работы будут получены противокоррозионные пигменты из отходов производства с пониженной себестоимостью.

Личный вклад автора. Непосредственное участие во всех этапах работы: постановка задачи; планирование и личное выполнение экспериментальной работы, интерпретации полученных данных, формулирование выводов.

Методы исследования

Объектами исследования служили:

1) отечественный природный диоксид кремния, получаемый из отходов переработки риса. Рисовую шелуху на ООО «Экокремний» (г. Москва) подвергают пиролизу (при 800°C), в результате чего сгорают все органические соединения, и конечный продукт представляет собой природный аморфный диоксид кремния. Образцы диоксида кремния для исследований были предоставлены ООО «Экокремний» [4].

2) Гидроксид кальция $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (гашеная известь или пушонка) [5] - сильное основание, с кислотами образует соли, плохо растворяется в воде. При увеличении температуры растворимость уменьшается.

Определение pH водной вытяжки. Взяли 5 г пигмента, предварительно взвешенного с точностью до 0,1 г. Пигмент поместили в колбу и прилили 45 мл дистиллированной воды (10% водная суспензия). Закрывали колбу пробкой, проводили интенсивное встряхивание содержимого в течение 1 мин, после этого суспензия отстаивалась и фильтровалась в стеклянный стакан. Значение pH водной вытяжки определяли с помощью лабораторного иономера И-160МИ со стеклянным электродом ЭС-10603 (диапазон измерения pH 0...12) [6].

Определение маслосодержимости с помощью стеклянной палочки. Маслосодержимости пигментов определяли по ГОСТ 21119.8-75. На аналитических весах взвешивали тигель с

точностью 0,01 г. В тигель помещали пигмент на 1/3 высоты и снова взвешивали. Капельницу с льняным маслом взвешивали с точностью до 0,01 г. Перемешивали пигмент стеклянной палочкой длиной 100-150 мм и диаметром 8-12 мм с округленным концом, вводили по 4-5 капель масла, при этом тщательно перемешивали массу после каждой порции масла. Перемешивание проводили с максимальным усилием, добиваясь истирания массы под давлением. После образования неслипающихся комочков пигмента их собирали в большой комок однородной, некрошащейся и не растекающейся пасты. Общее время перемешивания составило 20-25 мин [7].

Расчет маслосодержимости пигмента производили по формуле:

$$M = \frac{m_m}{m_n} \cdot 100 \quad (1.1)$$

где m_m – масса израсходованного масла, г
 m_n – навеска пигмента, г

Определение содержания в пигментах водорастворимых веществ [7]. Брали навеску 10 г пигмента с точностью до 0,01 г, помещали в стакан вместимостью 300 мл, после этого смачивали 20-30 мл воды, а затем добавляли еще 200 мл воды. Суспензию при постоянном перемешивании стеклянной палочкой нагревали до кипения, после чего кипятили в течение 3-5 мин. Охлажденную суспензию переносили в мерную колбу вместимостью 250 мл и доводили объем водой до метки. Суспензию фильтровали, при этом первые 25-30 мл фильтрата сливали, а из остального фильтрата пипеткой отбирали 100 мл и переносили в фарфоровую чашку, предварительно взвешенную на аналитических весах. Раствор в чашке выпаривали досуха на лабораторной плитке до постоянной массы.

Содержание веществ, растворимых в воде, X (в %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{m_1 \cdot V_1}{m \cdot V} \cdot 100 \quad (1.2)$$

где m – навеска пигмента, г;

m_1 – масса остатка после высушивания, г;

V_1 – объём разбавленной водой суспензии, мл;

V – объём фильтрата, отобранного для высушивания, мл.

Потенциометрическое титрование [7]. Потенциометрическое титрование проводили с использованием рН-метра рН-150, снабженного хлорсеребряным и стеклянным электродами.

1) Навеску пигмента (0,2-0,5г) помещали в химический стакан на 50 мл, добавляли 30 мл дистиллированной воды и обрабатывали на ультразвуковой установке УЗДН-А в течение 10-15 секунд. К суспензии пигмента прибавляли водную вытяжку, содержащую ионы кальция, а затем 0,1N раствор ортофосфорной кислоты и регистрировали равновесное значение рН. По результатам титрования строили зависимости рН от концентрации титранта.

2) Потенциометрическое титрование раствора гидроксида кальция.

К 2 г гидроксида кальция приливали 16 мл дистиллированной воды при комнатной температуре, добавляли 2 капли фенолфталеина, титрование вели 0,1N соляной кислотой до исчезновения темно-розовой окраски. Перемешивали на магнитной мешалке. Опускали в стаканчик с суспензией стеклянный и хлорсеребряный электроды, подключенные к рН-метру. По зависимости

рН от объема титранта строили кривую титрования.

Определение противокоррозионных свойств пигментов. Противокоррозионную активность пигментов определяли потенциодинамическим методом путем сопоставления анодных поляризационных кривых, а также рассчитываемых на их основе токов коррозии. Анодные поляризационные кривые представляют собой графическую зависимость тока коррозии от потенциала, определяемую на потенциостате П-5827 М [6].

Результаты и их обсуждение

Известно, что в настоящее время прогрессирует применение в качестве противокоррозионных пигментов, работающих по ионообменному и адсорбционному механизму, модифицированных каолинов и цеолитов [2].

С целью получения противокоррозионного пигмента такого типа нами были использованы продукты пиролиза рисовой шелухи (природный диоксид кремния). Для придания противокоррозионных свойств природному диоксиду кремния предполагается проведение его модифицирования соединениями кальция. Ионы кальция могут находиться как в капиллярах агрегатов диоксида кремния, так и на его поверхности, возможно, в виде силиката. Сложной задачей является введение соединений кальция в состав пигмента из-за низкой растворимости гидроксида кальция в воде. Использование в качестве источника кальция других его соединений нецелесообразно, так как это связано с образованием в маточном растворе и в составе пигмента электролита, снижающего коррозионную стойкость покрытия.

Этап 1. Исследование адсорбционной активности природного диоксида кремния

Для правильного выбора количества раствора гидроксида кальция необходимо определение концентраций его исходных растворов.

Концентрацию насыщенного раствора гидроксида кальция определяли методом потенциометрического титрования. Кривая титрования представлена на рисунке 1.

По результатам потенциометрического титрования определена концентрация гидроксида кальция в насыщенном растворе, составляющая 0,018 моль/л, что соответствует 1,338 г/л.

Емкость природного диоксида кремния по отношению к ионам кальция мы определяли гетерогенным потенциометрическим титрованием его суспензии раствором гидроксида кальция в соответствии с методикой. Кривая титрования представлена на рисунке 2.

$$pOH = 3,8; [OH^-] = 1,6 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л};$$

$$[Ca^{2+}] = 3,2 \cdot 10^{-4} \text{ моль/л}.$$

На основании кривой титрования установлена адсорбционная емкость, которая составляет 0,373 г/г биогенного кремнезема к кальцию. Исходя из полученных данных, была составлена рецептура №1 разрабатываемого противокоррозионного пигмента, представленная в таблице 1.

Этап 2. Предварительная подготовка природного диоксида кремния

В связи с тем, что процесс получения противокоррозионного пигмента с использованием природного диоксида кремния является гетерогенным, необходима его предварительная подготовка, связанная с получением порошкообразного продукта с достаточно высокой дисперсностью.

Средний размер частиц продукта пиролиза рисовой

шелухи (природный диоксид кремния) составляет 1800 мкм [4]. Для получения на его основе пигмента, необходимо диоксид кремния измельчить до среднего размера частиц 1-5 мкм.

С этой целью было принято решение обработать продукты пиролиза рисовой шелухи в струйном реакторе [3] при давлении воздуха перед соплом 0,8 МПа. В результате воздействия ударных волн несущего газа происходило многократное соударение частиц диоксида кремния как между собой, так и о стенки реактора. Это приводило к измельчению частиц. Средний размер частиц после обработки составлял 1-5 мкм.

Этап 3. Получение противокоррозионных пигментов

Для рецептуры №1 диспергирование пигментной пасты проводилось в диссольтере, а затем в бисерном диспергаторе.

Загрузку диоксида кремния проводили при перемешивании раствора гидроксида кальция в воронку, образующуюся при вращении фрезы. Загрузка проводилась до выхода работы диссольтера в оптимальный режим.

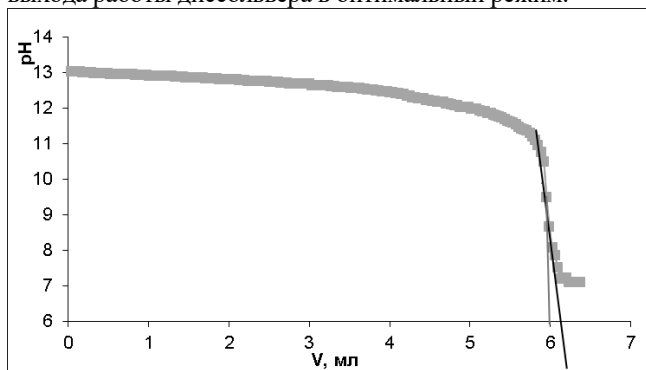


Рис. 1. Кривая потенциометрического титрования гидроксида кальция соляной кислотой

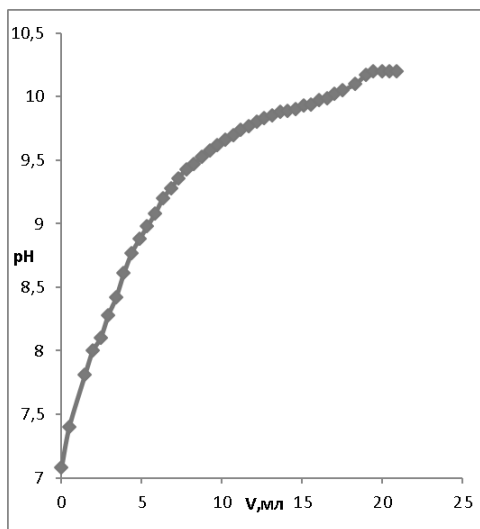


Рис. 2. Кривая потенциометрического титрования природного диоксида кремния раствором гидроксида кальция

Таблица 1. Рецептура №1 противокоррозионного пигмента

Компонент	Масса
Измельченный диоксид кремния, г	50
Раствор гидроксида кальция, мл	134

Исходя из того, что в 134 мл раствора гидроксида кальция содержится 0,178 г гидроксида, расход гидроксида равен $0,178/50 = 0,0036$ г/г SiO₂.

Полученный образец окончательно подвергался сушке при 110°C от влаги.

На основе противокоррозионного пигмента, полученного по рецептуре №1, получали противокоррозионный пигмент по рецептуре №2.

Для этого водную дисперсию противокоррозионного пигмента (рецептура №1) дополнительно обрабатывали насыщенным раствором гидроксида кальция до значения pH=12,0 (контролируемое потенциометрическим титрованием), а потом полученную дисперсию обрабатывали 0,1N раствором фосфорной кислоты (до значения pH=7,0). Данная обработка предполагала усиление противокоррозионных свойств разрабатываемого пигмента за счет более глубокого проникновения гидроксида кальция в пористую структуру диоксида кремния. Полученный образец по рецептуре №2 (таблица 2) сушили от влаги при 110°C.

Таблица 2. Рецептура №2 противокоррозионного пигмента

Компонент	Масса
Пигмент, полученный по рецептуре №1, г	40
Ca(OH) ₂ сухой, г	11,5
Вода дистиллированная, мл	200
Ортофосфорная кислота (86,3 %), мл	10,7

Однако, приготовленная на основе данного пигмента водная дисперсия имеет pH=5,85, что обусловлено экстракцией кислых солей из пористой структуры диоксида кремния.

Эти кислые соли (фосфаты) и непрореагировавшая фосфорная кислота с одной стороны, усиливают противокоррозионные свойства металла за счет образования фосфатной пленки, с другой стороны, вызывают его травление. В некоторых случаях использование такого противокоррозионного пигмента может быть нежелательно. Тем более ортофосфорная кислота имеет относительно высокую стоимость.

Поэтому было принято решение рассмотреть ряд рецептов противокоррозионного пигмента на основе природного диоксида кремния с пониженным содержанием фосфорной кислоты (рецептуры 3-6, таблица 3).

Таблица 3. Рецептуры №3-6 противокоррозионных пигментов

Компонент	Масса			
	Рецептура №3	Рецептура №4	Рецептура №5	Рецептура №6
Неизмельченный диоксид кремния, г	30	40	40	40
Ca(OH) ₂ сухой, г	8,7	11,6	11,6	11,6
Вода дистиллированная, мл	130	160	160	160
Ортофосфорная кислота (86,3%), мл	4	2	1	0,5

Неизмельченный природный диоксид кремния, сухой порошок гидроксида кальция и воду загружали в диссольтвер и выстраивали нужную частоту вращения дискофрезной мешалки. После остановки фрезы проводили нейтрализацию пигментной пасты ортофосфорной кислотой в соответствии с рецептурами, переливали пигментную пасту в бисерный диспергатор для дальнейшего проведения синтеза.

Таким образом, в работе были составлены 6 рецептов противокоррозионных пигментов на основе диоксида кремния, по которым были получены образцы и испытаны на противокоррозионные свойства.

Этап 4. Исследование свойств противокоррозионных пигментов

В таблице 4 приведены некоторые свойства противокоррозионных пигментов, полученных по рецептурам №1-6.

Таблица 4. Технические свойства противокоррозионных пигментов, синтезированных по рецептуре № 1-6

№ рецептуры пигмента	pH водной вытяжки пигмента	Содержание водорастворимых солей, %	Маслоемкость, г/100 г
1	7,70±0,1	1,03	54,8
2	5,85±0,1	3,25	66,2
3	9,10±0,1	0,84	53,1
4	9,12±0,1	0,66	89,3
5	9,33±0,1	0,62	48,5
6	9,42±0,1	0,83	40,5

Из приведённых данных видно, что содержание водорастворимых солей всех пигментов, синтезированных по рецептурам №1,3-6 примерно одинаково, а у пигментов, синтезированных по рецептуре №2 и 8, содержание водорастворимых солей выше и составляет 3,25%. Это обусловлено избытком ортофосфорной кислоты в их составе, которая образует водорастворимые соли. Водная вытяжка пигментов, синтезированных по рецептуре №2-6, показывает, что с увеличением ортофосфорной кислоты в составе пигмента, pH понижается, так как среда будет более кислой. Наблюдается снижение маслоемкости при добавлении меньшего количества ортофосфорной кислоты в состав пигмента.

Результаты изучения противокоррозионных свойств пигментов приведены в таблице 5.

Таблица 5. Параметры коррозионного процесса в 3% водном растворе NaCl

Среда	E, мВ	I, мкА/см ²
Суспензия пигмента (рецептура №1)	-633,4±0,3	27,8±0,1
Суспензия пигмента (рецептура №2)	-350,7±0,1	61,7±0,1
Суспензия пигмента (рецептура №3)	-339,8±0,3	74,6±0,2
Суспензия пигмента (рецептура №4)	-355,0±0,1	45,3±0,1
Суспензия пигмента (рецептура №5)	-340,0±0,3	58,5±0,2
Суспензия пигмента (рецептура №6)	-325,7±0,1	14,7±0,1
3% раствор NaCl	-346,8±0,3	108,9±0,2



Рис. 3. Фотографии стальных стержней после 10 суток экспозиции в суспензии 3% раствора NaCl без противокоррозионного пигмента (слева) и с противокоррозионным пигментом (справа)

Из таблицы 5 видно, что введение в 3%-ный водный раствор NaCl модифицированного диоксида кремния, полученного по рецептурам №1-6, приводит к уменьшению плотности тока коррозии. Особенно значительное уменьшение плотности тока коррозии (примерно в 7 раз) наблюдается при использовании противокоррозионного пигмента, полученного по рецептуре №6. Это говорит об ингибирующем действии синтезированных пигментов на поверхность стали.

Действительно, из фотографии, приведенной на рисунке 3 видно, что стальной стержень после экспозиции в течение 10 суток в суспензии 3% раствора NaCl с противокоррозионным пигментом (рецептура №6) практически не содержит продуктов коррозии, в отличие от такого же стержня, помещенного в тот же раствор, не содержащий противокоррозионного пигмента.

Особенно наглядно демонстрация противокоррозионных свойств покрытий содержащих разрабатываемый противокоррозионный пигмент наблюдается на фотографии ниже (рис. 4). Противокоррозионный пигмент, полученный по рецептуре №6, вводился в количестве 5% масс. в белую эмаль ПФ-115. Эмаль наносилась на стальные пластинки и отверждалась при комнатной температуре. Для симулирования коррозионного процесса на пластинках перед погружением в 3% раствор NaCl делались крестообразные надрезы.

По сравнению с контрольным образцом (покрытием без противокоррозионного пигмента), образец, содержащий противокоррозионный пигмент, демонстрирует высокие противокоррозионные свойства.

Согласно заключению независимой экспертизы (ЗАО «НПК ЯрЛИ»), защитные свойства образца грунтовки на основе разработанного противокоррозионного пигмента не уступают свойствам грунтовки на основе фосфата цинка и находятся на уровне защитных свойств грунтовки на основе импортного образца (Shieldex™).

Этап 5. Оптимизация процесса получения противокоррозионного пигмента

С целью поиска способов уменьшения затрат на получение разрабатываемого экологически чистого противокоррозионного пигмента на основе природного диоксида кремния в работе была изучена необходимость:

-стадии предварительного измельчения частиц диоксида кремния в струйном реакторе;

-стадии окончательной обработки противокоррозионного пигмента в лабораторном бисерном диспергаторе.

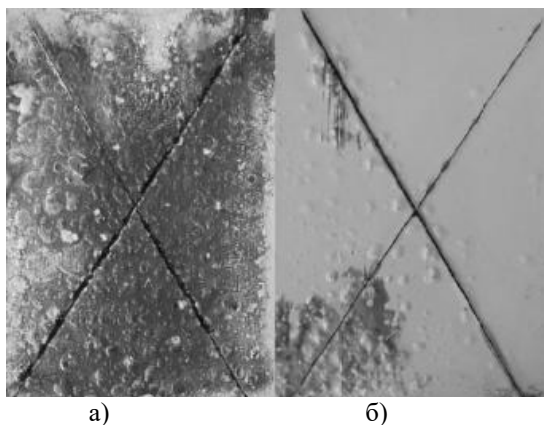


Рис. 4. Внешний вид покрытий после выдержки в 3% растворе NaCl /по истечении 10 суток. а) контрольный образец; б) образец с противокоррозионным пигментом (рецептура №6)

Установлено, что образец противокоррозионного пигмента, приготовленный по рецептуре № 6, но из необработанного предварительно в струйном реакторе продукта пиролиза рисовой шелухи имеет потенциал $E = 325,9 \pm 0,2$ мВ мкА/см² и плотности тока коррозии $I = 14,6 \pm 0,3$ мкА/см² соизмеримый с образцом противокоррозионного пигмента предварительно обработанного в струйном реакторе ($E = 325,8 \pm 0,1$ мВ мкА/см² $I = 14,7 \pm 0,1$ мкА/см²) (таблица 5). Таким образом, предварительное измельчение частиц диоксида кремния в струйном реакторе не влияет на противокоррозионные свойства пигмента.

Показано, что удаление последней стадии обработки противокоррозионного пигмента в лабораторном бисерном диспергаторе не может быть компенсировано увеличением времени обработки противокоррозионного пигмента в лабораторном диссольтере. Потенциал и ток коррозии не достигает полученных величин для образца обработанного в бисерном диспергаторе ($E = 325,8 \pm 0,1$ мВ мкА/см² $I = 14,7 \pm 0,1$ мкА/см²) (см. таблица 5).

Таким образом, потенциодинамическими исследованиями установлено, что пигменты, полученные на основе природного диоксида кремния, могут использоваться в качестве ингибитора коррозии в составе лакокрасочных покрытий.

Выводы

Получен экологически чистый отечественный противокоррозионный пигмент с низкой себестоимостью, которая обусловлена использованием в качестве основного сырья отходов растительного происхождения (продукта пиролиза рисовой шелухи).

Получена независимая экспертиза о высоких противокоррозионных свойствах разработанного пигмента, согласно которой указывается, что полученный противокоррозионный пигмент превосходит по защитным свойствам широко используемый в настоящее время противокоррозионный (экологически опасный) пигмент на основе фосфата цинка и находится на одном уровне по защитным свойствам с зарубежным аналогом Shieldex™.

Оптимизирован процесс получения природного противокоррозионного пигмента на основе продуктов пиролиза рисовой шелухи. Установлена необходимость последовательной обработки природного диоксида кремния в диссольтере и бисерном диспергаторе. Стадий предварительной подготовки сырья (дробления в струйном реакторе) можно пренебречь.

Список литературы

1. Zin, I. M.; Pokhmurskii, V. I.; Scantiebury, J. D.; Lyon, S. B. // J. Electrochem. Soc. 2001, 148, B293-B298.
2. Zin, I. M.; Lyon, S. B.; Pokhmurskii, V. I. // Corrosion Sci. 2003, 45, 777-788.
3. Патент РФ № 2424264. Способ поверхностной обработки субмикронных частиц. C09C1/00, B01D29/00 от 01.12.2009.
4. Научно-производственное предприятие «Экокремний» [Электронный ресурс] <http://aerosil.su>.
5. ГОСТ 9262-77 Реактивы. Кальция гидроокись.
6. Индейкин Е. А. Научно-технический прогресс в производстве и применении неорганических пигментов и наполнителей. // ВХО им. Д. И. Менделеева. Т.33. 1988. 72-79 с.
7. Горловский И.А., Индейкин Е.А., Толмачев И.А. Лабораторный практикум по пигментам и пигментированным лакокрасочным материалам. Л.: Химия, 1990. 240 с.

СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ЖИДКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЫТЬЯ ПОСУДЫ

ПЕТРОВА ТАТЬЯНА, ФЕДОТОВА КСЕНИЯ

МАОУ «Гимназия №37», 10 класс, г.Казань, Республика Татарстан

Школьное научное общество «Химики и лирики»

Научный руководитель – Бухарова Анжелика Вячеславовна, учитель гимназии

«Мыть или не мыть?» вот такой вопрос, перефразируя классика, ставят перед собой миллионы хозяек, стоя перед горой посуды. А если мыть, то чем? Сегодня потребитель может выбрать любое моющее средство для посуды, исходя из его цены, состава, эффективности и воздействия на кожу рук и окружающую среду. Но не все могут легко разобраться в химическом составе того или иного вещества. Фактор, на который потребитель

обращает внимание в первую очередь, – это моющая способность средства. Важным фактором является то, как средство способно справляться с жиром и маслом в холодной воде. Многие вещества не так просто смыть, а оставаясь на поверхности тарелки или чашки, они в дальнейшем попадают в организм вместе с пищей. Не стоит забывать и о защите кожи. Моющее средство одинаково воздействует как на посуду, так и на руки. Мно-

гие производители используют смягчающие компоненты для защиты кожи рук во время мытья посуды. Как выбрать среди множества современных средств такое, чтобы было: во-первых, безопасным (не содержало вредных для человеческого организма компонентов); во-вторых, эффективным (легко смывало жир и засохшую еду); в-третьих, не вредило коже рук; в-четвертых, «не било» по семейному карману? Одним словом, найти оптимальное сочетание «цена-качество»?

Именно эти вопросы мы хотели решить, выполняя данную работу. Мы поставили перед собой следующие задачи:

- 1) познакомиться с историей жидких средств для мытья посуды;
- 2) рассмотреть состав, представленных на местном рынке средств;
- 3) определить щелочность продукта;
- 4) определить качественно и количественно наличие в них фосфатов;
- 5) провести эксперимент по определению эффективности моющих средств в зависимости от концентрации раствора и краевого угла смачивания.

Объектами нашего исследования стали 11 образцов, купленных нами в магазинах города: 1 - AOS бальзам, 2 - Sorti лимон, 3 - Synergetic, 4 - Ушастый нянь, 5 - Fairy зеленое яблоко, 6 - Selena лимон, 7 - Биолан апельсин-лимон, 8 - Sorti Алое вера бальзам, 9 - Лазурит, 10 - Миф, 11 - Прогрессив.

Историческая справка. С древнейших времён в качестве моющих средств употреблялись щелочные соли (поташ из растительной золы, природная сода), гидрофильные глины (например, бентонитовые), сок или водная вытяжка из некоторых растений. Все эти природные моющие средства быстро утратили своё хозяйственное значение с возникновением мыловаренной промышленности. Первое подобие современных моющих средств появилось в начале XX века в Германии [2]. Немецкий ученый Фриц Пантер создал вещество, которое предназначалось для промышленного использования. Оно представляло собой алкилсульфанат, полученный вследствие реакции бутилового спирта с нафталином. На то время состав моющего средства был далек от современного, а его воздействие на здоровье человека и окружающей среды не изучалось.

Впервые промышленный выпуск синтетических моющих средств был осуществлен в Германии ещё в 30-х гг.

С 1950-х годов производство моющих средств резко возросло во всех промышленно развитых странах, причём доля жирового мыла в общем выпуске моющих средств значительно снизилась. К 1965 г. уже 50-90% общего объёма производства моющих средств составляли синтетические моющие средства.

С годами состав менялся, но производителей мало интересовала экологическая безопасность, главными факторами были: доступность и дешевизна сырья; низкая себестоимость производства; простота изготовления.

Состав жидких средств для мытья посуды (ЖМС). На сегодняшний день существует огромный ассортимент моющих средств для посуды. Основные требования, предъявляемые к ним, регламентированы ГОСТ 32478-2013 Товары бытовой химии. Общие технические требования [3]. Подавляющее большинство средств разной ценовой категории и стран производителей имеет довольно схожий состав, указанный на упаковке. Чаще всего тради-

ционное средство для мытья посуды включает:

- ПАВ (поверхностно-активные вещества, тензиды). ПАВ являются химическими веществами, которые способствуют смыванию грязи и жира с поверхности. Различают четыре больших класса ПАВ [11]:
 - анионные - в водном растворе распадаются с образованием отрицательно заряженных ионов;
 - катионные - в водном растворе распадаются с образованием положительно заряженных ионов;
 - амфотерные - в водном растворе, в зависимости от pH среды, могут проявлять как катионные (в кислой среде pH<7), так и анионные (в щелочной среде pH>7) свойства;
 - неионогенные - в водном растворе не образуют ионов.

Анионные ПАВ (а-ПАВ): дешёвые при производстве и хорошо растворимые, но очень опасные для организма и природы. Катионные ПАВ: имеют бактерицидные свойства, но также влияют на организм и природу, хотя в меньшей мере, чем а-ПАВ. Неионогенные ПАВ: как и любая «химия», также влияют на организм и природу. Но их преимущество – 100% разложение.

- ЭДТА (этилендиаминтетрауксусная кислота (EDTA) применяется для смягчения жесткой воды.
 - консерванты, ароматические добавки, красители
 - вещества для защиты кожи рук.

Это то, что можно прочитать на этикетке, но полный химический состав средства производителей указывать не обязывают. Редко производитель указывает на этикетке в составе *фосфаты*, о вреде которых давно известно. Согласно ГОСТ 32478-2013 массовая доля фосфорсодержащих соединений в пересчете на P₂O₅ в средствах, содержащих фосфаты (кроме водосмягчающих средств), должна быть не более 17%. Однако этот документ не уточняет, касается ли этот показатель средств для стирки белья или средств для мытья посуды. И в том и другом случае содержание фосфорсодержащих компонентов небезопасно как для здоровья человека, так и для окружающей среды. Использование их в Европе давно запрещено законодательно.

В чем же их вред для организма? Наличие фосфатных добавок в порошках приводит к значительному усилению токсических свойств анионных поверхностно активных веществ (а-ПАВ). Эти добавки создают условия для более интенсивного проникновения а-ПАВ через неповрежденную кожу, способствуют усилению обезжириванию кожных покровов, более активному разрушению клеточных мембран, резко снижают барьерную функцию кожи. ПАВ проникают в микрососуды кожи, всасываются в кровь и распространяются по организму. Это приводит к изменению физико-химических свойств самой крови и нарушению иммунитета. У а-ПАВ есть способность накапливаться в органах (мозг, печень, легкие). Так возникает очаг постоянной интоксикации внутри самого организма. Поскольку фосфаты содержатся в значительном количестве в пище в виде добавок и консервантов (Е339), в лекарственных препаратах, у многих людей наступает избыточное поступление фосфатов в организм. Это приводит к вымыванию кальция и магния из организма и отложению фосфора и кальция в виде камней, например, в почках. При этом употребление продуктов, содержащих много кальция и магния, не спасает. Стремительно развивается остеопороз.

Сами фосфаты непосредственно являются угрозой для окружающей среды. При мытье посуды или стирке

беля, отработанную мыльную воду мы сливаем в общую канализацию. Очистка сточных вод от фосфатов является трудноосуществимой (во всяком случае, на старых станциях, которых большинство), и вместе со сточными водами фосфаты попадают в реки и озера. Из научных исследований известно, что с коммунальными стоками в водоемы попадает до 75% фосфора. Фосфаты быстро снижают численность микроорганизмов в установке биологической очистки сточных вод, которые разлагают загрязнения. Воздействие фосфата калия, например, на бактерии объясняется тем, что подавляются процессы обмена веществ в теле бактерии. Поэтому эффективность работы очистительных сооружений значительно снижается.

Фосфаты наряду с нитратами используются как удобрения в сельском хозяйстве. Попадая со сточными водами в водоемы, фосфаты "удобряют" воду. Водоросли в водоемах начинают расти с невероятной скоростью. Это явление называется эвтрофикация. Сине-зеленые водоросли в питьевой воде приводят к отравлениям, невынашиванию беременности, врожденным травмам, активизируют развитие раковых клеток. Всего 1 грамм триполифосфата натрия ($\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$) стимулирует образование 5-10 кг водорослей.

Группа веществ, усиливающих действие ПАВ, это *щелочные компоненты*. Они способствуют повышению уровня pH в моющем растворе, усиливая эффективность удаления жирового загрязнения (за счет его омыления).

Сточные воды от городского коммунального хозяйства загрязняют природные воды, повышая pH воды выше допустимого за счет попадания аммиака, отходов бытовой химии. Изменение pH воды за пределами 5,5-7,0 как в кислую, так и в щелочную область, обычно нарушает экосистему водоема и приводит к исчезновению микроорганизмов, а затем и вымиранию рыб, земноводных, ряда видов ракообразных и моллюсков [13].

Теоретическая часть

Для точного измерения кислотности применяют pH-метры (ионометры, потенциометры) – приборы, основанные на измерении ЭДС раствора, автоматически пересчитывающие потенциал в единицы pH. Точность измерений цифрового pH-метра составляет 0,02-0,05 ед. pH. В качестве индикаторного (измерительного) электрода используется стеклянный электрод, выполненный из специальных сортов стекла с добавлением оксидов Ca, Al, B; электродом сравнения, относительно которого ведется отсчет потенциала – хлорид-серебряный электрод, заполненный стандартным раствором KCl [14].

Щелочность растворов мы определяли методом кислотно-основного титрования [10]. Этот метод основан на реакции, связанной с процессом: $\text{H}^+ + \text{OH}^- = \text{H}_2\text{O}$

При протекании реакции нейтрализации не наблюдается внешних видимых эффектов, поэтому для фиксирования точки эквивалентности применяют соответствующие индикаторы. *Свободная щелочность* мыла определяется наличием в растворе свободных гидроксид-анионов и измеряется по объёму кислоты, затраченной на титрование мыльного раствора в присутствии фенолфталеина, изменяющего свою окраску в интервале значений $\text{pH}=8,0-10,0$. Практически все рассматриваемые нами образцы содержат компонент, призванный уменьшить воздействие щелочной среды на кожу рук. Поэтому

значение pH оказались меньше 8. В связи с этим определить свободную щелочность не удалось, фенолфталеин не менял окраски, либо менял незначительно, и при добавлении первой капли кислоты окраска исчезала. *Связанная щелочность* определяется солями жирных кислот и измеряется по объёму кислоты, затраченной на титрование мыльного раствора в присутствии метилоранжа, который изменяет окраску с желтого на красный в интервале $\text{pH}=3,1-4,4$. *Общая щелочность* – это сумма свободной и связанной щелочности.

В итоге мы определяли общую щелочность по количеству соляной кислоты ($C_{\text{HCl}}=0,1$ моль/дм³), затраченной на титрование, без индикатора, с использованием датчика электропроводности – кондуктометрическим титрованием.

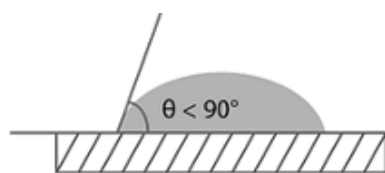
Кондуктометрия (от английского, conductivity – электропроводность и греч. metreo – измеряю), совокупность электрохимических методов анализа, основанных на измерении электропроводности жидких электролитов, которая пропорциональна их концентрации. Достоинства кондуктометрии: высокая чувствительность (нижняя граница определяемых концентраций $\sim 10^{-4}-10^{-5}$ М), достаточно высокая точность (относительная погрешность определения 0,1-2%), простота методик, доступность аппаратуры, возможность исследования окрашенных (в нашем случае особенно актуально, так как моющие средства имеют различную окраску) и мутных растворов, а также автоматизации анализа.

В прямой кондуктометрии непосредственно определяют концентрацию электролита по электропроводности его раствора (если между этими величинами имеется линейная зависимость). Метод применяется главным образом для анализа разбавленных растворов.

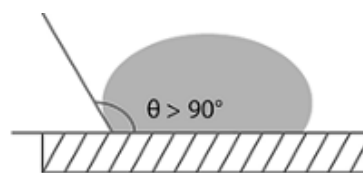
Кондуктометрическое титрование основано на изменении электропроводности раствора при химических реакциях, связанном с изменением концентрации ионов различной подвижности. Кривые титрования, представляющие собой зависимость электропроводности от количества прибавленного реагента (титранта), имеют излом в точке эквивалентности [8].

Оценка эффективности ЖМС. С химической точки зрения ПАВ – это соединения, содержащие неполярный углеводородный радикал («хвост») и небольшую полярную группу («голову») [9]. Такие вещества очень хорошо удаляют жировые загрязнения.

Механизм удаления жировых загрязнений в растворах ПАВ можно описать так: неполярные «хвосты» взаимодействуют с жировой каплей или пленкой и обволакивают ее, а полярные «головы» обращаются к воде и повышают растворимость образующегося агрегата. В результате жирные пятна легко смываются при ополаскивании. При этом важно, чтобы капля воды с моющим средством затекала под края жировой пленки, то есть была пологой. В таком случае говорят, что должно наблюдаться смачивание поверхности твердого тела жидкостью. Одной из характеристик смачивания является краевой угол – угол между касательной к капле и твердой поверхностью. Смачиванию соответствует $\theta < 90^\circ$, несмачиванию – $\theta > 90^\circ$. Для смежных углов справедлива противоположная зависимость.



смачивание



несмачивание

При добавлении ПАВ краевой угол смачивания уменьшается, что позволяет моющему раствору легче затекать под жировую каплю и обеспечивает более тщательное очищение поверхности.

В рекламе часто акцентируют внимание на том, что несколькими каплями даже недорогого средства можно перемыть гору посуды. Мы решили установить, как концентрация моющего средства влияет на краевой угол смачивания, то есть на его эффективность. Для этого мы воспользовались методом лежащей капли [7].

Метод лежащей капли относится к статическим методам определения поверхностного натяжения, т. е. поверхность неподвижна в момент измерения. В основе метода - определение параметров профиля капли, лежащей на плоской поверхности твердого тела. Для этого каплю необходимо сфотографировать и по фотографии определить необходимые для расчета краевого угла смачивания ее параметры.

Экспериментальная часть

Для проведения исследований мы приготовили растворы, взвесив на весах 0,5 г моющего средства и долив дистиллированной воды до метки 100 мл.

Опыт № 1. Определение щелочности жидких моющих средств. Определение pH.

Оборудование. В нашей работе использовались Датчики pH Vernier Software & Technology. Технические характеристики: тип – герметичный, заполнен гелем, оксидный корпус, Ag/AgCl; диаметр вала 12 мм; температурный диапазон – от 5 до 80° С; диапазон измерений – pH 0-14; точность $\pm 0,2$ единицы pH.

Ход работы: подключили датчик pH к устройству измерения и обработки данных (УИОД) LabQuest. Включили УИОД, на экране УИОД появилось значение pH. В стакан объемом 100 мл прилили 50 мл испытуемого раствора. С электрода датчика сняли защитный колпачок, после чего погрузили электрод на 2-3 см в исследуемую жидкость так, чтобы шарик электрода и электролитический ключ были погружены в воду. Подождали, пока показания на экране стабилизировались, после чего записали результат.

При работе с pH-электродом следует соблюдать осторожность. Чувствительный элемент – стеклянный шарик – очень хрупкий. Им нельзя прикасаться ни к каким твердым поверхностям, его нельзя трогать пальцами. По окончании работы шарик промыли дистиллированной водой и надели на него защитный колпачок с раствором хлорида калия 3 моль/л. Для передачи данных с УИОД на компьютер и их обработки мы использовали программное обеспечение Logger Pro-3. Эта программа позволяет обрабатывать данные и сохранять их в текстовом формате, который читается другими программами для работы с электронными таблицами (OpenCalc, Excel, Origin и т. д.) [12].

Результаты определения pH: AOS бальзам - 7.06; Sorti лимон - 6.64; Synergetic - 6.94; Ушастый нянь - 7.13; Fairy зеленое яблоко - 7.97; Selena лимон - 7.89;

Биолан апельсин-лимон - 7.67; Sorti Алое вера бальзам - 7.77; Лазурит - 7.98; Миф - 7.92; Прогрессив - 7.83.

Опыт № 2. Определение щелочности [10]. Метод кислотно-основного титрования.

Ход работы. Для кондуктометрического определения мы приготовили 0,1 М раствор титранта – соляной кислоты. Отбрали строго определённый объём (аликвоту) пробы – 50 мл. Далее к пробе маленькими порциями добавляли титрант до тех пор, пока определяемое вещество в пробе полностью не прореагирует. Определили объём титранта, истраченный на полное связывание гидроксид – иона.

Титрование мы повторяли трижды, каждый раз брали новую порцию раствора и устанавливали уровень жидкости в бюретке на нуле. Разница в отсчетах не должна была превышать 0,1 мл, если наблюдались большие расхождения, титрование повторяли до получения трех сходящихся результатов, из которых брали среднее.

Для измерения электропроводности использовали устройство измерения и обработки данных (УИОД) и датчик электропроводности.

Подключили датчик электропроводности к УИОД и переключили его в диапазон 0-20000 мкСм/см. Щуп датчика погрузили в раствор так, чтобы электроды были полностью залиты раствором. Подождали, пока показания на экране стабилизируются, и зафиксировали результат. Чтобы перемешивать пробу при титровании, мы использовали магнитную мешалку. Постепенно прикапывая титрант, мы наблюдали на экране УИОД появление точек; вырисовывался график зависимости электропроводности от концентрации. Перелом кривой происходит в точке эквивалентности, т. е. при таком объёме титранта, при котором с ним прореагировали все определяемые ионы. Для точного определения объёма в точке эквивалентности мы приблизили левую и правую части кривой титрования прямыми и нашли объём в точке их пересечения. Объём в точке эквивалентности V_e находят из значений m и b для двух прямых по формуле [6]:

$$V_e = -\frac{b_1 - b_2}{m_1 - m_2}$$

Общую щелочность вычисляли по формуле:

$$\text{Щ}_o = \frac{C_k \cdot V_k}{V_{\text{воды}}} 1000 \text{ ммоль} \cdot \text{экв}/\text{дм}^3,$$

где V_k – средний объём кислоты, пошедший на титрование аликвоты, мл; C_k – молярная концентрация эквивалента кислоты, моль·экв/дм³; V – объём аликвоты раствора, взятой для анализа, мл.

Массу общей щелочности вычисляли по формуле: $m_{(\text{NaOH})} = 40 \cdot \text{Щ}_o \cdot 10^{-3}$

Определяли массовую долю общей щелочности мыла (w , %) по формуле: $w = m_{(\text{NaOH})} \cdot 100 / m_{\text{навески}}$

Пример расчета общей щелочности для образца №9 (Лазурит бальзам):

$$\text{Щ}_{\text{общ}} = \frac{V(\text{HCl}) \times C(\text{HCl}) \times 1000}{V(\text{пробы})} = \frac{4,08 \text{ мл} \times 0,1 \text{ моль/дм}^3 \times 1000}{50 \text{ мл}} = 8,16 \text{ ммоль экв/дм}^3$$

$$m(\text{NaOH}) = \text{Щ}_{\text{общ}} \times 10^{-3} \times V_{\text{р-ра}} \times M(\text{NaOH}) = 8,16 \text{ ммоль} \times \text{экв/дм}^3 \times 10^{-3} \times 0,1 \text{ л} \times 40 \text{ г/моль} = 0,0326 \text{ г}$$

$$\omega(\text{NaOH}) = \frac{m(\text{NaOH})}{m_{\text{образца}}} \times 100\% = \frac{0,0326 \text{ г}}{0,5 \text{ г}} \times 100\% = 6,52\%$$

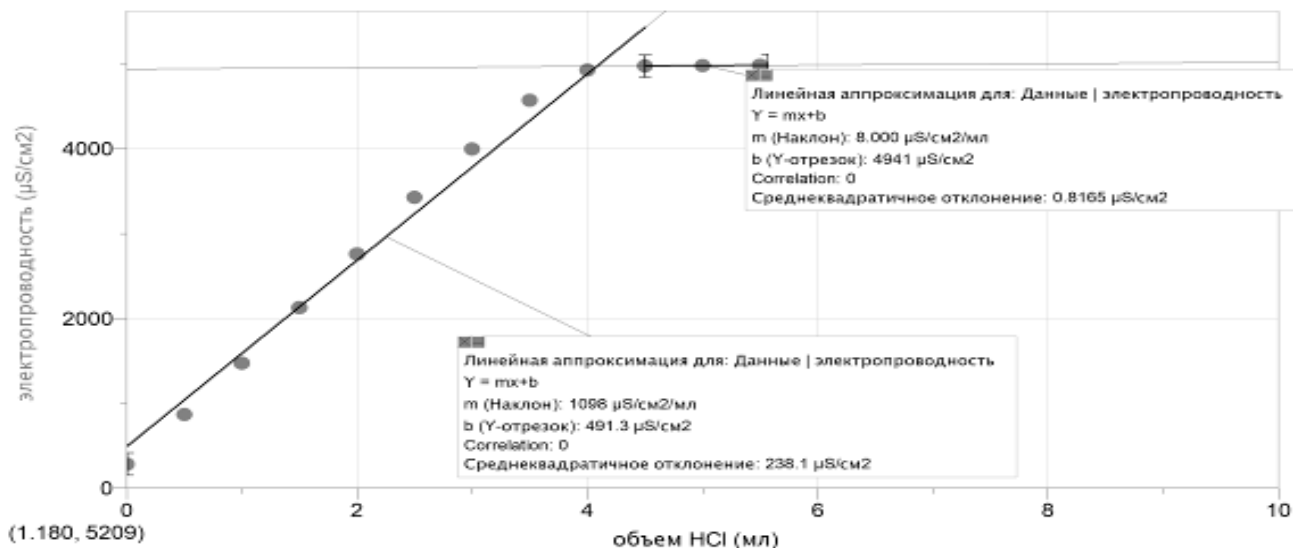


Рис.1. График кондуктометрического титрования образца №9

Результаты кондуктометрического титрования исследуемых образцов представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты кондуктометрического определения щелочности

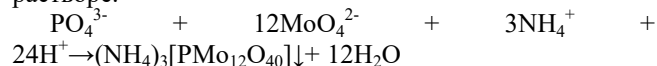
№	Образец	Объем HCl, мл	Общая щелочность ммоль*экв/дм ³	Массовая доля NaOH, %
1	AOS бальзам	3,56	7,12	5,70
2	Sorti лимон	3,17	6,34	5,08
3	Synergetic	3,66	7,32	5,86
4	Ушастый нянь	3,67	7,34	5,88
5	Fairy зеляблоко	4,07	8,14	6,52
6	Selena лимон	3,68	7,36	5,88
7	Биолан апельсин-лимон	3,56	7,12	5,70
8	Sorti алое вера бальзам	3,40	6,80	5,44
9	Лазурит бальзам	4,08	8,16	6,52
10	Миф	4,04	8,08	6,46
11	Прогрессив	3,62	7,24	5,78

Опыт № 3. Обнаружение фосфатов в растворах моющих средств

Для качественного обнаружения фосфат-ионов мы приготовили растворы. Отмерили 0,5 г моющего средства и довели до метки 100 мл дистиллированной водой.

Метод основан на частичном восстановлении Mo⁶⁺ фосфорномолибденовой гетерополиокислоты до низших

степеней валентности, в результате чего образуется «молибденовая синь», интенсивность окраски которой пропорциональна содержанию фосфорной кислоты в растворе.



Восстановление молибдена может быть произведено различными восстановителями: хлоридом олова (+2), аскорбиновой кислотой.

Реактивы. H₂SO₄ уд. вес 1,84 г/см³; 2,5%-ный раствор молибденовоокислого аммония в серной кислоте; раствор хлористого олова SnCl₂ · 2H₂O – 1%-ный.

Ход работы [1]. С помощью пипетки мы взяли 10 мл раствора и поместили в химический стаканчик емкостью 100 мл. Затем добавили 1 мл 2,5%-ного раствора молибденовоокислого аммония в серной кислоте и перемешали раствор круговыми движениями, после чего внесли 2 капли свежеприготовленного раствора хлористого олова, долили дистиллированной водой до метки и снова перемешали раствор.

Наблюдение. Интенсивность окраски растворов различная. Образцы №№ 1,2,4,7,8,9 содержат фосфаты в разных количествах. В образцах №№ 3,5,6,10,11 фосфаты не обнаружены.

Опыт № 4. Количественное определение содержания фосфатов кондуктометрическим титрованием.

В растворе фосфат-ионы образуют с катионом бария нерастворимое соединение: Ba²⁺ + HPO₄²⁻ = BaHPO₄↓

Ход работы. Для кондуктометрического определения мы приготовили 0,1 М раствор титранта - хлорида бария, растворив 6,1 г кристаллогидрата в 100 мл дистиллированной воды и доведя раствор до объема 250 мл. Отобрали строго определённый объем (аликво-

ту) пробы – 50 мл. Далее к пробе маленькими порциями добавляли титрант до тех пор, пока определяемое вещество в пробе полностью не прореагирует. Определили объём титранта, истраченный на полное связывание фосфат - иона вещества [4], [5].

Исходя из этого объёма, вычислили молярную концентрацию определяемого компонента. Для реакции: $Ba^{2+} + HPO_4^{2-} = BaHPO_4 \downarrow$, где $C(Ba^{2+})$ и $C(HPO_4^{2-})$ — молярные концентрации соответствующих компонентов: $C(HPO_4^{2-}) = C(Ba^{2+}) * V(Ba^{2+}) / V(HPO_4^{2-})$.

Для измерения электропроводности использовали устройство измерения и обработки данных (УИОД) и датчик электропроводности, последовательность измерения описана выше.

Пример вычисления содержания фосфатов в образце № 9 (Лазурит бальзам):

$$V_e = -\frac{b_1 - b_2}{m_1 - m_2} = -\frac{491.3 - 4941}{1098 - 8} \approx 4.08$$

$$C(HPO_4^{2-}) = \frac{0,1 \text{ моль/л} \times 9,59 \times 1000}{50 \text{ мл}} = 19,18 \text{ ммоль/л}$$

$$v(HPO_4^{2-}) = 19,18 \text{ ммоль/л} \times 0,1 \text{ л} = 1,9188 \text{ ммоль}$$

$$v(P_2O_5) = 0,959 \text{ ммоль}$$

$$m(P_2O_5) = 0,959 \text{ ммоль} \times 142 \text{ г/моль} = 136,18 \text{ мг}$$

Постепенно прикапывая титрант, мы наблюдали помутнение раствора и изменение значений электропроводности. Одновременно на экране УИОД появлялись точки, и вырисовывался график зависимости электропроводности от концентрации.

Обработка графика и определение точки эквивалентности осуществлялись с помощью программного приложения Loger Pro 3.8.6.

На основании построенных графиков и найденных точек эквивалентности были произведены расчеты на содержание фосфатов в исследуемых растворах. Так как точная формула содержащихся в моющих средствах фосфатов не прописана, либо их содержание не указано вовсе, мы делали пересчет на массу ортофосфат-иона (рис. 2).

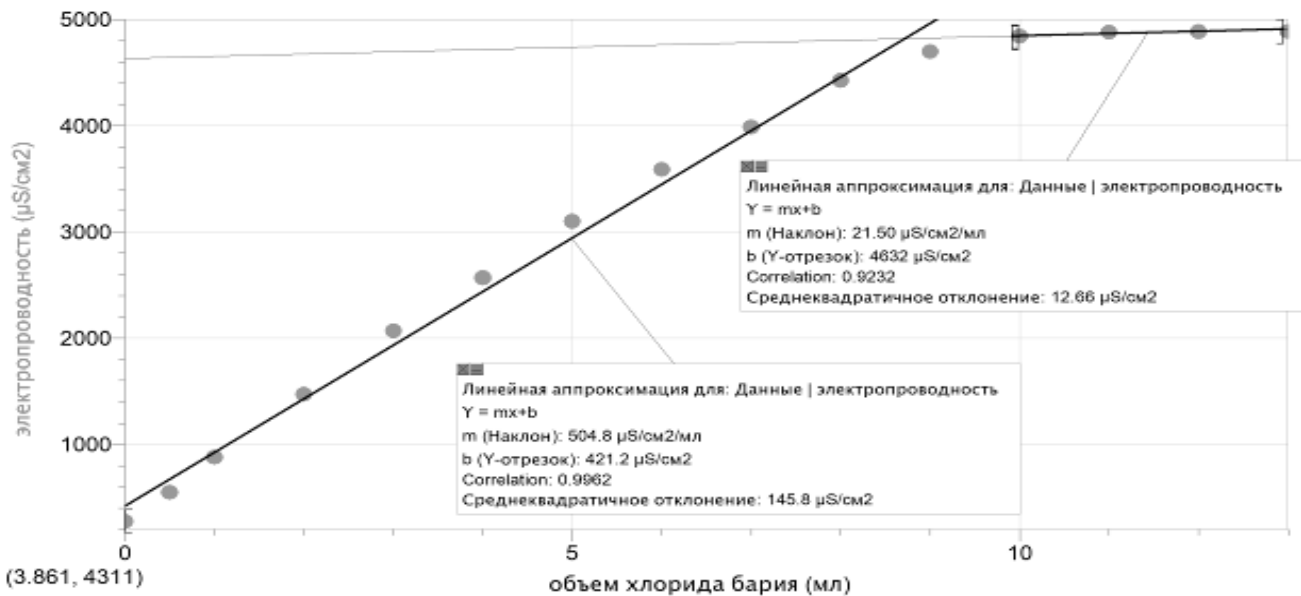


Рис.2. График определения фосфатов кондуктометрическим методом для образца №9



Рис.3. Процесс фотофиксации капли исследуемого раствора.

Результаты кондуктометрического титрования представлены в таблице 2.

Опыт № 5. Оценка эффективности ЖМС

Ход работы. На предметный столик помещали пластинку из стекла. На край пластинки шприцом наносили сначала каплю дистиллированной воды. Размер капли не превышал 2-3 мм. В этом случае капля может считаться сферической и краевой угол смачивания может быть рассчитан по формуле:

$$\cos \theta = \frac{r_k^2 - h^2}{r_k^2 + h^2}$$

где h - ее высота, d - диаметр контакта капли с поверхностью твердого тела.

Таблица 2. Содержание фосфатов по данным кондуктометрического титрования

№	Образец	Объем исследуемой пробы, л	Объем титранта (BaCl ₂), мл	C (BaCl ₂), моль/л	m(P ₂ O ₅), мг	%P ₂ O ₅
1	AOS бальзам	0,05	7,66	0,1	106,5	21,3
2	Sorti лимон	0,05	7,11	0,1	100,9	20,18
3	Synergetic	0,05	-	-	-	-
4	Ушастый нянь	0,05	8,69	0,1	123,4	24,68
5	Fairy зеленое яблоко	0,05	-	-	-	-
6	Selena лимон	0,05	-	-	-	-
7	Биолан апельсин-лимон	0,05	8,14	0,1	115,59	23,12
8	Sorti Алое вера бальзам	0,05	8,62	0,1	122,4	22,48
9	Лазурит	0,05	9,59	0,1	136,18	27,34
10	Миф	0,05	-	-	-	-
11	Прогрессив	0,05	-	-	-	-

Точно отмеренный мерной пипеткой объем каждого средства растворяли в воде до 100 мл, каплю полученного раствора наносили на обезжиренное стекло и фотографировали с помощью цифрового микроскопа при 50 кратном увеличении. Настраивали микроскоп так, чтобы капля была резко видна в поле зрения микроскопа, фиксировали изображение (рис.3). Для каждого раствора эксперимент проводился трехкратно.

Фотографии распечатывали и измеряли h и d, находили средние значения. Величина θ не зависит от размерности h и d, необходимо лишь, чтобы их размерности были одинаковы. Поэтому h и d можно выражать просто в числе делений, либо пикселей, в нашем случае мм. Затем вы-

числяли косинус угла и сам краевой угол смачивания.

Пример вычисления краевого угла смачивания для образца № 9:

$$\begin{aligned} \cos\theta &= ((d/2)^2 - h^2) / ((d/2)^2 + h^2) \\ &= ((145/2)^2 - 18^2) / ((145/2)^2 + 18^2) \\ &= 0,884 \end{aligned}$$

где $\theta \approx 28^\circ$

После всех расчетов и вычислений погрешности измерений мы построили график зависимости углов от концентрации моющего средства (рис 4-6).

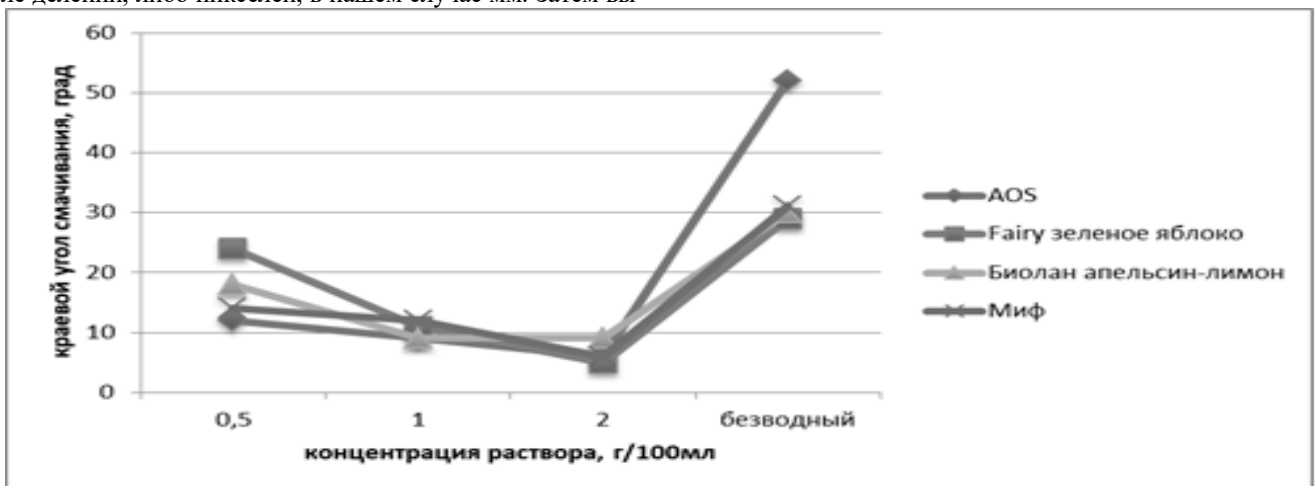


Рис.4. Зависимость краевых углов смачивания от концентрации моющего средства (г/100 мл воды)

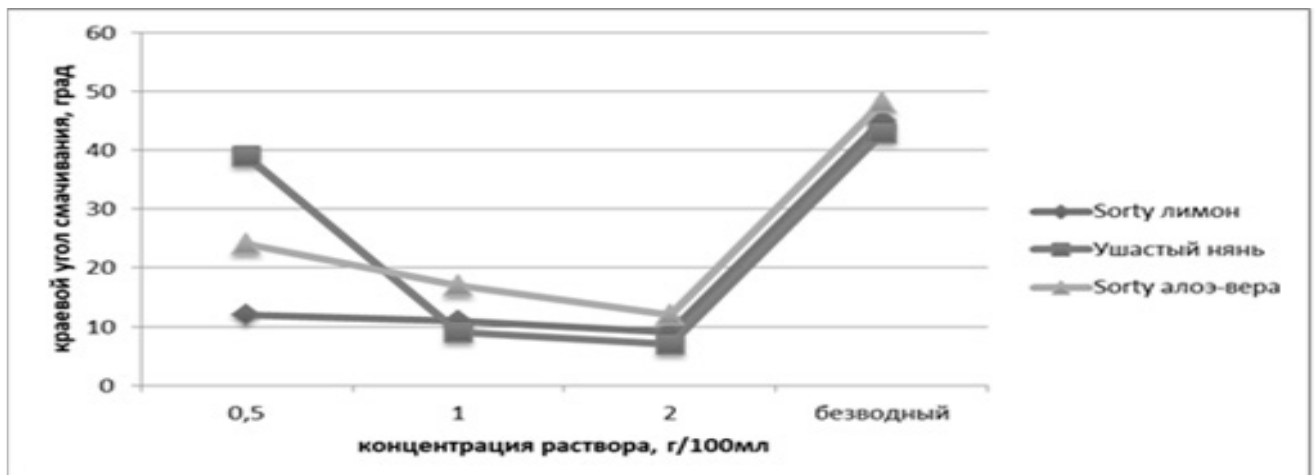


Рис.5. Зависимость краевых углов смачивания от концентрации моющего средства (г/100 мл воды)

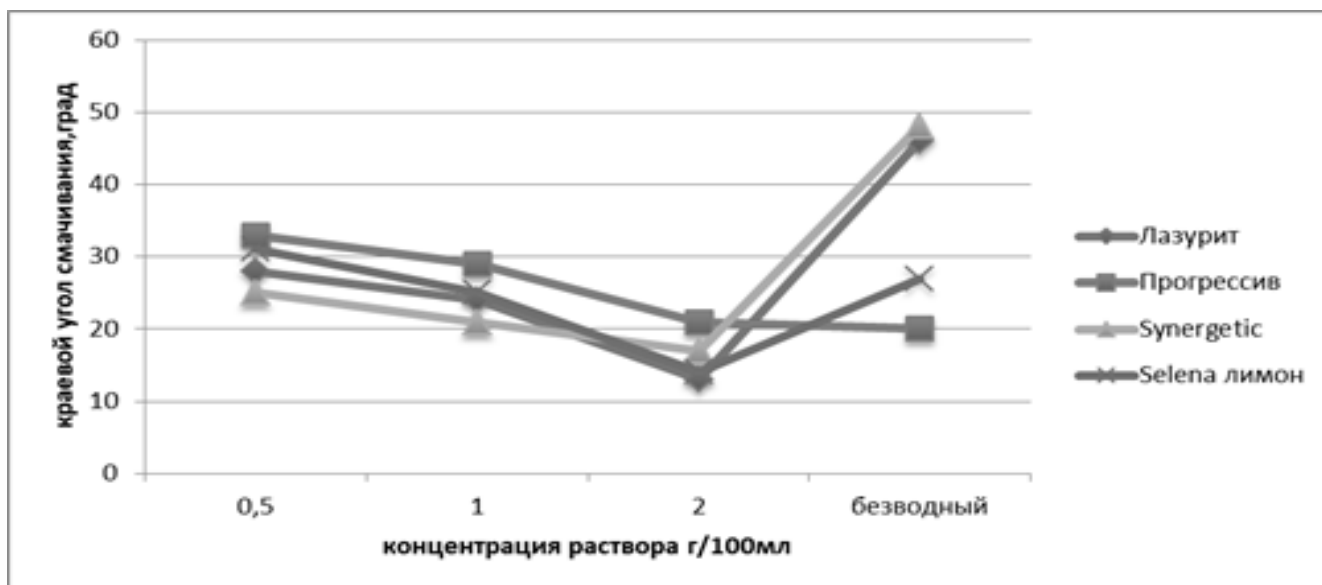


Рис.6. Зависимость краевых углов смачивания от концентрации моющего средства (г/100 мл воды)

Выводы

В ходе выполнения нашей работы мы изучили материалы, касающиеся жидких моющих средств для мытья посуды и методов исследования. Определили щелочность растворов, измерили значение pH. Результаты показали, что водородный показатель находится в пределах нормы, установленной ГОСТ – 11,5. Однако образцы №№5,6,7,9,10,11 имеют все же слабощелочную среду, что скажется негативно на каждом покрове. Установленные нами значения общей щелочности также это подтверждают.

Провели качественный и количественный анализ исследуемых образцов на содержание фосфатов. Образцы №№3,5,6,10,11 фосфатов не содержат, содержание фосфатов в остальных образцах выше установленной нормы 17%. Особо хочется отметить, что содержание фосфатов в средстве для детской посуды не допустимо.

Определенный нами краевой угол смачивания стекла чистой водой совпадает с литературными данными. Величина краевых углов смачивания уменьшается с ростом концентрации моющего средства. Поэтому, как и ожидалось, чем больше взять моющего средства, тем лучше.

Мы провели ранжирование образцов по исследуемым нами параметрам с целью установления наиболее оптимального варианта «цена-качество». Лидерами по параметрам «содержание фосфатов – краевой угол смачивания – щелочность - цена» стали образцы Миф, Selena, Fairy.

Список литературы

1. Аринушкина Е.В. Руководство по химическому анализу почв. М.: Изд-во Московского ун-та. 1961. 492 с.
2. Большая Советская Энциклопедия. В 30 т. – Т.13. /Под ред. А.М.Прохорова. М.: Советская энциклопедия, 1973. 608 с.
3. ГОСТ 32478-2013 Товары бытовой химии. Общие

технические требования. Межгосударственный стандарт. Товары бытовой химии. Общие технические требования. Goods of household chemistry. General technical requirements. МКС 71.100.40 71.100.99.

4. Жилин Д.М. Демонстрационный эксперимент с AFSTM. Химия. Методическое пособие для учителя. М., 2011.
5. Жилин Д.М. Лабораторный эксперимент с AFSTM. Химия. Методическое пособие для учителя. М., 2011.
6. Жилин Д.М. Учебные проекты с AFSTM. Химия. Методическое пособие для учителя. М., 2011.
7. Киселев М.Г., Савич В. В., Определение краевого угла смачивания на плоских поверхностях. Вестник БНТУ 2006. №1.
8. Коровин Н.В. Общая химия. Лабораторный практикум: учебное пособие / Под общ. ред. Н.В.Коровина. М.: КНОРУС, 2015. 336с.
9. Куличихина В.Г. Практикум по коллоидной химии. М.: Вузовский учебник, 2012. 288 с.
10. Лапова Т.В. Определение кислотности и щелочности различных типов вод: методические указания / Сост. Т.В.Лапова, А.Н.Павлова, М.Л.Тогидний. Томск: Изд-во Том. гос. архит. строит. ун-та. 2013, 20 с.
11. Николаев П. В. Основы химии и технологии производства синтетических моющих средств: учеб. пособие. Иваново: Иван. гос. хим.-технол. ун-т. 2007. 116 с.
12. Описание программного обеспечения. Logger Pro. Краткое руководство пользователя. Производственно-консультационная группа «Развитие образовательных систем».
13. Пасечник В.В. Школьный практикум. Экология. 9 класс. М.: Дрофа, 2004.
14. Суранов А.Я. Химия с Vernier. ПКГ «Развитие образовательных систем». М., 2012.

ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ИОНИТОВ

СТАРШИНОВА МАРИЯ

Лицей № 86, 10 класс, г.Ярославль

Научные руководители: Тимрот Сергей Дмитриевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Охрана труда и природы» ЯГТУ; Волкова Лариса Вячеславовна, учитель школы

Вероятно, каждый сталкивался в рекламе, публикациях и просто в обычной жизни с накипью, желтыми разводами на ткани после стирки, информацией о вреде хлора и опасности тяжелых металлов и т.д. В первую очередь речь идет о содержании в воде разных ионов и их влиянии на ее качество. Естественно, необходимо оценить способы устранения этих веществ и улучшения качества воды.

Цель работы: оценить эффективность очистки воды при помощи ионитов.

Задачи:

- 1) взять пробы воды;
- 2) оценить способность ионита очищать от ионов жесткости;
- 3) оценить способность ионита очищать от ионов железа;
- 4) оценить способность ионита очищать от хлорид-аниона;
- 5) оценить способность ионита очищать от ионов тяжелых металлов;
- 6) сделать вывод об эффективности использования ионита.

Теоретическая часть

Жесткость воды – определенное свойство воды, которое связывают с растворенными в ней соединениями магния и кальция, то есть наличием в воде катионов этих элементов (Ca^{2+} и Mg^{2+}). Жесткость воды во многом определяет пригодность воды для использования как в промышленных, так и в бытовых целях. Возникновением накипи мы «обязаны» именно жесткой воде.

Выделяют 3 типа жесткости воды:

- временная (карбонатная жесткость), обусловлена присутствием наряду с кальцием, магнием и железом гидрокарбонатных анионов;
- постоянная (некарбонатная жесткость), характеризуется присутствием сульфатных, нитратных и хлоридных анионов, солей кальция и магния, которые прекрасно растворяются в воде;
- общая жесткость определяется как суммарная величина содержания солей магния и кальция в воде, то есть суммой карбонатной и некарбонатной жесткости.

Принято классифицировать жесткость воды следующим образом:

- мягкая вода – жесткость $3,0 \text{ мг-экв/дм}^3$ и более;
- средняя жесткость – от $3,0$ до $6,0 \text{ мг-экв/дм}^3$;
- жесткая вода – свыше $6,0 \text{ мг-экв/дм}^3$.

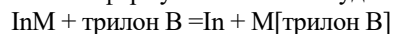
Жесткость воды можно измерить с помощью индикатора – кислотного раствора хрома темно-синего. Хром темно-синий имеет две формы:

- 1) свободная (имеет синий цвет)
- 2) связанная с металлом (имеет винно-красный цвет).

При добавлении в жесткую воду хром темно-синий

(1 форма) взаимодействует с ионами металлов и переходит во 2 форму [1].

В аналитической химии для качественного и количественного определения многих катионов и анионов используется *трилон Б* (этилендиамин тетрауксусной кислоты динатриевая соль, комплексон-III, хелатон III, ЭДТА). Его особенность заключается в том, что он связывает ионы металлов и образует с ними более прочный комплекс, чем хром темно-синий, следовательно индикатор перейдет из 2 в 1 форму. Условно это будет выглядеть так:



Железо – один из семи металлов, известных человечеству с глубокой древности. Главными источниками соединений железа в природных водах являются процессы химического выветривания и растворения горных пород. Значительные количества железа поступают с подземным стоком и со сточными водами предприятий. В питьевой воде железо может присутствовать также вследствие применения на муниципальных станциях очистки воды железосодержащих коагулянтов, либо из-за коррозии водопроводных труб. Содержащая железо вода изначально прозрачна и чиста на вид. Однако даже при непродолжительном контакте с кислородом воздуха железо окисляется, придавая воде желтовато-бурую окраску. Уже при концентрациях железа выше $0,3 \text{ мг/л}$ такая вода способна вызвать появление ржавых потеков на сантехнике и пятен на белье при стирке. При содержании железа выше 1 мг/л вода становится мутной, окрашивается в желто-бурый цвет, у нее ощущается характерный металлический привкус. Все это делает такую воду практически неприемлемой как для технического, так и для питьевого применения. По органолептическим признакам предел содержания железа в воде практически повсеместно установлен на уровне $0,3 \text{ мг/л}$, но по показаниям вредности для здоровья такой параметр не установлен [2].

Тяжёлые металлы – химические элементы со свойствами металлов и значительным атомным весом либо плотностью. Используемым критерием может быть атомный вес свыше 50, и тогда в список попадают все металлы, начиная с ванадия, независимо от плотности. Другим часто используемым критерием является плотность, примерно равная или большая плотности железа (8 г/см^3). Термин «тяжёлые металлы» чаще всего рассматривается с медицинской и природоохранной точек зрения и при включении в эту категорию учитываются не только химические и физические свойства элемента, но и его биологическая активность и токсичность, а также объём использования в хозяйственной деятельности. Многие тяжёлые металлы, такие как медь, цинк, молибден, участвуют в биологических процессах и в

определенных количествах являются необходимыми для функционирования растений, животных и человека микроэлементами. С другой стороны, тяжёлые металлы и их соединения могут оказывать вредное воздействие на организм человека, способны накапливаться в тканях, вызывая ряд заболеваний [2].

Дитизон - дифенилтиокарбазон, 2-фенилгидразид фенилазотиоуравьиной кислоты, сокращённое обозначение H_2Dz , общая формула $C_6H_5N=N-C(S)-NHNHC_6H_5$, чёрные, пурпурно-чёрные или синечёрные кристаллы; не растворимы в воде, очень мало растворимы в этаноле, диэтиловом эфире, растворим в хлороформе. Применяется как реагент для экстракционно-фотометрического определения и концентрирования в виде однозамещённых дитизонатов катионов металлов Ag, Au, Bi, Cu, Fe, Hg, Mn, Mo, а также катионов металлоорганических соединений вида - RHg^+ , $R_2Sn_2^+$, R_3Sn^+ , $R_2Pb_2^+$, R_3Pb^+ , R_2Tl^+ и др. В большинстве случаев образование однозамещённых дитизонатов в растворах сопровождается изменением цвета [2].

Иониты - твердые нерастворимые вещества, способные обменивать свои ионы на ионы из окружающего их раствора. Обычно это синтетические органические смолы, имеющие кислотные или щелочные группы. Иониты разделяются на катиониты, поглощающие катионы, аниониты, поглощающие анионы и амфотерные иониты, обладающие обоими этими свойствами. Широко применяются иониты для опреснения вод, в аналитической химии для разделения веществ методом хроматографии, в химической технологии. Иониты распространены в природе, в частности, в почве содержатся катиониты, которые предохраняют катионы необходимых растений элементов (например, калия) от вымывания водой и обменивают их на ионы водорода выделяемой растениями кислоты, таким образом способствуя питанию растений. В зависимости от природы матрицы различают неорганические и органические иониты.

По заряду обмениваемых ионов иониты делятся на следующие типы:

Катиониты. Являясь кислотами, они поглощают положительные ионы и обменивают их на другие положительные ионы. Для регенерации катионита нужно подвергнуть его действию раствора кислоты. В свою очередь катиониты подразделяются на следующие подтипы:

- **сильнокислотные** (содержат сильно диссоциированные кислотные группы, например, сульфокислотные. Могут обменивать ионы в средах с кислой, нейтральной и щелочной реакцией);
- **слабокислотные.** (содержат слабодиссоциированные кислотные группы, например, карбоксильные. Обменивают ионы только в средах с нейтральной и щелочной реакцией).

Аниониты. Являясь основаниями, поглощают отрицательные ионы и обменивают их на другие отрицательные ионы. Для регенерации анионита его подвергают действию щёлочи. Аниониты подразделяются на следующие подтипы:

- **сильноосновные** (могут обменивать ионы в средах с кислой, нейтральной и щелочной реакцией).
- **слабоосновные** (могут обменивать ионы только в

средах с кислой и нейтральной реакцией).

- **среднеосновные** (одержат и группы, характерные для сильноосновных анионитов, и группы, характерные для слабоосновных анионитов) [2].

Методики проведения эксперимента

Порядок измерения жесткости:

1. В склянку налить 10 мл воды.
2. Добавить в склянку пипеткой 6-7 капель буфера аммиачного и 4-5 раствора индикатора хрома темно-синего.
3. Герметично закрыть склянку и встряхнуть для перемешивания.
4. Постепенно оттитровать раствором трилона В до перехода цвета в точке эквивалентности из винно-красного в синий, периодически встряхивая склянку [1].

Порядок измерения содержания хлорид-аниона в воде:

1. Налить в склянку 10 мл исследуемой воды.
2. Добавить в склянку пипеткой 3 капли хромата калия.
3. Герметично закрыть склянку пробкой и встряхнуть, чтобы перемешать.
4. Постепенно оттитровать содержимое склянки раствором нитрата серебра при перемешивании до появления не исчезающей бурой окраски.
5. Рассчитать массовую концентрацию хлорид-аниона (Схл, мг/л) [1].

Порядок измерения содержания железа в воде:

1. Налить в склянку 10 мл исследуемой воды.
2. Добавить в склянку пипеткой 4мл роданида калия (20%).
3. Добавить в склянку несколько кристаллов персульфата аммония.
4. Добавить в склянку пипеткой 2 мл концентрированной соляной кислоты.
5. Довести до 100 мл дистиллированной водой.
6. Измерить оптическую плотность спектрофотометром.
7. Содержание железа находят по уравнению [1].

Порядок измерения жесткости:

1. В склянку налить 10 мл воды.
2. Добавить в склянку пипеткой 6-7 капель буфера аммиачного и 4-5 раствора индикатора хрома темно-синего.
3. Герметично закрыть склянку и встряхнуть для перемешивания.
4. Постепенно оттитровать раствором трилона В до перехода цвета в точке эквивалентности из винно-красного в синий, периодически встряхивая склянку [1].

Порядок измерения содержания тяжелых металлов в воде:

1. 5 мл дитизона перенести в делительную воронку.
2. Добавить 10 мл исследуемой воды.
3. Встряхнуть в течение одной минуты и дать жидкости расслоиться.
4. Полученный в результате цвет нижнего слоя сравнить со спектром [1].

Экспериментальная часть

Опыт № 1. «Определение жесткости»

Приборы и материалы: проба воды, буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В, бюретка, склянка.

Пробу воды анализировали согласно методике, описанной выше.

Результат: $J=10,5 \text{ мг *э/дм}^3$

Опыт № 2. «Умягчение воды»

Приборы и материалы: Проба воды из опыта 1, буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В, бюретки, склянки, ионит (50 г), соляная кислота.

Результат:

Начальная жесткость	10,5 мг *э/дм3
Жесткость после использования ионита не регенерированного	8 мг *э/дм3
Полезность	23%
Начальная жесткость	10,5 мг *э/дм3
Жесткость после использования ионита	0,25 мг *э/дм3
Полезность	97%

Опыт № 3 «Кинетика действия ионита»

Приборы и материалы: Проба воды из под крана в Техническом университете, буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В, бюретки, склянки, ионит (1 г).

Результат:

Объем	Жесткость(мг*эв/л)
Изначальная	1
10	0,5
20	0,25
30	0,75
40	1

Опыт 4. Построение калибровочной кривой содержания железа.

Приборы и материалы: Пробы воды с известным содержанием железа, роданид калия (20%), кристаллы персульфата аммония, концентрированная соляная кислота, магнитная мешалка, спектрофотометр, склянки, лед.

Результат:

Номер пробы	Оптическая плотность (D)	Содержание железа (C)
1	0,848	30 мг/л
2	0,555	20 мг/л
3	0,36	10 мг/л
4	0,238	5 мг/л

$C=21D$ $C=27,7D$ $C=36D$ $C=35,4D$

Опыт № 5. Построение графика действия ионита на содержание железа в воде.

Цель: построить график действия ионита на содержание железа в воде.

Приборы и материалы: Пробы воды с известным содержанием железа, роданид калия (20%), кристаллы персульфата аммония, концентрированная соляная кислота, магнитная мешалка, спектрофотометр, склянки, проба воды (Углическая область, д. Осевое).

Результат:

Объем пропущенной воды(мл)	Содержание железа (мг*эв/л)
Изначальная	3,759
10	1,345
20	0,9454
30	1,1554
40	1,6806

Опыт № 6. Умягчение воды ($t=4$ °С) с помощью ионита.

Приборы и материалы: Проба воды из-под крана в Техническом университете, буфер аммиачный, кислотный раствор хрома темно-синего, трилон В, бюретки, склянки, ионит (1 г), лед.

Результат:

Объем пропущенной воды (мл)	Жесткость (мг*эв/л)
Изначальная	1
10	0,5
20	0,25
30	0
40	0,75
50	1

Опыт № 7. Очистка воды от хлорид-аниона с помощью анионита.

Приборы и материалы: Анионит, бюретки, склянки, магнитная мешалка, проба воды, нитрат железа, хромат калия.

Результат:

Начальное содержание хлорид-аниона	267(мг*эв/л)
Содержание хлорид-аниона после использования анионита	89 (мг*эв/л)
Полезность (%)	67

Опыт № 8. Построение кинетики действия анионита.

Приборы и материалы: Анионит, бюретки, склянки, магнитная мешалка, проба воды, нитрат железа, хромат калия.

Результат:

Объем пропущенной воды(мл)	Содержание хлорид-аниона(мг*эв/л)
Начальное	267
10	89
20	124,6
30	142,7
40	178
50	231,4
60	267

Опыт № 9. Анализ воды на содержание тяжелых металлов.

Приборы и материалы: Раствор дитизона, пробы воды, делительная воронка, пипетка.

Результат:

Проба воды	Содержание Cu^{2+} (мкг)
Вода Углическая	10
Вода Улейская	5
Вода Святой источник	1
Дистиллированная	0
Бидистиллированная	0

Опыт № 10. Очистка воды от ионов тяжелых металлов.

Приборы и материалы: раствор дитизона, проба воды, делительная воронка, ионит, бюретка, колбы, пипетка.

Результат:

Начальное содержание	10 мкг
Содержание после применения ионита	0 мкг
Эффективность	100%

Вывод. Установлено, что пропуская воду через иониты, можно добиться снижения жесткости воды, содержания ионов железа, хлоридов и тяжелых металлов.

Список литературы

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В. Практикум по экологии: учеб. пособие. М: АО МДС, 1996. 192 с.
2. Интернет ресурс: <http://wikipediya.com> (дата доступа 13.10.2018).

ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ СУХОДОЛЬНЫХ ЛУГОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛА БЕЛОЕ ПОШЕХОНСКОГО РАЙОНА

ЦВЕТКОВА ВИКТОРИЯ

МБОУ Белосельская СШ, 11 класс, Ярославская область

Научные руководители: Чернов Александр Николаевич, Чернова Инна Фёдоровна, учителя школы

Состояние природных экосистем сильно изменилось в результате неуклонно возрастающей антропогенной нагрузки. Изучение современного состояния флоры и растительности небольших территорий позволяет детализировать и углубить сведения о биоразнообразии региона, проследить изменения растительных сообществ, внести определенный вклад в мониторинговые исследования окружающей среды.

Цель исследования: изучение флоры и растительности суходольных лугов окрестностей села Белое Пошехонского района.

Задачи исследования:

- 1) дать физико-географическую характеристику суходольных лугов;
- 2) выявить состав луговой флоры и провести ее таксономический анализ;
- 3) провести геоботанический анализ растительности суходольных лугов;
- 4) установить эколого-биоморфологическую структуру растительности лугов;
- 5) провести оценку кормовой ценности растительности суходольных лугов.

Материалы и методы исследования

Объектом данного исследования являются суходольные луга, расположенные в окрестностях с.Белое Пошехонского р-на Ярославской области. Материалом настоящей работы служат полевые сборы и наблюдения, выполненные в июне-августе 2018 г. Геоботаническое описание лугов проводилось по общепринятым методикам [2, 3, 5, 6, 9]. При изучении луговой флоры и растительности использовались маршрутный метод для выявления видового состава и метод пробных площадок для оценки проективного покрытия и константности видов. Попутно осуществлялся сбор всех встреченных видов растений, и проводилось геоботаническое описание фитоценозов на стандартных бланках [12]. Проективное покрытие и обилие видов определялось по шкале Браун-Бланке [13]. Для этого в центре и по периметру каждого луга закладывалось по 5 пробных площадок размерами 10×10 метров. Полученные результаты суммировались, и на их основе проводился расчет среднего значения проективного покрытия, и выявлялись виды-доминанты [2, 9]. Встречаемость видов оценивалась по классам константности. Видовое сходство изучаемых лугов определялось с помощью

коэффициента Жаккара. Качественная оценка кормовой ценности растительности суходольных лугов выполнялась на основе показателей поедаемости важнейших видов трав [1, 7, 8]. Камеральная обработка материалов включала гербаризацию и определение видов растений с помощью лабораторных методик и различных определителей [4, 10, 11].

Результаты и их обсуждение

Для изучения флоры и растительности суходольных лугов было выбрано объектов: Исаковский (7 га), Афонинский (15 га), Гридинский (5 га), Телятьевский (12 га) и Чёполосовский (21 га) луга, расположенные в окрестностях с.Белое. Все выбранные для изучения луга расположены на возвышенных местах вдали от водотоков. На окраинных участках плавно переходят в равнинные участки. Луга окружены, как правило, лесами или населенными пунктами, с которыми образуют переходные зоны – опушки и околицы. Все суходольные луга получают влагу за счет атмосферных осадков, так как грунтовые воды находятся довольно глубоко. По этой причине данные суходолы имеют неустойчивый водный режим, от которого находится в сильной зависимости продуктивность лугов. Суходольные луга сложены дерново-подзолистыми среднесуглинистыми почвами с невысоким содержанием минеральных веществ, что в значительной мере определяет состав луговой растительности.

При изучении флоры суходольных лугов окрестностей с.Белое выявлено 80 видов растений из 2 отделов, относящихся к 23 семействам и 62 родам. Распределение видов по отделам, семействам и родам приведено в таблице 1.

Преобладающими на суходольных лугах являются виды 8 семейств, на долю которых приходится более двух третей флоры (58 видов или 72,5%). Самое высокое разнообразие имеют семейства *Злаковые* (16 видов или 20%), *Бобовые* (10 видов или 12,5%), *Сложноцветные* и *Норичниковые* (по 7 видов или 8,8%), *Гвоздичные* (6 видов или 7,5%). Семейства *Розоцветные*, *Зонтичные* и *Гречишные* содержат по 4 вида (5%) каждое. Остальные 15 семейств включают по 1-2 вида. В сумме на их долю приходится 22 вида (27,5%). Соотношение родов, в целом, повторяет данные видового разнообразия семейств. Наибольшим числом видов представлены род *Клевер* (4 вида) из семейства *Бобовые* и рода *Вероника*

из семейства *Норичниковые* и *Щавель* из семейства *Гречишные*, включающие по 3 вида. Остальные рода включают 1-2 вида. Полученные данные свидетельствуют о достаточно высоком таксономическом разнообразии флоры суходольных лугов. Геоботанический анализ растительности суходольных лугов проводился для каждого луга отдельно на 5 пробных площадках. В ходе исследований определялись видовой состав, константность, проективное покрытие и обилие каждого вида по Браун-Бланке, видовое разнообразие и видовое сходство изучаемых лугов.

Соотношение видов по проективному покрытию в баллах и процентах приведено в таблице 2.

Самой распространенной группой растений суходольных лугов являются редкие виды (38 или 47,5%) с

проективным покрытием менее 5%. Вдвое меньшее число видов включают рассеянные и не образующие больших скоплений (19 видов или 23,8%). К группе довольно обильных видов с проективным покрытием 10-25% относится 14 (17,5%) видов. Группа обильных с проективным покрытием более 25% включает 9 (11,3%) видов, являющихся доминантами изучаемых лугов. Доминантами суходольных лугов являются представители семейств *Злаковые* (6 видов) и *Бобовые* (3 вида). Таким образом, изучаемые луга можно охарактеризовать как бобово-злаковые.

Встречаемость видов на изучаемых лугах оценивалась по классам константности Браун-Бланке. Распределение видов по классам константности приведено в таблице 3.

Таблица 1. Таксономическое распределение флоры суходольных лугов

№	Таксоны	Количество видов	% от общего числа видов	Количество родов	% от общего числа родов
<i>Отдел Хвоцевидные</i>					
1.	Семейство Хвоцковые	1	1,3	1	1,6
<i>Отдел Покрывосеменные</i>					
2.	Семейство Зонтичные	4	5,0	4	6,3
3.	Семейство Злаковые	16	20,0	14	22,2
4.	Семейство Губоцветные	4	5,0	4	6,3
5.	Семейство Сложноцветные	7	8,8	7	11,1
6.	Семейство Норичниковые	7	8,8	4	6,3
7.	Семейство Розоцветные	4	5,0	3	4,8
8.	Семейство Бурачниковые	1	1,3	1	1,6
9.	Семейство Мареновые	2	2,5	1	1,6
10.	Семейство Ситниковые	1	1,3	1	1,6
11.	Семейство Первоцветные	1	1,3	1	1,6
12.	Семейство Гвоздичные	6	7,5	5	7,9
13.	Семейство Гречишные	4	5,0	2	3,2
14.	Семейство Бобовые	10	12,5	5	7,9
15.	Семейство Ворсянковые	2	2,5	2	3,2
16.	Семейство Гераниевые	1	1,3	1	1,6
17.	Семейство Подорожниковые	1	1,3	1	1,6
18.	Семейство Синюховые	1	1,3	1	1,6
19.	Семейство Крестоцветные	1	1,3	1	1,6
20.	Семейство Зверобоевые	2	2,5	1	1,6
21.	Семейство Истодовые	1	1,3	1	1,6
22.	Семейство Колокольчиковые	1	1,3	1	1,6
23.	Семейство Лютиковые	2	2,5	1	1,6
<i>23 семейства</i>		<i>80 видов</i>	<i>100</i>	<i>63 рода</i>	<i>100</i>

Таблица 2. Соотношение видов суходольных лугов по баллам обилия

Проективное покрытие, баллы	Проективное покрытие, %	Оценка обилия вида	Кол-во видов	% от общ. числа видов
+	1-5	редко	38	47,5
1	5-10	рассеянно	19	23,8
2	10-25	довольно обильно	14	17,5
3	25-50	обильно	9	11,3

Таблица 3. Распределение видов растений по классам константности

Класс константности	Кол-во видов	Процентное соотношение количества видов, %
I	6	7,5
II	22	27,5
III	16	20,0
IV	5	6,3
V	31	38,8

На суходольных лугах преобладают высококонстантные (III-V) виды (52 вида или 65%) с высокой встречаемостью на 3-5 лугах. Остальные виды (28 или 35%) являются низкоконстантными (I-II), встречающимися на 1-2 лугах. К последним относятся исключительно редкие виды с низким проективным покрытием. Высоко константные виды образуют фитоценотическое ядро суходольных лугов данной местности.

Исследуемые луга можно условно разделить на 2 группы – луга с более высоким видовым разнообразием: Афонинский – 63 вида (78,8%), Чеполосовский – 60 видов (75%) и Гридинский – 59 видов (73,8%) и луга с более низким видовым разнообразием: Исаковский – 48 видов (60%) и Телятьевский – 43 вида (53,8%). Воз-

можно, полученные данные объясняются различиями в хозяйственном использовании данных лугов: первые три луга используются населением как сенокосные, а вторые два луга – как пастбищные. Для оценки видового сходства суходольных лугов использовался коэффициент Жаккара. Полученные результаты приведены в таблице 4. Наибольшее видовое сходство имеют Афонинский и Гридинский луга. Достаточно высокое сходство имеют Телятьевский и Исаковский луга. Наименьшее видовое сходство наблюдается между Гридинским и Исаковским, а также Афонинским и Телятьевскими лугами. Чеполосовский луг занимает промежуточное положение.

Таблица 4. Оценка видового сходства суходольных лугов

<i>Луга</i>	<i>Исаковский</i>	<i>Афонинский</i>	<i>Гридинский</i>	<i>Телятьевский</i>	<i>Чеполосовский</i>
Исаковский		0,542	0,486	0,784	0,565
Афонинский	0,542		0,848	0,514	0,640
Гридинский	0,486	0,848		0,522	0,630
Телятьевский	0,784	0,514	0,522		0,515
Чеполосовский	0,565	0,640	0,630	0,515	

Таблица 5. Оценка кормовой ценности растительности суходольных лугов

<i>Луг</i>	<i>Степень съедобности</i>	<i>Оценка степени поедаемости</i>	<i>Коэффициент поедаемости</i>	<i>Оценка качества сена</i>
Исаковский	2,8	поедается неплохо	0,61	среднее
Афонинский	2,8	поедается неплохо	0,65	среднее
Гридинский	2,7	поедается неплохо	0,60	ниже среднего
Телятьевский	3,1	поедается удовлетворительно	0,68	среднее
Чеполосовский	2,8	поедается неплохо	0,59	ниже среднего

Таким образом, полученные результаты видового сходства лугов подтверждают данные, полученные при анализе видового разнообразия суходольных лугов.

Исследование состава растительности суходольных лугов позволяет оценить условия местообитаний и провести экологическую оценку разнообразия видов растений. В данной работе рассматривались следующие экологические показатели: ценотический спектр, отношение видов к условиям увлажнения и плодородию почв. В составе изученной флоры суходольных лугов выявлено 3 цено типа, приуроченных к определенным местообитаниям. Все цено типы являются луговыми. Самым большим разнообразием обладают опушечно-луговые виды (50 или 62,5%), произрастающие в пограничных зонах между луговыми и лесными фитоценозами. К группе луговых относится 21 вид (26,3%), лесо-луговых – 9 видов (11,3%). Полученные данные легко объяснимы, учитывая вторичный характер происхождения лугов, образованных после сведенных лесов.

По отношению к условиям увлажнения на изучаемых лугах представлены 4 экологические группы. Подавляющая часть видов суходольных лугов является мезофитами (54 вида или 67,5%), то есть видами умеренно влажных местообитаний. Остальные группы представлены небольшим числом видов: ксеромезофиты (13 видов или 16,3%), гигромезофиты (9 видов или 11,3%) и гигрофиты (4 вида или 5%). Полученные данные свидетельствуют о высоком соответствии условий увлажнения суходольных лугов видовому составу

представленной на них растительности.

По отношению к плодородию почвы на изучаемых лугах выделено 5 экологических групп. На изучаемых лугах преобладают виды, обитающие на почвах со средним содержанием минеральных веществ и относящиеся к мезотрофной группе (53 вида или 66,3%). Промежуточные группы олигомезотрофы и мезоэвтрофы включают 10 (12,5%) и 9 (11,3%) видов соответственно. К олиготрофам относится всего 3 (3,8%) вида, к эвтрофам – 5 (6,3%) видов. Полученные данные свидетельствуют о высоком соответствии условий минерального питания суходольных лугов видовому составу представленной на них растительности.

Качество (кормовая ценность) луговых травостоев определяется их съедобностью (поедаемостью и наличием несъедобных и ядовитых растений) и питательностью. Съедобность зависит от ботанического состава растительности. Кормовая ценность травостоя изучаемых суходольных лугов оценивалась на основе показателей поедаемости. Суммарные данные по каждому лугу приведены в таблице 5.

Качество травостоя суходольных лугов пригодно и для использования как в качестве пастбищ, так и для сенокосения. Различия между лугами незначительны и могут носить случайный характер, обусловленный погрешностями оценки. Более высоким качественным показателям оценки в естественных фитоценозах препятствует наличие несъедобных и ядовитых растений в травостое. В нашем случае выявлено 2 вида несъедоб-

ных (смолка обыкновенная и синюха голубая) и 2 вида ядовитых (пижма обыкновенная и звездчатка злаковидная) трав, ухудшающих кормовую ценность травостоя.

Выводы

1. В ходе таксономического анализа флоры суходольных лугов выявлено 80 видов растений из 2 отделов, относящихся к 23 семействам и 62 родам.

2. Геоботанический анализ флоры позволяет охарактеризовать изучаемые луга как бобово-злаковые.

3. Большая часть видов растительности имеет высокую степень встречаемости и образует фитоценологическое ядро суходольных лугов.

4. Самой распространенной группой на изучаемых лугах являются опушечно-луговые виды, произрастающие в пограничных зонах между луговыми и лесными фитоценозами.

5. На изучаемых лугах окрестностей с. Белое преобладают мезофильные группы растительности.

6. Оценка кормовой ценности растительности выявила полную пригодность суходольных лугов к хозяйственному использованию.

Список использованной литературы

1. Борисова М.А., Богачев В.В. Геоботаника. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 2009. 160с.
2. Браун Д. Методы исследования и учета растительности. М.: Изд-во иностранной литературы, 1957. 316 с.
3. Воронов А.Г. Геоботаника. М.: Высшая школа, 1973. 384с.

4. Губанов И.А., Киселёва К.В., Новиков В.С., Тихомиров В.Н. Иллюстрированный определитель растений Средней России. Т. 1-3. М.: Товарищество научных изданий КМК, Институт технологических исследований, 2002-2004.

5. Дылис Н.В. Основы биоценологии. М.: Изд-во МГУ, 1978. 152 с.

6. Ипатов В.С. Фитоценология. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. 316 с.

7. Кормовые растения сенокосов и пастбищ СССР: 3 т. / Под ред. проф. И.В. Ларина. М.–Л.: Сельхозгиз, 1950-1956.

8. Куркин К.А. Оценка качества естественных сенокосов по данным их геоботанического описания // Ботанический журнал. Т.83. 1998. №12. С. 53-65.

9. Миркин Б.М., Розенберг Г.С. Фитоценология: принципы и методы. М.: Наука, 1978. 212 с.

10. Новиков В.С., Губанов И.А. Атлас-определитель дикорастущих растений. М.: «Дрофа», 2008. 415 с.

11. Определитель растений Ярославской области / Под ред. В.К. Богачёва. Ярославль: Ярославское книжное издательство, 1961. 497 с.

12. Полевая геоботаника. Т. 5. / Под ред. Е.М. Лавренко, А.А. Корчагина. Л.: «Наука», 1976. 319 с.

13. Раменский Л.Г., Цаценкин И.А., Чижиков О.Н. и др. Экологическая оценка кормовых угодий по растительному покрову. М.: Сельскохозяйственная литература, 1956. 471 с.

ДИЗАЙН гРНК И СБОРКА ПЛАЗМИД ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ СВЕРХЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ MSH2 И MSH6 В КЛЕТКАХ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ CRISPRa

ФЕФИЛОВА ЕЛИЗАВЕТА

МАОУ «Лицей народной дипломатии», 10 класс, г. Сыктывкар, Республика Коми. Детский технопарк «Кванториум»

Научные руководители: Велегжанинов Илья Олегович, кандидат биологических наук, научный сотрудник Института биологии Коми НЦ УрО РАН; Константинова Татьяна Петровна, педагог-организатор лицея

Любые мутации, возникающие в полинуклеотидной цепи, могут нести тяжелые или даже фатальные последствия для всей живой системы. Для предотвращения таких последствий в организме осуществляют работу несколько комплексов, способных быстро среагировать на возникшую угрозу, остановить ее развитие и тем самым предотвратить крах системы. В связи с этим мы предположили, что для достижения цели – повысить стрессоустойчивость – более перспективным будет подход, основанный на сверхэкспрессии генов-участников данных комплексов. Для достижения данной цели использовали последнее открытие в области редактирования генома CRISPR/Cas и транскрипционного программирования

(CRISPRa и CRISPRi), которые открывают широкие возможности в управлении спектром клеточных функций, включая устойчивость к факторам стресса, таким как ионизирующее излучение [1].

Цель исследования: выполнить дизайн и сборку плазмид, необходимых для сверхэкспрессии генов MSH2 и MSH6 в человеческих клетках с помощью технологии CRISPRa

Задачи исследования:

- 1) выполнить дизайн последовательности гРНК для сверхэкспрессии генов MSH2 и MSH6 в человеческих клетках с помощью технологии CRISPRa;
- 2) собрать плазмиды, экспрессирующие гРНК, дизайн которых выполнен на этапе 1, на базе вектора

gRNA Cloning Vector Bbs I ver. 2 и синтезированных олигонуклеотидов;

3) трансформировать *E. coli* новыми плазмидами и верифицировать клоны с помощью ПЦР.

Материалы и методы исследования

Практическая часть работы была условно разделена на 3 этапа:

Этап 1. Дизайн гидовых РНК, которые будут направлять dCas9 с активатором транскрипции на промоторы генов MSH2 и MSH6. Дизайн коротких двунитевых молекул ДНК, которые нужно вставить в специальный вектор (gRNA Cloning Vector Bbs I ver. 2).

Этап 2. Вставка синтезированных коротких молекул ДНК, дизайн которых выполнен в первой части работы, в gRNA Cloning Vector Bbs I ver. 2, для экспрессии нужной нам гидовой РНК в клетках человека.

Этап 3. Трансфекция человеческих клеток и оценка сверхэкспрессии генов MSH2 и MSH6, оценка устойчивости клеток к гамма излучению и действию прооксиданта параквата.

Результаты и их обсуждение

Мы выделили последовательности промоторов гена MSH2 и 3 сплайс-варианта гена MSH6. Нам был необходим фрагмент последовательности на 800-1000 нуклеотидов выше старта транскрипции гена, для этого мы использовали онлайн интерфейс базы данных Gene NCBI (Национальный центр биотехнологической информации). Из выделенных ранее 800-1000

нуклеотидов при помощи онлайн-инструмента Casdesigner мы находим последовательности из 20 нуклеотидов, которые заканчиваются на РАМ последовательность- nGG. РАМ представляет собой последовательность ДНК из 3 пар оснований, следующую непосредственно за последовательностью ДНК, на которую нацелена нуклеаза Cas9 в бактериальной системе CRISPR. Из всех найденных последовательностей мы ищем те, которые максимально специфичны с нашей мишенью и не имеют никаких схожих мишеней (мишени, которые отличаются от искомой менее, чем на 3 нуклеотида) в геноме человека. Такой поиск осуществляли с помощью онлайн-инструмента Casoffinder. Кроме того, мы исключали те последовательности, в которых были более 4 идущих подряд аденина, так как такая последовательность является стоп кодоном для полимеразы, которая будет производить гидовую РНК в клетках человека. Мы выбирали подходящие последовательности, которые находятся максимально близко к началу транскрипции, так как максимальная сверхэкспрессия достигается только в таком случае. Для гена MSH2 мы выбрали 5 последовательностей нуклеотидов. Для первого сплайс-варианта гена MSH6 было выбрано также 5 последовательностей, а для двух других по одной последовательности из-за наложения сплайс-вариантов данного гена друг на друга (табл. 1).

Таблица 1. Комплементарные ДНК фрагменты

<i>Гены</i>	<i>Расстояние от старта транскрипции гена</i>	<i>Комплементарные ДНК фрагменты с липкими концами</i>
MSH2	36	1) CACCGCAACCAATCATAAGCAGACG 2) AAACCGTCTGCTTATGATTGGTTGC
	67	1) CACCGCTAAAGTCACCAGCGTGCGC 2) AAACGCGCACGCTGGTGACTTTAGC
	99	1) CACCGATGCCTGCGCCTAGGTGCGC 2) AAACGCGACCTAGGCGCAGGCATC
	187	1) CACCGCTTGCATACACCCACCCAG 2) AAACCTGGGTGGGGTGTATGCAAGC
	218	1) CACCGCCGAAATCTCCACCTGG 2) AAACCCAGGTGGGAGATTTCCGGC
MSH6 (1 сплайс-вариант)	137	1) CACCGAGCTCAGCAGTTCCTCCGCG 2) AAACCGCGGGGAAGTGTGCTGAGCTC
	185	1) CACCGCGGGTTCGGAGTGTTCCTCCGCC 2) AAACGGCCGGAACACTCCGACCCGC
	236	1) CACCGCTCGGAAAGCCCTGCCTCTC 2) AAACGAGAGGCAGGGCTTTCCGAGC
	292	1) CACCGCCCCGGGCGGGGATAACCGGG 2) AAACCCCGTTATCCCGCCCGGGC
	438	1) CACCGATCTTGAGAATACAACGTGA 2) AAACACGTTGTATTCTCAAGATC
MSH6 (2 сплайс-вариант)	133	1) CACCGCAACGGAGGGCTGCGGAGAT 2) AAACATCTCCGCAGCCCTCCGTTGC
MSH6 (3 сплайс-вариант)	325	1) CACCGCGAGGGGAGGCTCGCACAG 2) AAACCTGTGCGAGCCTCCCTCGC

Делаем парные комплементарные олигонуклеотиды, и с 5' концов обоих добавляем "липкие концы" (CACС и AAAC) для вставки в плазмиду. Липкие концы – это выступающие односторонние последова-

тельности, комплементарные аналогичным на концах разрезанной плазмиды. Их последовательность зависит от рестриктазы, которую мы используем для клонирования (табл. 1). В позитивную нить последова-

тельности с 5' конца добавляем букву G, а в негативную с 3' конца букву C, в тех случаях, когда их там нет. Это значительно увеличивает эффективность экспрессии гидовой РНК с U6 промотора, встроенного в плазмиду. Заказываем синтез получившихся олигонуклеотидов (таблица 1).

Пошаговый план сборки плазмид:

1) Размножаем бактерий *E. coli*, производящих плазмиду «gRNA Cloning Vector Bbs I ver. 2» в ночной культуре.

2) Выделяем из массы клеток плазмиду с помощью набора реактивов Plasmid Midiprep (Евроген, Россия) по протоколу производителя.

3) Анализируем концентрацию плазмиды в полученном растворе (с помощью флуориметра и интеркалирующего красителя PicoGreen).

4) Режем плазмиду с помощью BbsI (рестрикция) по протоколу производителя фермента (New England Biolabs, США).

5) Продукт рестрикции отделяем от неразрезанной плазмиды с помощью электрофореза в присутствии интеркалирующего красителя бромистый этидий (рис. 1).

6) Выделяем ДНК из геля с помощью набора реактивов Cleanup Standard (Евроген, Россия) по протоколу производителя.

7) Анализируем концентрацию ДНК в полученном растворе.

8) Синтезированные олигонуклеотиды, объединяем в дунитевые ДНК и фосфорилируем концы с помощью фермента полинуклеотидкиназы (PNK) в одной реакции; реакцию проводили по протоколу, доступному на онлайн ресурсе Flycrispr [2].

9) Лигируем фосфорилированные дунитевые олигонуклеотиды, полученные на шаге 8 с очищенной разрезанной плазмидой, полученной в шагах 1-7 с помощью T4-ДНК-лигазы (Евроген, Россия) по протоколу производителя. За счёт липких концов олигонуклеотид сшивается с концами резанной плазмиды, вновь замыкая её в кольцо; лигаза восстанавливает сахарофосфатный остов ДНК в месте сшивки.

10) Полученную смесь, содержащую продукт лигирования и несшитые молекулы, трансформируем в кишечную палочку стандартным методом с помощью CaCl₂. При этом только те бактерии, в которые попадает замкнутая плазида (сшитая), могут реплицировать её и приобретают, таким образом, устойчивость к антибиотику ампициллину, ген устойчивости к которому тоже закодирован в плазмиде.

11) Сеем трансформированные бактерии на среду с ампициллином; выживают только те, что содержат правильно собранную плазмиду (рис. 2). Так как липкие концы, остающиеся после рестриктазы BbsI, не симметричны, то лигирование концов плазмиды друг с другом, а также лигирование олигонуклеотида в плазмиду в неправильной ориентации исключены. Однако сохраняется вероятность попадания целых плазмид, оставшихся на этапах очистки 5-6.

12) Для исключения колоний, содержащих плазмиду без вставки, тестируем отдельные колонии выживших бактерий с помощью ПЦР, в качестве одного из праймеров используем одностранный олигонуклеотид, полученный на первом этапе работы, а в качестве

второго – стандартный праймер M13 (рис. 3). Нумеруем остатки колоний, чтобы использовать для следующего шага.

13) Нарастиваем ночную культуру из колонии, оказавшейся позитивной по результатам ПЦР на шаге 12.

14) Стерильно выделяем плазмидную ДНК.

С помощью реактива Lipofectamine 3000 трансфицируем человеческие клетки HEK293T смесью плазмид, полученных на шаге 14, кодирующих гидовые РНК к промоторам генов MSH2 и MSH6 (по 3-5 гидовых РНК на каждый ген), а так же плазмиду рXPR120, кодирующую dCas9 с активатором VPR. Через двое суток часть клеток рассаживаем для оценки выживаемости в ответ на действие ионизирующего излучения или параквата, а из оставшейся части клеток выделяем РНК для анализа уровня экспрессии генов MSH2 и MSH6. Рассадку осуществляем в 12-луночные планшеты по 50 и 200 клеток на лунку, для анализа выживаемости с помощью классического метода формирования колоний. Измеряем концентрацию выделенной на шаге 16 РНК на флуориметре с помощью флуоресцентного РНК-специфичного красителя RiboGreen (Thermo Fisher, США) по протоколу производителя красителя. Нормализуем концентрацию РНК между пробами и выполняем обратную транскрипцию с помощью набора реагентов MMLV RT kit (Евроген, Россия) по протоколу производителя. Используя кДНК, полученную на шаге 18, анализируем уровень экспрессии генов MSH2 и MSH6 относительно генов «домашнего хозяйства» ACTB и GAPDH с помощью количественного ПЦР в реальном времени. Для этого используем набор qPCRmix-HS SYBR (Евроген, Россия) и протокол производителя. Реакцию амплификации проводим со следующими параметрами: 95°C – 5 мин, затем 40 циклов: 95°C – 15 сек, 58°C – 15 сек, 72°C – 30 сек. Часть клеток, рассажённую на анализ устойчивости к ионизирующему излучению и параквату подвергаем соответствующему воздействию через 6 час после рассадки. Через 7 сут после облучения, или воздействия паракватом, фиксируем и окрашиваем клетки и оцениваем выживаемость по количеству сформировавшихся колоний. Сравниваем выживаемость клеток, сверхэкспрессирующих гены MSH2 и MSH6 в сравнении с клетками без сверхэкспрессии обоих генов, либо сверхэкспрессирующих только один из двух указанных генов. Делаем вывод об изменениях стрессоустойчивости клеток человека при одновременной сверхэкспрессии генов распознавания и репарации мисматчей MSH2 и MSH6.

Результатом работы являются штаммы бактерии *Escherichia coli*, производящие плазмиды, которые могут экспрессировать гидовую РНК к промоторам генов MSH2, MSH6 в клетках млекопитающих.

Выводы

1. Результатом работы явилось создание штамма бактерии *Escherichia coli*, производящего плазмиды, которые могут экспрессировать гидовую РНК к промоторам генов MSH2, MSH6 в клетках млекопитающих. Нами был выполнен дизайн гидовых РНК к промоторам генов MSH2 и MSH6 (олигонуклеотиды для клонирования векторэкспрессирующей гидовой РНК в клетках человека).

2. Прделаны рестрикция и очистка линиаризованной плазмиды «gRNA Cloning Vector Bbs I ver. 2», а затем клонирование (сборка) олигонуклеотидов, кодирующих гидовые РНК, к промоторам генов MSH2 и MSH6 в вектор «gRNA Cloning Vector Bbs I

ver. 2».

3. Выполнена селекция и ПЦР-верификация клонов *E. coli* (линия XL1blue, продуцирующая гидовые РНК интереса).

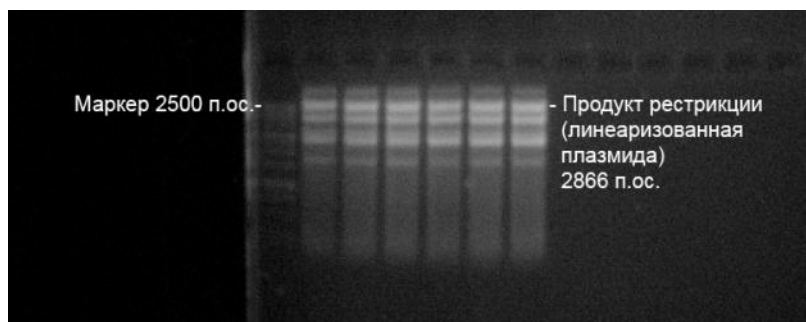


Рис.1. Электрофорез продуктов рестрикции плазмиды gRNA Cloning Vector Bbs I ver. 2 с помощью рестриктазы BbsI.

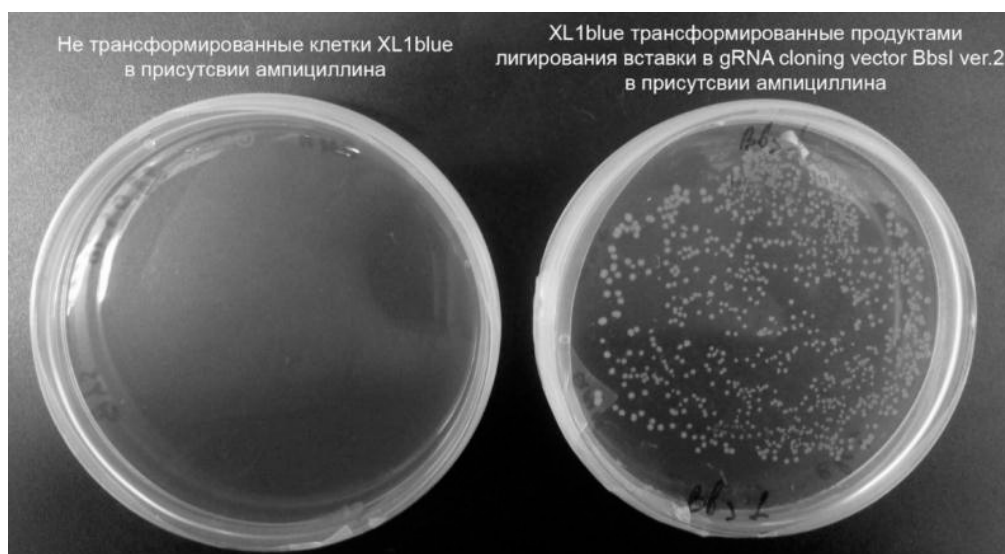


Рис. 2. Селекция клонов, трансформированных продуктами лигирования.

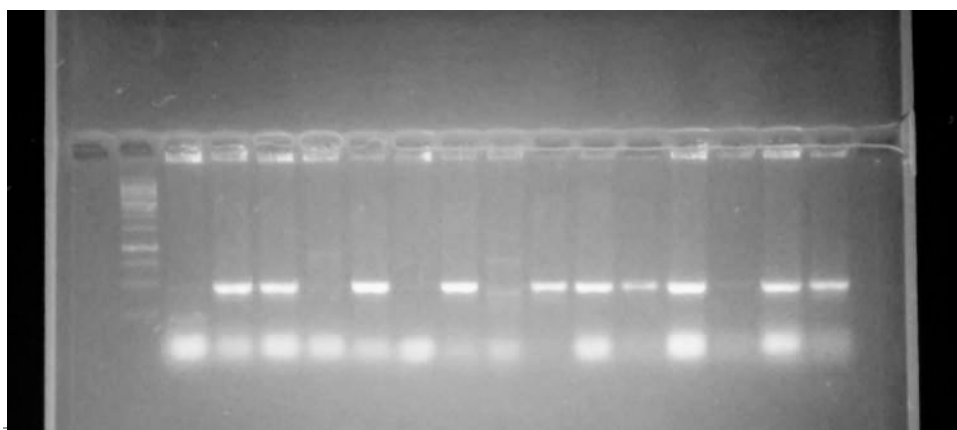


Рис.3. Результат проверки отобранных колоний на наличие в них собранной плазмиды, экспрессирующей gRNA.

Список использованной литературы

1. Velegzhaninov I. O., Ievlev V. A., Pylina Y. I., Shadrin, D. M., Vakhrusheva O. M. Programming of Cell Resistance to Genotoxic and Oxidative Stress // Biomed-

cines. 2018, 6 (1), doi: 10.3390/biomedicines6010005.

2. FlyCRISPR [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://flycrispr.molbio.wisc.edu/protocols/gRNA>.

СРАВНЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ И УРОВНЯ ВАРЬИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (*TANACETUM VULGARE L.*) В НЮРБИНСКОМ И УСТЬ-АЛДАНСКОМ УЛУСАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ

ПОТАПОВА ДИАНА

МБОУ «Дюпсунская СОШ имени И.Н.Жиркова», 8 класс,
Республика Саха (Якутия)

Научные руководители: Сивцева Валентина Ивановна, учитель школы;
Федорова Александра Ивановна, младший научный сотрудник Института биологических
проблем криолитозоны СО РАН

В настоящее время популяционные исследования становятся незаменимыми при решении практических задач охраны редких, лекарственных и хозяйственно ценных видов растений, а также рационального использования, восстановления естественных и создания искусственных сообществ и дают надежную основу для прогнозирования продуктивности растительных сообществ, диагностирования их состояния, характера и степени изменений.

Цель исследования: изучение изменчивости и уровня варьирования морфологических признаков ценопопуляций пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.* в условиях Нюрбинского и Усть-Алданского улусов Центральной Якутии.

Задачи исследования:

1) статистически обработать первичные данные (найти среднее значение, коэффициенты вариации и детерминации);

2) сравнить морфологические параметры;

3) сравнить изменчивость и уровень варьирования морфологических признаков;

4) выявить группы признаков-индикаторов.

Материалы и методы исследования

Материал собран в июле-августе 2018 г. в окрестностях с.Сюльцы Нюрбинского и в окрестностях с.Дюпса Усть-Алданского улусов. Изученные ценопопуляции расположены на опушках лиственничного леса и в кустарниковых зарослях. Всего исследовано 4 ценопопуляций (далее ЦП) пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare L.*, которые отличаются по градиентам увлажнения, богатству засоленности почвы, видовому составу и по степени антропогенного воздействия (ЦП 1 и 4 на кустарниковых зарослях, ЦП 2 и 3 на опушках лиственничного леса). Оценку по увлажненности и засоленности почв проводили по экологическим шкалам Е.И.Троевой и др. [1].

При изучении морфологических параметров особей учитывали высоту растения, количество генеративных и вегетативных побегов, число и длину листьев, длину цве-

тоноса, число веточек в соцветии, количество цветков. В каждой ЦП было проанализировано по 30 растений одно-возрастного генеративного состояния (g^2). По биометрическим показателям для каждого параметра вычислены средние значения, ошибки средних значений и коэффициенты вариаций (CV) и детерминаций (R^2) с использованием пакета программ STATISTICA и EXCELL.

Для оценки степени интегрированности развития структур организма пользовались индексом детерминации (R^2_m), который рассчитывается как усредненный по всей матрице квадрат коэффициента корреляции [2].

Для анализа структуры изменчивости признака и групп признаков Н.С.Ростова [2] предлагает оценивать соотношение общей (коэффициент вариации признака – CV %) и согласованной (усредненный по признаку квадрат коэффициента корреляции) изменчивости. По особенностям соотношения общей и согласованной изменчивости выделены 4 группы признаков: 1) сильно варьирующие признаки с высоким уровнем детерминированности; это эколого-биологические индикаторы адаптивной изменчивости организмов – признаки, отражающие согласованную изменчивость особей в однородной среде; 2) высокая согласованная изменчивость при низкой общей изменчивости признаков; это биологические индикаторы – «ключевые» признаки или показатели, изменения которых определяют общее состояние системы; 3) низкая общая и согласованная изменчивость признаков свидетельствует об автоматизированности их развития; это генотипические или таксономические индикаторы; 4) высокая общая изменчивость и низкая согласованная изменчивость признаков; изменчивость этих признаков определяется преимущественно влиянием внешних факторов – это экологические индикаторы, изменения которых слабо согласованы с общей системой организма.

Уровни варьирования признаков приняты по Г.Н.Зайцеву [3].

Индекс виталитета ценопопуляций (IVC), рассчитываемый по размерным спектрам составляющих ценопо-

пуляции особей генеративного состояния. Индекс рассчитывался с использованием выравнивания методом взвешивания средних:

$$IVC = \frac{\sum_{i=1}^N x_i / \bar{X}_i}{N}$$

где \bar{X}_i – среднее значение i -того признака в ценопопуляции, X_i – среднее значение i -того признака для всех ценопопуляций, N – число признаков. Индекс виталитета ценопопуляций (IVC) разработан А.Р.Ишбирдиным и др. [4].

Результаты и их обсуждение

Пижма обыкновенная *Tanacetum vulgare* L. – травянистое многолетнее растение, по жизненной форме – гемик-

риптофит, по водному режиму и экологической группе – ксеромезофит, ареал по долготе – циркумполярный, ареал по широте – бореально-монтанный, местопроизрастание – луга, леса, кустарниковые заросли, залежи. Распространение по флористическим районам Якутии: Верхне-Ленский, Центрально-Якутский, Алданский, Яна-Индигирский, Колымский, Арктический. Хозяйственное значение – лекарственное, полужадовитое.

Морфологические параметры пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L. изменяются в широком диапазоне. В таблице 1 приведены биометрические показатели и их вариативность пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* в исследованных нами ценопопуляциях.

Таблица 1. Биометрические параметры и их вариабельность *Tanacetum vulgare* L. в изученных ценопопуляциях

Признаки	Нюрбинский		Усть-Алданский	
	ЦП 1	ЦП 2	ЦП 3	ЦП 4
Высота побега	93,2±2,66	82,5±5,8	74,5±5,22	87,6±4,64
	9,03	22,2	32,1	16,7
Кол. ГП	2,6±0,4	2,6±0,42	3,2±0,4	2,8±0,55
	48,6	51,9	54,8	62,5
Кол. ВП	2,75±0,64	3,1±0,43	3,5±0,4	9,1±1,97
	66,6	44,2	59,8	68,6
Число листьев	9,7±0,3	11,3±0,96	7,2±0,5	10,1±0,84
	9,78	27,05	32,6	26,5
Длина 3 листа	11,2±0,99	13,3±1,24	14,3±0,9	9,93±0,65
	27,9	29,5	30,6	20,9
Длина 4 листа	12,7±1,07	13,3±1,24	16,9±1,05	11,9±0,88
	26,5	29,4	28,4	23,2
Длина 5 листа	16,6±1,23	17,2±1,83	18,9±1,07	13,3±1,30
	23,3	33,7	26,07	30,9
Длина цветоноса	15,1±2,05	8,9±0,90	19,1±2,27	12,6±0,47
	42,8	31,9	54,4	11,9
Количество веточек	9,5±0,4	6,5±0,76	6,09±0,52	6,9±1,1
	13,3	37,1	39,1	50,4
Количество цветков	44,7±4,06	30,6±6,83	51,3±6,33	42,3±4,88
	28,7	70,5	56,5	36,5

Примечание: в числителе средние значения и ошибки от среднего; в знаменателе коэффициент вариации (CV, %).

Высота генеративного побега колеблется в пределах от 74,5±5,22 до 93,2±2,66 см, в среднем этот показатель составляет 84,50 см. Длина 3-го листа варьирует от 9,93±0,65 до 14,3±0,9 см, длина 4-го листа варьирует от 11,9±0,88 до 16,9±1,05 см, длина 5-го листа варьирует от 13,3±1,30 до 18,9±1,07 см. Длина цветоноса варьирует от 8,9±0,90 до 19,1±2,27 см, количество веточек в соцветии колеблется от 6,09±0,52 до 9,5±0,4 шт., количество цветков в соцветии варьирует от 30,6±6,83 до 51,3±6,33 шт. Среди изученных ценопопуляций выделяется ЦП 3. В ней наблюдаются самые высокие показатели репродуктивных органов, такие параметры как длина цветоноса и количество цветков, и показатели фотосинтетического аппарата, в ней максимальные параметры длины листьев. В ЦП 1 и 2 отмечены низкие показатели морфологических параметров. Все ценопопуляции пижмы обыкновенной с высоким уровнем изменчивости характеризуются следующими признаками: количество генеративных и вегетативных побегов (CV 48,6-62,5%; 44,2-68,6%), количество цветков (CV 28,7-70,5%), а с высокой вариабельностью отмечены длина цветоноса (CV 11,9-54,4%), количество веточек в со-

цветии (CV 13,3-50,4%), остальные параметры со средней изменчивостью и вариабельностью.

Коэффициент вариации (CV) морфологических признаков изученных ценопопуляций пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* изменяется от 20 до 60%. Максимальный коэффициент вариации выявлен для таких признаков как количество генеративных и вегетативных побегов, а минимальный коэффициент вариации – высота побега. Коэффициент детерминации (R^2) варьирует от 0,12 до 0,25. Высокий показатель коэффициента детерминации выявлен для таких признаков как длина 3-го и 5-го листьев.

В структуре изменчивости морфологических признаков у *Tanacetum vulgare* L. выделены 4 группы признаков – индикаторов:

1) к эколого-биологическим индикаторам относится количество цветков, обладающее высокой общей и высокой согласованной изменчивостью;

2) к биологическим «ключевым» индикаторам относятся: длина 3-го, 4-го и 5-го листьев, длина цветоноса, обладающие относительно низкой общей и высокой согласованной изменчивостью, мало зависят

от условий среды;

3) к генетическим индикаторам относятся: высота побега, число листьев и число веточек в соцветии; обладающие низкой общей и низкой согласованной изменчивостью признаков, свидетельствующей об относительной автономности; мало зависят от внешних условий;

4) к экологическим индикаторам относятся: количество вегетативных и генеративных побегов, которые слабо согласованы с общей системой организма, обладают высокой общей изменчивостью. Изменчивость этих признаков определяется преимущественно под влиянием внешних факторов.

Выводы

1. Исследование изменчивости морфологических признаков вегетативных и репродуктивных органов *Tanacetum vulgare* L. выявило, что уровень вариации средний и высокий, изменчивость признаков характеризуется различной амплитудой. Наиболее изменчивыми морфологическими признаками являются количество генеративных и вегетативных побегов, наименее изменчивыми признаками является высота побега. Высокий уровень варьирования наблюдается на таких признаках как число листьев (9,78-32,66), длина цветоноса (11,92 – 54,47) и число веточек в соцветии (13,36 – 50,41).

2. Из изученных ценопопуляций пижмы обыкновенной *Tanacetum vulgare* L. высокие параметры морфологических признаков отмечены в ЦП 3, а низкие пара-

метры – в ЦП 1.

3. По результатам изменчивости морфологических признаков выявлено 4 группы признака-индикатора. К ключевым биологическим индикаторам относятся такие признаки как длина 3-го и 5-го листьев, длина цветоноса.

4. Оценка жизненности ЦП *Tanacetum vulgare* L. по размерному спектру показала, что в наиболее благоприятных условиях находятся растения ЦП 3 и 4, произрастающие в окрестностях с.Дюпся. В наименее благоприятных условиях находится растения ЦП 1, произрастающие в окрестностях с.Сюля.

Список использованной литературы

1. Троева Е.И., Зверев А.А., Королюк А.Ю., Черсов М.М. Экологические шкалы флоры и микобиоты Якутии // Флора Якутии: Географический и экологический аспекты. Новосибирск: Наука, 2010. С. 114-150.
2. Ростова Н.С. Корреляции: структура и изменчивость. СПб.: Изд-во С - Петерб. ун-та, 2002. 308 с.
3. Зайцев Г.Н. Методика биометрических расчетов. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М.: «Наука», 1973. 256 с.
4. Ишбирдин А.Р., Ишмуратова М.М. Адаптивный морфогенез и эколого-ценотические стратегии выживания травянистых растений // Методы популяционной биологии. Сборник материалов VII Всеросс. популяц. семинара (16-21 февраля 2004). – Ч. 2. Сыктывкар, 2004. С. 113-120.

ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО (*SALVIA OFFICINALIS*) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ

ВЯТКИНА МАРГАРИТА

МБОУ СОШ №12 г.Пензы им. В.В.Тарасова, 10 класс

Научные руководители: Лунина Елена Анатольевна, учитель школы; Кузнецова Анна Викторовна, кандидат химических наук, доцент кафедры общей и клинической фармакологии Медицинского института Пензенского государственного университета

В Российской Федерации листья шалфея лекарственного официально зарегистрированы как лекарственное растительное сырье для получения препаратов, обладающих противовоспалительным и антисептическим действием. На территории Пензенской области произрастают 6 видов рода Шалфей, однако лекарственного применения эти виды не имеют [4]. Установлено, что климатические условия северной лесостепи в границах Пензенской области не являются оптимальными для прохождения полного онтогенеза шалфея лекарственного [1]. Однако при соблюдении проверенных на практике простых агрометодов, растения шалфея лекарственного массово плодоносят и развивают значи-

тельную фитомассу.

Цель исследования: проведение анализа частей растений *Salvia officinalis*, интродуцированных в условиях Пензенской области.

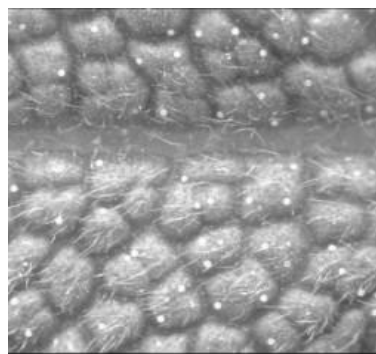
Задачи исследования:

- 1) провести макро- и микроскопический анализ листьев интродуцированных растений *Salvia officinalis*;
- 2) определить суммарное содержание флавоноидов в листьях и других частях растений *Salvia officinalis*;
- 3) провести сравнительный анализ содержания флавоноидов в лекарственных препаратах и БАД промышленного производства и интродуцированных растений *Salvia officinalis* с целью их возможного ис-

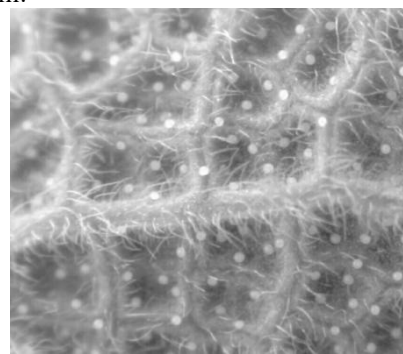
пользования в качестве лекарственного сырья.

Материалы и методы исследования

Изучение биологических особенностей произрастания *Salvia officinalis* в условиях интродукции проводили на территории Пензенского ботанического сада им. И.И.Спрыгина ПГУ. Макро- и микроскопические исследования шалфея лекарственного проводили на кафедре общей биологии и биохимии ПГУ. Приготовление срезов и их микроскопирование проводилось по общепринятым методикам [2, 3]. Фитохимические исследования проводили на кафедре общей и клинической фармакологии медицинского института ПГУ. Для идентификации флавоноидов в частях шалфея использовали реакцию образования комплексного соединения флавоноидов с хлоридом алюминия, лимонно-жёлтое окрашивание свидетельствует о наличии флавоноидов в исследуемых образцах.



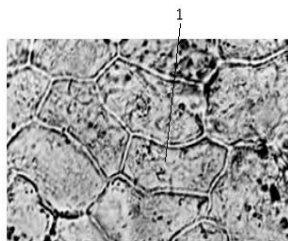
А



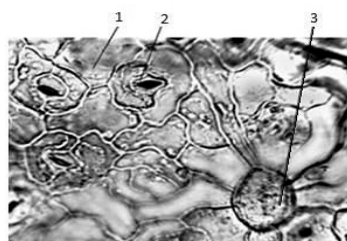
Б

Рис. 1. Внешнее строение листа шалфея лекарственного ($\times 20$).

А – верхняя сторона листа, Б – нижняя сторона листа.



А



Б



В

Рис. 2. Верхняя (А), нижняя эпидерма (Б) и волоски (В) листа шалфея лекарственного ($\times 40$): 1 – клетка эпидермы, 2 – устьице, 3 – эфиромасляная железка, 4 – простой многоклеточный волосок, 5 – головчатый волосок.

Эфиромасляные железки отмечаются с обеих сторон листа, имеют округлую форму с 6-8 выделительными клетками. Головчатые волоски более мелкие, состоят из 1-3 клеточной ножки и шаровидной 1-2 клеточной головки. Устьица расположены на нижней стороне листа, дицитного типа (рис.2, Б). Таким образом, при макроскопическом и микроскопическом анализе листьев шалфея лекарственного, выращенного на территории Пензенской области, обнаружены морфологические сходства с сырьём, собранного с его естественного ареала произрастания.

Проведено изучение спектральных характеристик фенольных соединений в экстрактах листьев шалфея. При анализе УФ-спектров поглощения водно-спиртового экстракта из листьев интродуцированного шалфея лекарственного выявлено два мак-

Результаты и их обсуждение

Листья шалфея лекарственного составляют 3,0-9,0 см в длину и 2,0-4,5 см в ширину. Цвет листьев светло-зеленый или беловато-зеленый из-за обильного опушения. Имеют сильный аромат, вкус горьковато-пряный, слегка вяжущий. Поверхность листьев морщинистая, мелкоячеистая с густой сетью жилок, сильно вдавленных сверху и выступающих снизу (рис. 1); покрыта длинными волосками, особенно с нижней стороны. Край листовой пластинки мелкозубчатый. Стебли четырехгранные, опушенные. Клетки верхней эпидермы многоугольные слабоизвилистые, нижние – с более извилистыми стенками. Эпидерма несет многочисленные простые многоклеточные волоски; 2-4 нижние клетки волоска короткие, часто со значительно утолщенными стенками, верхняя клетка – длинная, изогнутая, с более тонкими стенками.

симума поглощения в области 286 и 333 нм (табл. 1). Это согласуется с нашими результатами по экстракции флавоноидов из аптечных препаратов шалфея. Наличие в экстрактах из листьев шалфея ярко выраженного максимума поглощения при 330 нм указывает на присутствие в шалфее флавонолов и флавонов. Положение максимумов в экстрактах из листьев, стеблей и черешков постоянно. Соотношение оптических плотностей в этих максимумах практически одинаково, однако в экстрактах из листьев незначительно преобладает длинноволновый (330 нм). Мы предполагаем, это связано с большим содержанием флавонов в листьях по сравнению с черешками и стеблями шалфея. Так как фармакопейное лекарственное растительное сырьё по внешним признакам представляет собой «кусочки листьев с кусочками листовых черешков, с небольшим

количеством кусочков стеблей» характеристики УФ-спектра (положение двух максимумов и их соотношение) можно использовать как доказательство подлинности шалфея как лекарственного растительного сырья. Интродуцированный шалфей, выращенный в Пензенской области, по характеристикам УФ-спектров соответствует требованиям, предъявляемым к лекарственному растительному сырью.

При разработке количественного определения флавоноидов в листьях, черешках и стеблях интродуцированного шалфея изучены УФ-спектры их комплексных соединений с хлоридом алюминия. Было установлено, что в присутствии хлорида алюминия максимум поглощения комплексных соединений флавоноидов шалфея смещается в длинноволновую область (от 330 до 420 нм), что подтверждает наличие соединений флавоноидной структуры в экстрактах шалфея. Максимумы оптических плотностей в экстрактах из листьев, стеблей и черешков наблюдались при одной и той же длине волны, 395 нм. Такое совпадение максимумов в экстрактах из листьев, стеблей и черешков указывает на то, что в присутствии алюминия хлорида флавоноиды различных частей шалфея образуют сходные по строению комплексные соединения.

Мы разработали метод определения количественного содержания флавоноидов в листьях интродуцированных растений *Salvia officinalis* с использованием удельного показателя поглощения цинарозида. Выявлено, что по содержанию флавоноидов (около 2%) листья интродуцированного шалфея не уступают лекарственным препаратам (табл. 2).

Черешки и, особенно, стебли шалфея, выращенного в Пензенской области, менее богаты флавоноидами (1,16 и 0,08%, соответственно). Ранее нами были исследованы лекарственные препараты и биологически активные добавки "Шалфея лекарственного листа", в которых обнаружено 1,3-1,9% флавоноидов. Вероятно, более низкое содержание флавоноидов в лекарственных препаратах связано с до-

пустимым по стандартам присутствием в лекарственном сырье частичек стеблей и черешков, содержащих меньшие количества флавоноидов, чем сами листья.

Выводы

1. При макроскопическом анализе листьев шалфея лекарственного, выращенного на территории Пензенской области, обнаружены морфологические сходства с сырьём, собранным с его естественного ареала произрастания.

2. При микроскопическом анализе были обнаружены фрагменты листьев без черешка с простыми железистыми волосками.

3. Определены максимумы собственного поглощения флавоноидов спиртовых экстрактов из листьев, черешков и стеблей шалфея (286 и 333 нм).

4. Показана возможность количественного определения флавоноидов в листьях шалфея по удельному показателю поглощения цинарозида. Определена аналитическая длина волны 395 нм.

5. Обнаружено, что по содержанию флавоноидов листья интродуцированного в Пензенской области шалфея не уступают лекарственным препаратам шалфея, черешки и стебли менее богаты флавоноидами.

Список использованной литературы

1. Леонова Н.А., Мирошниченко Т.Е., Кузнецова А.И. Особенности биологии и интродукции хозяйственно ценных видов рода *Salvia* в лесостепных условиях Пензенской области // Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Естественные науки. 2017. № 3. С. 40-49.

2. Наумов Н.А., Козлов В.Е. Основы ботанической микротехники. М.: Советская наука, 1954. 311 с.

3. Прозина М. Н. Ботаническая микротехника. М.: Высшая школа, 1960. 207 с.

4. Солянов А.А. Флора пензенской области. Пенза: Изд-во «Пензенская правда», 2001. 310 с.

Таблица 1. Некоторые характеристики УФ-спектров извлечений из шалфея (70% этанол)

№ п/п	объект исследования	спектральные характеристики		A(330)/A(286)
1.	листья (1)	A(287) = 0,837	A(330) = 0,879	1,050
2.	листья (2)	A(286) = 0,682	A(333) = 0,719	1,054
3.	черешки	A(286) = 0,310	A(330) = 0,309	0,996
4.	стебли	A(285) = 0,151	A(325) = 0,133	0,881

Таблица 2. Количественное определение флавоноидов в частях растений *Salvia officinalis*

№ п/п	объект	навеска/ объем 70% этанола	оптическая плотность комплекса с AlCl ₃	содержание флавоноидов, %
1.	листья (1)	0,6097 / 50	A(395) = 0,626	1,96
2.	листья (2)	1,0031 / 100	A(392) = 0,612	2,33
3.	черешки	0,5022 / 75	A(393) = 0,204	1,16
4.	стебли	0,4188 / 50	A(393) = 0,018	0,08

КАК СФОРМИРОВАТЬ ЗДОРОВЫЕ КОСТИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ

АВАКЯН АРТЕМ

Средняя школа №36, 10 класс, г.Ярославль

Научные руководители: Петухова Надежда Юрьевна, учитель школы;
Белова Ксения Юрьевна, доктор медицинских наук, заведующая областным лечебно-диагностическим центром остеопороза больницы им.Н.В.Соловьева

В настоящее время остеопороз не считается проблемой исключительно лиц пожилого и старческого возраста, так как развитие этого заболевания тесно связано с недостаточным накоплением пиковой костной массы в молодом возрасте. При оценке здоровья костной ткани особое внимание уделяется детскому и подростковому возрасту, поскольку формирование большей части (более 80%) генетически детерминированной пиковой костной массы идет именно в эти возрастные периоды жизни человека [5]. Нарастание костной массы, а также размеров и формы костей идет с рождения и до 22-25 лет, затем стабилизируется и после 50-55 лет снижается, что у многих людей приводит к остеопорозу и переломам [4, 6]. В связи с этим накопленная в детском и подростковом возрасте пиковая костная масса является основой прочности и устойчивости костей скелета в последующие годы жизни.

Цель работы: проанализировать наличие и распространенность факторов риска развития остеопороза у школьников различных возрастных групп и разработать рекомендации по профилактике формирования здоровых костей у детей и подростков.

Задачи исследования:

- 1) выявить факторы, влияющие на формирование костной массы;
- 2) обозначить причины, которые могут привести к недостаточному достижению пиковой костной массы у детей и подростков;
- 3) составить анкету, включающую подробные вопросы для выявления основных факторов риска недостаточного формирования пиковой костной массы;
- 4) провести анкетирование учащихся школы №36 разных возрастных групп;
- 5) на основании полученной в ходе анкетирования информации создать базу данных и провести ее анализ для разработки рекомендаций по профилактике нарушения формирования костной массы у детей и подростков.

Материалы и методы исследования

Анкетирование мы проводили в трех возрастных группах: 7-9 лет, 11-13 лет и 15-17 лет; всего 243 учащихся. Все пункты анкеты отражают факторы риска, влияющие на рост и развитие костной ткани, опубликованные ВОЗ в клинических рекомендациях для врачей терапевтов и врачей ревматологов. После проведения анкетирования был проведен статистический анализ полученных данных.

Результаты и их обсуждение

Оценку полученных данных мы начали с роста и веса опрошенных, определяли индекс массы тела (ИМТ). Рост и вес – быстроизменяющиеся показатели при различных патологических состояниях, которые несложно измерить даже самостоятельно. Рост и вес также отражают гармоничное развитие. Низкая масса или низкий ИМТ являются индикаторами низкой пиковой костной массы и предикторами переломов. Нами использована следующая формула:

$$ИМТ (кг/м^2) = \text{масса тела (кг)} / \text{рост (м}^2\text{)}.$$

Для определения нормальной массы тела, избыточной массы тела и недостаточной массы тела использованы рекомендации ВОЗ. Из 165 опрошенных (7-17 лет) ИМТ соответствует нормам у большинства (78,13%) школьников. У 1/5 количества детей наблюдаются отклонения от нормы (21,87%): избыток массы тела у 13,42%, недобор (дефицит) массы тела – 8,45%. Можно предположить, что у более половины опрошенных (51,2%) уже имеется фактор риска, который влияет на формирование и рост костной массы: как избыточная масса тела, так ее недостаток негативно сказываются на прочности костей.

Достаточное потребление кальция с пищей является важным условием для роста и развития костной ткани в детском и подростковом возрасте [1-3]. При этом в связи с изменением стереотипов питания в современном обществе многие дети не употребляют достаточного количества молочных продуктов, что может привести к дефициту поступления кальция и недостаточному формированию пиковой костной массы.

В анкете предложены вопросы по потреблению молочных продуктов (молоко, кефир, творог, сыр) с уточнением размера порции и числа таких порций в неделю. Для того чтобы рассчитать суточное потребление кальция, которое поступает с молочными продуктами, использована формула:

$$\text{Суточное потребление кальция (мг)} = \text{Количество кальция в молочных продуктах (мг)} + 250 \text{ мг.}$$

Нормальное потребление кальция оценивалось согласно нормам Института медицины США и нормам, разработанным в РФ (4-8 лет – 1000 мг/сут, 9-18 лет – 1300 мг/сут). Среднее потребление кальция в день составило 1194 мг/сут (в 7-9 лет – 1461 мг/сут, в 11-13 лет – 1119 мг/сут, в 15-17 лет – 950 мг/сут). Нормальное количество кальция употребляли среди опрошенных детей 111 (45,68%), 50-99% от суточной нормы было в рационе у 82 (33,74%), менее половины суточной нор-

мы употребляли 50 (20,58%) детей. В возрастных группах 7-9, 11-13 и 15-17 лет нормальное количество кальция в диете отмечено у 49,44%, 51,32%, 35,90% детей; 50-99% от суточной нормы употребляли 34,83%, 26,32%, 39,74%; менее половины необходимого кальция принимали 15,73%, 22,37% и 24,36%.

Таким образом, согласно результатам проведенного анкетирования, наименьшее количество кальция с пищей употребляют дети в возрасте 15-17 лет. В возрастных группах 11-13 и 15-17 лет отмечается недостаточное среднее потребление кальция с пищей. В возрастных группах 7-9 и 11-13 лет нормальное количество кальция получают около половины детей, в группе 15-17 лет их доля снижается до 35%.

Кроме кальция, ключевую роль в здоровье костей

играет белок. По рекомендациям ВОЗ, молодому растущему организму каждый день требуется потреблять мясные продукты, богатые белками. Недостаточное его потребление сказывается на работоспособности всего организма и всех систем органов. Результаты анализа анкет по потреблению мяса у опрошенных школьников приведены в таблице 1.

Среди опрошенных есть небольшой процент детей, которые вообще не потребляют мясо (1,9%). Очень редко едят мясные продукты 1,9%. Нерегулярное потребление мяса может говорить о недостатке белков для растущего организма. Более 40% детей употребляют мясо еженедельно. Более 30% школьников еженедельно потребляют мясные продукты.

Таблица 1. Регулярность потребления мясных продуктов школьниками

№ п/п	Регулярность потребления	Возрастные группы			Среднее значение (7-17 лет), %
		7-9 лет, %	11-13 лет, %	15-17 лет, %	
1.	Не употребляют	4,44	1,25	0	1,90
2.	1 раз в месяц	5,56	6,25	2,78	4,86
3.	1 раз в неделю	6,67	12,50	9,72	9,63
4.	2-3 раза в неделю	35,56	41,25	38,89	38,57
5.	1 раз в день	10,00	16,25	23,61	16,62
6.	2 раза в день	37,78	22,50	25,00	28,43

Таблица 2. Количество часов для занятий дополнительными физическими нагрузками

№ п/п	Кол-во часов в неделю	Возрастные группы			Среднее значение (7-17 лет), %
		7-9 лет, %	11-13 лет, %	15-17 лет, %	
1.	1	16,47	7,04	8,33	9,50
2.	2	25,88	23,94	21,67	23,83
3.	3-4	27,06	30,99	30,00	29,35
4.	5	30,59	38,03	43,33	37,32

Таблица 3. Времяпрепровождение школьников перед экранами компьютеров

№ п/п	Кол-во часов в сутки	Возрастные группы			Среднее значение (7-17 лет), %
		7-9 лет, %	11-13 лет, %	15-17 лет, %	
1.	0	25,56	18,18	19,19	20,98
2.	< 1	44,44	29,87	8,22	27,51
3.	1-2	26,67	36,36	39,73	34,25
4.	3-5	3,33	11,69	27,40	14,14
5.	> 5	0	3,9	5,48	3,13

Таблица 4. Пребывание школьников на свежем воздухе во время летних каникул

№ п/п	Кол-во часов в сутки	Возрастные группы			Среднее значение (7-17 лет), %
		7-9 лет, %	11-13 лет, %	15-17 лет, %	
1.	0	3,37	1,27	0	1,55
2.	< 1	5,62	2,53	5,48	4,54
3.	1-2	19,10	11,39	9,59	13,36
4.	3-4	22,47	35,44	32,88	30,26
5.	> 4	49,44	49,37	52,05	50,29

Таблица 5. Количество переломов у детей и подростков

№ п/п	Количество переломов костей	Возрастные группы			Среднее значение (7-17 лет), %
		7-9 лет, %	11-13 лет, %	15-17 лет, %	
1.	0	67,78	70,37	62,68	67,21
2.	1	16,67	13,58	28,77	19,26
3.	2	8,89	7,41	6,85	7,79
4.	3 и более	0	3,70	1,37	1,64
5.	не известно	6,67	4,94	0	4,1

Процент детей, употребляющих мясные белковые продукты ежедневно, повышается по возрастным группам. Ежедневное потребление мяса свидетельствует о достаточном поступлении белков для костной массы организма школьника. Однако нами было замечено, что лица, не употребляющие мясо или употребляющие его редко (не более раза в месяц), в подавляющем большинстве имеют нормальное или даже превышающее нормальное суточное потребление кальция из молочных продуктов, кроме возрастной группы 10-х классов: у старшеклассников, не употребляющих мясо, суточное потребление кальция находится ниже возрастных норм.

Физическая активность жизненно необходима для здоровья костной массы. Оптимальные физические нагрузки улучшают кровоснабжение костной ткани, укрепляют ее и способствуют правильному росту и формированию анатомических составляющих скелета. По рекомендациям ВОЗ, для детей от 5 до 17 лет ежедневно должна быть физическая активность умеренной или выраженной степени не менее 60 минут. ВОЗ отмечает, что дополнительная физическая нагрузка обеспечивает еще большую пользу для здоровья костей. По результатам анкетирования учащихся (7-17 лет) 96,39% имеют физические нагрузки. По возрастным группам имеются следующие показатели:

1) 7-9 лет – 11,36%, 11-13 лет – 20%, 15-17 лет – 22,22% детей и подростков имеют физическую нагрузку только в школе на уроках физической культуры;

2) занимаются дополнительно, т.е. в спортивных секциях, танцами или самостоятельно, но регулярно – 78,53% от общего количества школьников (7-9 лет – 88,64%, 11-13 лет – 77,5%, 15-17 лет – 69,44%).

Можно заметить, что процент детей, занимающихся физкультурой и спортом дополнительно, с возрастом уменьшается. Это важная проблема, поскольку еженедельные занятия в школе полезны, но их недостаточно для молодого организма.

У учащихся было уточнено, какое количество времени в неделю уходит на занятия в секции или танцевальном кружке. Данные анкетирования о количестве часов дополнительных занятий приведены в таблице 2.

В каждой возрастной группе существует прямая зависимость: увеличивается количество детей при увеличении количества часов на физические нагрузки в неделю сверх занятий в школе. Количество одночасовых и двухчасовых дополнительных занятий с возрастом уменьшается, есть обратная зависимость: растет процент занятий, на которые требуется более 5 часов в неделю. Выявлено, что в среднем значении 75,94% школьников занимаются дополнительно физическими нагрузками в закрытых помещениях, только на открытом воздухе – 4,02%, в закрытых помещениях и на воздухе занимаются в среднем 20,22% школьников 7-17 лет. Интересно, что в возрастной группе 7-9 лет количество детей, занимающихся и в помещении, и на воздухе значительно выше, чем в других возрастных группах (7-9 лет – 44,71%, 11-13 лет – 7,35%, 15-17 лет – 8,06%).

Немаловажным вопросом, связанным с физической активностью, является вопрос о ведении школьниками малоподвижного (сидячего) образа жизни.

Сидячий образ жизни непосредственно связан с увеличением умственной нагрузки школьников и соответственно вынужденной неподвижностью на занятиях в школе. Малоподвижный образ жизни приводит к недостаточной активной деятельности, к гиподинамии. По статистике ВОЗ, с 2002 года резко увеличилось и продолжает увеличиваться время, проведенное детьми и подростками перед компьютерными устройствами. Самое значительное увеличение наблюдается в возрасте от 11 до 13 лет, в начале полового созревания, когда развитие костей идет наиболее быстрыми темпами и требует двигательной активности.

Полученные результаты анкетирования приведены в таблице 3.

По данным анкетирования, более половины школьников (51,51%) проводят более 1-2 часов в день за компьютером (не считая пользования мобильными устройствами). Пользуются гаджетами менее 1 часа в день 27,51% опрошенных школьников. Вообще не пользуются компьютерами 20,98%. В возрастной группе 7-9 лет наибольшее количество детей (44,44%) пользуются компьютером менее 1 часа в день, совсем не пользуются или пользуются 1-2 часа в сутки 25,56% и 26,67%, соответственно. Имеется небольшое количество детей, которые пользуются компьютером от 3 часов в день (3,33%). В возрасте 11-13 лет наибольшее число детей находятся за компьютером 1-2 часа в день (36,36%). Выявлено, что преобладает доля детей, которые либо находятся перед экранами менее часа в сутки, либо не пользуются. Большинство подростков 15-17 лет пользуются компьютером 1-2 часа в сутки (39,73%). Больше четверти подростков данного возраста находятся за компьютером от 3 до 5 часов в день (27,4%). Можно заметить, что с взрослением уменьшается количество детей, которые не пользуются компьютером или пользуются менее 1 часа в день.

Как известно, для роста и здоровья костей во всех возрастах необходим витамин D, который помогает организму абсорбировать кальций и запастись его в скелетной ткани. Самым распространенным натуральным источником витамина D является солнечный свет.

Данные о пребывании детей на свежем воздухе летом по данным анкетирования можно посмотреть в таблице 4.

По полученным данным, в каждой возрастной группе число детей, находящихся большее количество времени дома очень невелико, в среднем составляет 1,55%. В каждой возрастной группе количество детей и подростков, которые пребывают на свежем воздухе достаточное количество времени больше, чем тех, кто не выходит на улицу или выходит, но на короткий промежуток времени. Отмечено, что во всех возрастных категориях наибольшее количество детей находятся на свежем воздухе от 4 и более часов в день (7-9 лет – 49,44%, 11-13 лет – 49,37%, 15-17 лет – 52,05%). И так, во время летних каникул большинство школьников 7-17 лет проводят на свежем воздухе (98,45%). Небольшой процент детей и подростков (7-9 лет – 3,6%, 11-13 лет – 3,53%, 15-17 лет – 7,14%) находятся дома, не выходят на улицу в

солнечную погоду. Относительно большое число школьников бывают на солнце только в городе (7-9 лет – 22,89%, 11-13 лет – 12,94%, 15-17 лет – 20%). Можно предположить, что у каждого пятого школьника (23,37%) наблюдается серьезный недостаток витамина D, поскольку они длительное время находятся в помещении, либо бывают на солнце только в городе, поэтому из-за смога, использования солнцезащитных средств не получают достаточное количество солнечного света. Около 76,63% бывают на солнце на даче, в деревне, либо на юге (7-9 лет – 73,46%, 11-13 лет – 83,53%, 15-17 лет – 72,86%), что также является недостаточным или сезонным. Пребывание на солнце достаточно по результатам опроса во всех возрастных категориях, однако нельзя исключить индивидуальной недостаточности витамина D у опрошенных, особенно у тех, у кого суточное потребление кальция ниже нормальных значений.

Препятствовать развитию прочных костей у молодых людей, помимо неправильного питания, низкого уровня физической активности, других факторов образа жизни, могут также вредные привычки. Так курение негативно влияет на накопление пиковой костной массы, особенно когда имеются другие факторы риска. Употребление алкогольной продукции также связано с уменьшением образования костей и повышением риска перелома. По данным анкетирования, среди опрошенных учащихся в возрастных категориях 7-9 лет и 11-13 лет курящих не выявлено. Среди подростков 15-17 лет 4,12% опрошенных употребляют табак. Употребляют алкоголь (в том числе и пивные напитки) 4,83% опрошенных (7-17 лет). По возрастным группам следующие показатели: 7-9 лет – 2,27%, 11-13 лет – 1,25%, 15-17 лет – 10,96%. Таким образом, потребление табака среди подростков растет, что может повлиять на достижение пиковой костной массы и увеличить риск перелома. У детей и подростков, употребляющих алкогольные напитки (4,83%), также возможно отрицательное влияние на достижение пиковой костной массы.

Данные о наличии переломов костей у опрошенных школьников приведены в таблице 5.

У большинства школьников переломов не было. Почти у 1/5 от всего числа детей был диагностирован 1 перелом (19,26%), причем у подростков старшего возраста переломы случаются чаще. Кости у детей и подростков не такие прочные, как у взрослых, так как только формируются и накапливают в себе минеральные вещества, поэтому наличие у некоторых опрошенных переломов в анамнезе нельзя считать плохим показателем. Однако 9,43% имеют 2 и более (1,64%) переломов. Особенно этот процент велик в возрастной категории 11-13 лет (11,1%), что может зависеть от подвижности подростков в данном возрасте, а также от недостаточного количества усвояемого кальция. Для детей и подростков с повторными переломами необходимы профилактические мероприятия и обращение к специалисту.

Выводы

1. У каждого пятого подростка наблюдаются отклонения от нормальной массы тела: избыток – у 13,42%, дефицит – 8,45%.

2. Менее половины опрошенных школьников (45,68%) употребляют достаточное количество молочных продуктов, чтобы восполнить суточную потребность в кальции. При этом их доля в разных возрастных группах не одинакова: имеется тенденция к снижению потребления кальция с возрастом.

3. С возрастом также снижается двигательная активность подростков, что связано не только с высокой занятостью в школе, но и с увеличением продолжительности пребывания школьников у мониторов компьютеров, причем самые высокие показатели наблюдаются у учащихся 10-х классов.

4. По нашим данным, более чем у 20% школьников (23,37%) наблюдается серьезный недостаток витамина D, поскольку в летние каникулы они длительное время проводят в помещениях, либо бывают на солнце только в городе, где образование витамина D в коже даже при пребывании на солнце недостаточно.

5. Среди опрошенных учащихся в возрастных категориях 7-9 лет и 11-13 лет, курящих по данным анкетирования не выявлено. Среди подростков 15-17 лет 4,12% опрошенных употребляют табак, употребляют алкогольные напитки 4,83%. Потребление табака среди подростков растет, что может повлиять на достижение пиковой костной массы и увеличить риск переломов.

6. У школьников наблюдается достаточно высокий процент неоднократных переломов. Среди опрошенных 9,43% имеют два и более перелома костей (1,64%).

Список использованной литературы

1. Дефицит кальция и остеопорозические состояния у детей: диагностика, лечение, профилактика: научно-практическая программа / Под ред. Н.А. Коровиной, В.А. Петерковой. М.: Международный фонд охраны матери и ребенка, 2006. 46 с.

2. Мальцев С.В., Архипова Н.Н., Шакирова Э.М. Витамин D, кальций и фосфаты у здоровых детей и при патологии. Казань, 2012. 120 с.

3. Оглоблин Н.А., Спиричев, В.Б., Батурин А.К. О потреблении населением России кальция с пищей // Вопросы питания. 2005. №5. С. 14-17.

4. Остеопороз. Диагностика, профилактика и лечение: клинические рекомендации / Под ред. О.Лесняк, Л.Беневоленской. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2010. 272 с.

5. Струков В.И., Сергеева-Кондраченко М.Ю. Актуальные проблемы остеопороза / Под ред. В.И.Струкова. М: Ростра, 2009. 342 с.

6. Шилин Д.Е. Дефицит кальция и другие факторы риска остеопоротических переломов по критериям FRAX (ВОЗ,2008) у населения России и Казахстана: предварительные результаты международного пилотного проекта // Терапевтический вестник. 2010. №2. С. 40-41.

ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА НЕКРАСОВСКОЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ

ГЛАЗКОВ ИЛЬЯ

МБОУ Некрасовская СОШ, 11 класс, Ярославская область

Научный руководитель – Аминова Наталья Борисовна, учитель школы

В результате влияния техногенных эмиссий на лесные фитоценозы происходит дифференциация деревьев по жизненному состоянию [1, 6]. Обычно категории жизненного состояния растений выделяют визуально по морфологическим признакам: форме кроны, степени поврежденности и биоморфологическим характеристикам листьев. При этом под «жизненностью особи» понимаются не только мощность вегетативных и генеративных органов, но и устойчивость к неблагоприятным воздействиям [4]. Среди высших растений повышенной чувствительностью к загрязнению окружающей среды отличаются хвойные породы и в особенности – сосна обыкновенная, которую многие исследователи используют в качестве эталона биоиндикации.

Цель исследования: дать оценку жизненному состоянию сосновых древостоев в районе п. Некрасовское Ярославской области.

Задачи исследования:

1) заложить пробные площадки в лесном массиве и провести геоботаническое описание лесных участков с оценкой состава и структуры их сообществ;

2) оценить жизненное состояние сосновых насаждений на разных площадках.

Материалы и методы исследования

Полевые исследования проводились в июле и сентябре 2017-2018 гг. Были выбраны несколько участков лесного массива на территории Некрасовского участкового лесничества, образованного сосной обыкновенной (*Pinus sylvestris*). В их границах заложили 3 пробные площади (ПП) со сторонами 20×20 м:

1) ПП №1: на юго-восточной окраине поселка Некрасовское в 10 м от дороги Некрасовское-Малые Соли;

2) ПП №2: на северо-востоке деревни Алфёрово, в 5 км от п. Некрасовское; около 7 км от дороги Некрасовское – Малые Соли;

3) ПП №3: на юго-востоке в 17 км от п. Некрасовское, в 6 км от пансионата «Левашово» в лесу.

Для объективности оценки результатов выбраны участки леса с древостоем одного возраста (61-80 лет). Деревья на ПП №1 были посажены в 1947 г., на ПП №2 – в 1956 г., на ПП №3 – в 1951 г. Лесные участки входят в перечень зелёных зон.

Закладка ПП проведена согласно методическим рекомендациям [5, 6]. Оценка древостоя проводилась с использованием традиционных лесотаксационных по-

казателей: пересчет стволов по ступеням толщины, высота, диаметр, возраст, жизненность, сомкнутость крон стволов, возобновление древостоя. Обилие видов в нижестоящих ярусах, относительно соснового древостоя, оценивалось визуально по шкале Друде. Категория жизненного состояния деревьев оценивалась по комплексу визуальных признаков (густоте и цвету кроны, наличию и доле усыхающих ветвей в кроне, степени повреждения хвои и др.) [1, 6]. Полевую диагностику повреждений древостоев грибными паразитами проводили с использованием справочной литературы [4].

Результаты и их обсуждение

На ПП №1 древостой одноярусный, сильно разрежен за счет выпавших стволов (общая сомкнутость крон – 30%). Образован исключительно сосной обыкновенной высотой в среднем 28 м (максимальная высота – 30 м) с диаметром стволов от 14,5 см до 38,0 см на уровне груди в количестве 51 экземпляра. Жизненность сосны низкая (III-IV класс), что проявляется в однобокости и суховершинности кроны, усыхании скелетных ветвей в кроне, слабом ее охвоении. У ряда экземпляров стволы с отслаиванием коры, смолотечением через раневые поверхности, повреждением дереворазрушающими грибами-трутовиками. Возобновление сосны на участке не выявлено. Отмечен разновозрастный подрост осины и березы, отдельные экземпляры которых достигают высоты 3-5 м. Второй ярус сообщества – кустарниковый, или подлесок; хорошо развит (проективное покрытие – 55%), образован 9 видами растений, среди которых доминируют рябина обыкновенная, жимолость лесная, черемуха, малина и бузина красная. Листья рябины повреждены ржавчинным грибом, листья жимолости и черемухи – листогрызущими насекомыми. Третий ярус – травяной с проективным покрытием до 70% образован 24 видами трав, среди которых значительным обилием отличается недотрога мелкоцветковая. Это однолетнее растение указывается специалистами как злостный сорняк парков и лесных экосистем урбанизированных территорий [2]. В теневых участках леса произрастают лютик ползучий, земляника лесная, папоротник щитовник шартский, фиалка удивительная, звездчатка жестколистная. Напочвенный ярус в сообществе не развит: среди лесных мхов небольшими куртинными скоплениями среди листового опада отмечены зеленые мхи Плеурозий Шребера и Атрих волнистый. Данный

участок характеризуется сильной захлапленностью от старого валежника. Почва сухая, гумусовый горизонт не выражен.

ПП №2 имеет 3-ярусную структуру; древостой одноярусный (общая сомкнутость крон 50%), сложен сосной обыкновенной высотой 26-28 м с диаметром стволов от 15,5 см до 34,0 см в количестве 53 экземпляров. Жизненность сосны средняя (II класс). Возобновление сосны на участке не выявлено; отмечен разновозрастный подрост березы и ели. Второй ярус сообщества – кустарниковый, или подлесок; хорошо развит (проективное покрытие – 55%), образован 3 видами растений, среди которых доминируют крушина ломкая и малина. Третий ярус – травяной с проективным покрытием до 70% образован 8 видами трав, среди которых значительным обилием отличается папоротник орляк обыкновенный. В теневых участках леса получают развитие земляника лесная, папоротник щитовник шартский, звездчатка жестколистная, ландыш майский. Напочвенный ярус в сообществе не развит: среди лесных мхов небольшими куртинными скоплениями среди листового опада отмечены зеленые мхи Плеурозиум Шребера и Атрихум волнистый. Захлапленность участка средняя, почва увлажненная, гумусовый горизонт составляет 4-5 см. В границах участка отмечены напочвенные шляпочные грибы.

ПП № 3 имеет 3-ярусную структуру; древостой одноярусный (общая сомкнутость крон – 65%), сложен сосной обыкновенной со средней высотой 28 м, с диаметром стволов от 15,5 см до 34,0 см в количестве 50 экземпляров. Жизненность сосны средняя (II класс). Возобновление сосны на участке не выявлено. Отмечен разновозрастный подрост березы, дуба. Второй ярус сообщества – кустарниковый, или подлесок, хорошо развит (проективное покрытие – 12%), образован 3 видами растений, среди которых доминирует крушина ломкая (1-2% от ОПП). Третий ярус – травяной с проективным покрытием до 60% образован 6 видами трав, среди которых значительным

обилием отличается черника. В теневых участках леса получают развитие ландыш майский, седмичник европейский, марьяник. Напочвенный ярус в сообществе не развит: среди лесных мхов небольшими куртинными скоплениями среди листового опада отмечены зеленые мхи Плеурозиум Шребера и кукушкин мох. Захлапленность участка средняя, почва увлажненная, гумусовый горизонт составляет 5 см.

В ходе сравнения трёх лесных участков (табл. 1) было установлено, что видовое разнообразие лесного участка ПП № 1 значительно выше ПП №2 и ПП №3, особенно в травяном ярусе, обогащение которого происходит за счет лугово-опушечных и сорных растений. Присутствие таких растений в сообществе связано с положением лесного участка вблизи дороги и значительным нарушением напочвенного покрова за счёт сорно-рудеральных растений. На ПП №2 и ПП №3 все виды травяного яруса являются истинно лесными растениями, создающими более высокое проективное покрытие почвы. По структуре сравниваемые сообщества оказались одинаковыми.

В качестве показателя крупности нами был использован диаметр ствола (D). Распределение деревьев на ПП по категориям крупности проведено по следующим градациям: крупные (29,0-38,0 см), средние (20,0-28,0 см), мелкие (14,0-18,0 см). Соотношение стволов трех классов толщины на ПП №1 составило 12:24:12, на ПП №2 – 15:20:6, на ПП №3 – 5:17:21. На всех трех участках в составе древостоя преобладают экземпляры сосны среднего класса толщины, однако на третьем участке меньше всего экземпляров толстых и больше всего мелких сосен, что может быть связано с более молодым возрастом соснового насаждения на 3-м участке по сравнению с 1-ым и 2-ым. Вместе с тем средние значения диаметров стволов 3-х классов толщины на всех участках оказались приблизительно одинаковыми (табл. 2), что возможно связано со сходными лесорастительными условиями для древостоев на выбранных участках.

Таблица 1. Сравнение исследуемых пробных площадей

Показатели	ПП №1	ПП №2	ПП №3
Количество видов на ПП	38	16	15
Количество видов в травяном ярусе и доля видов растений, %:	24	8	6
- лесных	13 (54,2)	8 (100)	6 (100)
- луговых	5 (20,8)	–	–
- сорных	6 (25,0)	–	–
Редкие и «краснокнижные» виды	–	–	–
Структура лесных сообществ:			
Количество ярусов	3	3	3
Характеристика древостоя	Чистые (одновидовые), одно-возрастные, ОПП=30%	Чистые разновозрастные, ОПП=50%	Чистые разновозрастные, ОПП=55%
Число видов подлеска	9	3	3
Возобновление лесообразующей породы	–	–	–
ОПП травяного яруса, %	50	75	70
Развитость напочвенного (мохового) покрова	–	–	–

Таблица 2. Значения основных показателей, характеризующих состояние сосняков

№ ПП	Показатели				
	Диаметр (D, см)			Относительное жизненное со- стояние, %	КОП, см/см ²
	крупные	средние	мелкие		
1.	32,3±0,86	25,3±0,52	16,7±0,34	41,76	5,6±1,30
2.	29,1±0,68	23,6±0,47	16,4±0,93	58,58	7,2±2,20
3.	30,8±0,39	26,3±0,63	16,5±0,90	71,30	7,1±1,93

Оценка жизненного состояния древостоев по комплексу визуальных признаков (густота и цвет кроны, наличие и доля усыхающих ветвей в кроне, степень повреждения хвои и стволов) показала следующее: на ПП №1 не было отмечено здоровых деревьев, тогда как на ПП №2 на долю здоровых пришлось до 38,9% от состава древостоя (14 из 36 экз.), а на ПП №3 – 61,5% (24 из 39 экз.). При оценке жизненного состояния исследованных сосновых древостоев по показателю относительного жизненного состояния (табл. 2) установлено, что древостои в границах ПП №2 и 3 относятся к категории «ослабленные»: 58,58 и 71,30, соответственно; древостои ПП №1 относятся к категории «сильно ослабленные».

Одним из важнейших показателей, характеризующих состояние древостоев, является комплексный оценочный показатель (КОП) или коэффициент напряженности роста, который выражает отношение высоты дерева к площади его поперечного сечения. Помимо характеристики состояния древостоев, КОП является важным критерием оценки достаточности их изреживания [3]. Данные по КОП, рассчитанному для всех исследуемых древостоев на ПП (табл. 2), свидетельствуют, что значение КОП в естественно-искусственных насаждениях сосны варьирует от 5,6 до 7,2 см/см², что вписывается в значения для данного класса возраста древостоя сосны, однако для ПП №1 значение данного показателя приближено к «пограничной зоне», что указывает на начальные стадии снижения устойчивости сосняков ПП №1.

Выводы

1. Все изученные участки имеют 3-х ярусную структуру. Древостой однородный, состоящий из сосны

обыкновенной (*Pinus sylvestris*). Видовая структура участков отличается. Наибольшее количество видов обнаружено на участке около дороги, вдали от неё видов травянистых растений меньше, все они относятся к группе лесных растений.

2. По всем показателям состояния основной древесной породы (относительное жизненное состояние основных древостоев, КОП, состояние древостоев по комплексу визуальных признаков) состояние деревьев на ПП №1 не соответствует категории здоровых, а на ПП №2 и ПП №3 древостой поврежден частично.

Список использованной литературы

1. Алексеев В.А. Диагностика повреждений деревьев и древостоев при атмосферном загрязнении и оценка их жизненного состояния // Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение. Л.: Наука, 1990. С. 38-53.

2. Виноградова Ю.К., Майорова С.Р., Хорун Л.В. Черная книга Средней России: чужеродные виды растений в экосистемах Средней России. М.: ГЕОС, 2010. С. 234-240.

3. Густова А.И., Терехина Д.К. Оценка гидрофизических характеристик древесины для обоснования лесоводственных уходов в защитном лесоразведении // Аграрный вестник Урала. 2007. № 5 (41). С. 55-59.

4. Диагностика устойчивости растений к стрессовым воздействиям / Под ред. Г.В. Удовенко. Л.: ВИР, 1988. 227 с.

5. Кузьмичев Е.П., Соколова Э.С., Мозолевская Е.Г. Болезни древесных растений: справочник. Т 1. Болезни и вредители в лесах России. М.: ВНИИЛМ, 2004. 120с.

6. Санитарные правила в лесах Российской Федерации. М.: ВНИИЦлесресурс, 1994. 25 с.

ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ СЕРОВКИ Г. ЧЕРЕПОВЦА

КУДРЯВЦЕВ АРСЕНИЙ

Дворец детского и юношеского творчества имени А.А.Алексеевой,
г.Череповец, Вологодская область

Научные руководители: Ляпкина Нина Ивановна, Мануйлов Валерий Васильевич,
педагоги дополнительного образования Дворца

Река Серовка находится в городе Череповце Вологодской области, впадает в р.Ягорбу, которая, в свою очередь, впадает в р.Шексну. Все три реки используются в хозяйственно-бытовых целях. Состояние же р.Серовки вызывает тревогу, так как в зимнее время она даже не замерзает.

Цель исследования: изучить экологическое состоя-

ние р.Серовки, протекающей по территории г.Череповца.

Задачи исследования:

1) сделать картирование р.Серовки и прилегающей территории и дать ее гидрологическое описание;

2) исследовать воду из разных точек реки по органолептическим и химическим показателям;

- 3) исследовать качество воды из стоков в р.Серовку;
- 4) провести биотестирование воды из р.Серовки с помощью кресс-салата.

Материалы и методы исследования

На обследуемую территорию выходили 18 раз, взято 43 пробы воды в разное время года с разных участков. Вдоль реки проходили в октябре и декабре 2013 г., феврале, мае и декабре 2014 г., январе и октябре 2015 г., в марте и августе 2016 г. В 2017 г. и 2018 г. (зима, весна, лето, осень) пробы воды брались в районе Серова переулку: из реки и обнаруженного там стока. Анализ воды по органолептическим и химическим показателям проводился в лабораторных условиях с помощью НКВ-лаборатории, повторность трехкратная. Определялись органолептические показатели: цветность, запах, мутность и прозрачность. Вкус и привкус не определялись. Определялись следующие химические показатели: рН, общую жесткость, содержание карбонатов и гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов, кальция, магния, аммония, нитратов, нитритов, железа общего [1]. Определение растворённого кислорода проводилось с помощью оксиметра WDO-64 [3]. Биотестирование воды проводилось в чашках Петри с семенами кресс-салата [10]. По количеству проростков определяли индекс токсичности воды.

Результаты и их обсуждение

Река Серовка протекает по г.Череповцу; начало берет из окрестностей посёлка Ясная Поляна (исток), течет в юго-восточном направлении, отделяя административный Северный район г.Череповца, и впадает в р.Ягорбу. Превышение по уровню истока над устьем 7 метров, поэтому скорость течения воды в р.Серовке 2-3 м/сек. Длина реки около 3 км. Исток реки не виден, так как заключён в подземные каналы. Река появляется из-под земли, на которой расположены гаражи. В этом месте река маловодная, русло узкое. При осмотре территории отмечено, что вокруг много мусора. Справа по руслу расположены постройки и тёплый, грязный отстойник. На поверхности его мазутные пятна и идёт пар. На правом берегу по течению расположен мясокомбинат, на левом разного рода площадки и строения (шиномонтаж, газозаправка, ремонтные мастерские). Выходов слива не обнаружено. Далее берега залесены. Деревья лиственные: тополь, берёза, осина, ива. Далее река протекает до ул.Школьной через жилой массив и частные строения, до моста река течёт в узком русле, берега достигают 5-6 м в высоту. Русло реки каменистое почти на всём протяжении. У моста, на ул.Школьной на левом берегу виден выход сточных вод из трубы. Сточная труба уходит в направлении заправок и других промышленных строений на Кирилловском шоссе. Везде видны бытовые свалки и мусор. Далее на пути реки – труба размером 120×80 см, которая позволяет пропустить большой поток воды. Р.Серовка уходит в эту трубу на Кирилловском шоссе и появляется на поверхности вновь у Серого переулка и ул.Остинской через 300 м. Река заключена в бетонный короб, а сверху над рекой – стройка. Вначале работали бульдозеры и возился грунт самосвалами, а сейчас возведены жилые дома. Река Серовка вновь вытекает из трубы, поток воды небольшой. У самого моста справа, в 10 м вниз по течению, на левом берегу находился выход сточных вод в виде бетонного короба, зарытого под

землю. В настоящее время (2018г.) в результате строительных работ этот сток засыпан землей. Жилые постройки с гаражами подходят к берегу на расстояние 3-5 м. Берега от воды на 2 м вниз по течению заросли кустарником и деревьями. Далее р.Серовка протекает по равнине до устья – впадает в р.Ягорбу. К реке близко подступают слева производственные территории (ФЭСКО, складские помещения с древесиной), справа жилые дома и гаражи. В месте впадения реки в Ягорбу вода довольно мутная и тёплая. Река местами в среднем течении зимой не замерзает. В районе ул.Северной отмечены дикие утки, которые не улетают на зиму и остаются на незамерзающей Серовке уже в течение нескольких лет. В этом месте у реки стоят жилые дома. Свободно к реке можно подойти в районе мостов (всего их три) в жилом массиве. В районе гаражного кооператива, возможно, моются автомобили. По руслу реки отмечено много бытового мусора и даже промышленные детали: трубы, колёса, покрышки, строительные отходы и обломки. В 2016 г. весной на реке в среднем ее течении проводился субботник по уборке мусора, поэтому в августе на обследуемой территории было заметно чище. В 2017-2019 гг. снова наблюдается большое количество мусора.

На реке обнаружено 4 слива сточных вод: 2 слива в р.Серовку в виде бетонных водотоков: первый – около моста у мясокомбината; второй – возле моста, недалеко от молочного комбината (сейчас засыпан землей); третий – в районе моста у Серова переулка (труба металлическая) с горячими стоками (50⁰С). В 2017 г. трубы нет, вода бьет из-под бетонного ограждения. Обнаружен ещё ручей у моста, стекающий в р.Серовку в 2015 г. Весной 2016 г. найден еще один сток в р.Серовку, не замеченный раньше, в районе улицы Зареченской, вероятно, идет от частных гаражей.

В мае 2014 г. на реке была обнаружена плотина бобров. В настоящее время ее нет, но следы жизнедеятельности бобров (погрызенные и упавшие деревья) есть ниже по течению.

По цветности вода во всех отобранных нами пробах от слабо-желтой до желтой, прозрачная только в месте истока в Ясной поляне. В двух весенних пробах – серая. Запах все пробы имеют неприятный, гнилостный (2-4 балла) или канализации и химический в месте сливов (3-4 балла), а в устье реки вода пахнет нефтепродуктами (бензином). Такая вода непригодна для использования в хозяйственно-бытовых целях. Вкус воды не определялся, из-за неприятного запаха. Пенистость во всех пробах отсутствует. В осеннее и весеннее время вода мутная, а в зимнее прозрачная, но в большинстве проб есть взвеси. Таким образом, по органолептическим показателям качество воды хуже в весеннее и осеннее время. Это можно объяснить стеканием в р.Серовку талых и дождевых вод с загрязняющими веществами.

В поверхностных водах содержание растворенного кислорода (РК) может колебаться от 0 до 14 мг/л и подвержено значительным сезонным и суточным колебаниям. В эвтрофированных и сильно загрязненных органическими соединениями водных объектах может иметь место значительный дефицит кислорода. Уменьшение концентрации РК до 2 мг/л вызывает массовую гибель рыб и других гидробионтов. В воде водоемов в любой период года до 12 часов дня концентрация РК

должна быть не менее 4 мг/л. ПДК растворенного в воде кислорода 4 мг/л [2]. Количество растворенного в воде кислорода в июле 2017 г. в р.Серовке у Серого переулка 4,21 мг/л (выше стока). Ниже стока – 3,47 мг/л, что ниже ПДК (температура воды была 18,5°C). Вероятно, такое низкое содержание кислорода в воде обусловлено активными процессами гниения. В осеннее время 2017 г. РК достигает 6 мг/л. В 2018 г. РК ниже нормы: от 2,8 мг/л в мае до 4,05 мг/л в феврале.

Вода не соответствует качеству по следующим показателям: жёсткость общая, содержание кальция, железа общего, нитритов, аммония. В месте стока на Кирилловском шоссе большое содержание хлоридов в январе 2015 г. (320 мг/л при ПДК 250). По содержанию железа общего вода достигает ПДК в 14 пробах, превышает ПДК – в 11 пробах. В марте 2016 г. на Серовом переулке превышение ПДК по железу в пять раз. Вода средней жёсткости и жесткая во всех пробах (за исключением запруды бобров, здесь вода была мягкая), самая большая жесткость в нижнем течении зимой 2013 г., во всех пробах на Кирилловском шоссе. Соответственно, самое большое количество кальция (превышает ПДК) в этих же пробах. Количество кальция и магния достигает ПДК в декабре 2012 г. Очень большое количество нитритов почти во всех пробах (выше нормы для питьевой воды до 20 раз или равно ПДК в 35 пробах из 43).

Анализ воды в зимнее время показал, что в среднем течении реки вода средней жёсткости, в истоке и устье жёсткая. По содержанию нитритов превышает ПДК в 20 раз вода в Серовом переулке, вероятно, потому, что нитриты попадают туда из горячего стока. Кроме того, в незамерзающей реке продолжают процессы гниения. В истоке реки нитриты не обнаружены, в устье достигают ПДК. Это еще лишний раз доказывает, что нитриты попадают в реку со сливами в среднем течении или образуются в результате процессов гниения. Ближе к устью их концентрация уменьшается, так как новых порций не поступает, а уже имеющиеся растворяются в воде. По железу общему одна проба достигает ПДК, остальные пробы содержат железо в небольших количествах.

Из реки брали пробы в разное время года. Проанализированы результаты 25 проб, взятых в среднем течении реки, у Серова переулка. Пробы воды брались выше стока, ниже стока и из самого стока. Вода имеет желтоватый или серый оттенок, запах земли и травы 3-4 балла. Вкус во всех пробах не определялся из-за неприятного запаха, пеннистость отсутствует. Почти все пробы воды мутные, со взвесями, за исключением нескольких зимних проб, взятых поздней осенью (они прозрачные, со взвесями).

Зимой 2012 г., осенью 2015 г., летом 2016 г., осенью 2017 г. и весной 2018 г. вода жёсткая. В остальных пробах, взятых на Серовом переулке, вода средней жёсткости. Таким образом, жёсткость воды практически не зависит от времени года. В 2017 г. все пробы воды по жёсткости, за исключением осенних, соответствуют нормам, вероятно из-за большого количества осадков в весеннее-летний период. Количество нитритов в воде колеблется. Вероятно, их концентрация в воде напрямую зависит от стоков. Совсем не было нитритов только осенью 2015 г. и весной 2016 г., а в 22 пробах из 25 обнаружено превышение ПДК. По содержанию железа

мы наблюдали противоположную картину, содержание железа больше всего было именно в весеннее время (превышение ПДК в 5 раз). Содержание железа весной 2017 г. также превышает ПДК почти в 3 раза. Это можно объяснить тем, что железо попадает в воду вместе с талым снегом, а в снег железо попадает от промышленных предприятий и автотранспорта.

Проанализированы отдельно пробы воды, взятые из сливов в р.Серовку. Всего проанализировано десять проб из четырёх стоков. По общей жёсткости не соответствуют качеству пять проб, самая жёсткая вода в стоке на Серовом переулке и Кирилловском шоссе. Остальные пробы средней жёсткости. В сливе у моста на Серовом переулке обнаружено превышение ПДК по аммонии (осенью 2015 г. – больше 3 мг/л, а в районе Кирилловского шоссе по – хлоридам (320мг/л)). По содержанию нитритов в воде из сливов не соответствуют качеству шесть проб из десяти, четыре из них превышают ПДК в 20 раз. Только одна проба на улице Зареченской не содержит нитритов. По содержанию железа общего достигают ПДК три пробы из сливов, превышают норму четыре пробы (одна из них на Кирилловском шоссе более чем в 3 раза).

В воде наблюдаются завалы бытового мусора (шины, тряпки, бутылки, упаковки из-под продуктов, пакеты, банки). Этот мусор перегораживает реку и гниёт в воде. Поэтому было проведено биотестирование проб воды с помощью кресс-салата. Всего исследовано 11 проб. Получились следующие результаты. В семи пробах есть биостимуляторы прорастания, то есть вещества, способствующие повышенному прорастанию кресс-салата. Вероятно, это продукты гниения, органические остатки, присутствующие в воде по всему течению реки. Больше всего биостимуляторов в воде, взятой из запруды бобров. В четырёх пробах есть токсиканты. В месте слива и в устье реки в феврале 2014 г. у воды среднее загрязнение, индекс токсичности 0,36-0,7. Вероятно, в воде есть токсичные вещества, замедляющие прорастание кресс-салата. В месте слива в реку в апреле 2014 г. слабое загрязнение. Таким образом, нет ни одной чистой пробы воды, взятой на исследование.

Выводы

1. По органолептическим показателям вода в р.Серовке не соответствует качеству, имеет гнилостный запах до 4 баллов и мутная. Качество воды хуже в весеннее и осеннее время.
2. По химическим показателям вода в р.Серовке не соответствует качеству по содержанию железа общего, нитритам, кальцию, общей жёсткости, содержанию растворенного кислорода, остальные показатели в норме.
3. Путём мониторинговых исследований было выявлено, что качество воды по органолептическим и химическим показателям в среднем течении реки Серовки хуже всего в весеннее время года.
4. При обследовании территории обнаружены 4 стока в реку с запахом химикатов и канализации, один из них горячий. В сливах обнаружено превышение ПДК по хлоридам, нитритам, аммонии, железу. Вода жёсткая, с высоким содержанием кальция.
5. Проводилось биотестирование воды с помощью кресс-салата. Все взятые пробы не соответствуют нормам, в них содержатся токсиканты или биостимуляторы

прорастания.

Список использованной литературы

1. Водохозяйственные проблемы. Загрязнение и эвтрофикация [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://referat.niv.ru/view/referat-ecology/211/210055.htm>. (Дата обращения: 11.05.2016).
2. Руководство по определению показателей качест-

ва воды полевыми методами. [Электронный ресурс].

Режим доступа:

<http://www.anchem.ru/literature/books/muraviev/025.asp>. (Дата обращения: 18.04.2017)

3. Руководство пользователя Оксиметр WDO-64. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.metronx.ru>. (Дата обращения: 25.04.2017)

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЕСТИЦИДА «ПРОТОН» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *ALLIUM SERA* В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА

МАКАРЕНКО ИРИНА

Средняя школа «Провинциальный колледж», 11 класс, г.Ярославль

Научный руководитель – Фомичева Анна Николаевна, кандидат биологических наук, заместитель директора школы

Пестициды широко применяются в сельском хозяйстве и могут оказывать негативное воздействие на живые организмы, в том числе, на человека, попадая в его организм вместе с пищей и водой. Наличие генотоксической активности установлено для многих пестицидов, имеется достаточное количество фактов, подтверждающих реальность генетической опасности их накопления в почве, воде и атмосфере [3].

В связи с этим необходима оценка мутагенности пестицидов, которые наиболее широко применяются как на индивидуальных дачных участках, так и в сельхозпредприятиях.

Цель исследования: изучить генотоксическую активность пестицида «Протон» (производитель ЗАО «ТПК Техноэкспорт») с использованием *Allium sera* в качестве тест-объекта.

Задачи исследования:

- 1) изучить влияние различных концентраций пестицида «Протон» на митотическую активность в меристеме *Allium sera*;
- 2) выявить влияние пестицида «Протон» на прохождение фаз митоза клетками меристемы *Allium sera*;
- 3) сравнить данные, полученные при воздействии на меристему различных концентраций пестицида «Протон».

Материалы и методы исследования

Материалом исследования являлся пестицид «Протон». Для проведения опыта готовили растворы пестицида в концентрации 1 мг/мл (П1), 0,5 мг/мл (П2) и 0,24 мг/мл (П3), в качестве контроля использовали воду. В качестве тест-объекта *Allium sera* сорта Штутгартен, хорошо зарекомендовавший себя в течение длительного применения и известный как *Allium test* [1]. Генотоксическая активность фактора определялась по нарушению процесса митоза в меристеме (митотоксичность).

В контрольном варианте луковицы прорастивались негазированной питьевой воде марки «Некрасовская» из артезианской скважины №104 (соответствует ГОСТ Р52181-2003, производитель ООО «Большие Соли»). Та

же вода использовалась для разведения пестицида «Протон». Луковицы прорастивали в течение 4 сут. Срезанные корешки фиксировали в фиксаторе Кларка, состоящем из этилового спирта (96%) и ледяной уксусной кислоты в соотношении 3:1, и окрашивали 2% ацетоорсеином в фарфоровых тиглях. Для анализа готовили временные давленные препараты корневых меристем. Лезвием отрезали кончик корешка длиной 2-3 мм, помещали на предметное стекло в каплю 45% уксусной кислоты, накрывали покровным стеклом и раздавливали до получения монослоя клеток [2]. Препараты анализировали под цифровым микроскопом «Альтами» при увеличении около $\times 1200$. Просматривали около 300 клеток для каждого препарата. Подсчитывали общее количество делящихся клеток и отдельно клетки на разных стадиях митоза. Показателем уровня митотической активности является митотический индекс (МИ, %) – доля клеток, находящихся в митозе, к общему числу проанализированных клеток, исследованных на препарате. Чтобы вскрыть причины изменений МИ подсчитывали фазные индексы (ПИ, % – профазный индекс; МИ, % – метафазный индекс; А-ТИ, % – ана-телофазный индекс) – доля клеток в различных стадиях митоза от общего количества делящихся клеток. Математическая обработка результатов проводилась с помощью программы MS Excel. Для всех значений рассчитывалось среднее значение и ошибка среднего (m). Достоверность разницы между контролем и опытом проводилась с помощью t-критерия Стьюдента для малых выборок.

Результаты и их обсуждение

Результаты изучения спонтанной митотической активности меристемы *Allium sera* представлены в таблице 1.

По нашим данным, клетки в контроле делятся достаточно активно. Полученные данные соответствуют литературным данным по уровням спонтанной митотической активности, в среднем МИ% составляет $23,67 \pm 0,33\%$. Митотическая активность меристемы значительно зависит от времени фиксации корешков.

Превышение показателей митотического индекса по сравнению с литературными данными может быть связано с тем, что для фиксации материала был выбран утренний период, во время которого митозы идут наиболее активно. По фазным индексам мы видим, ПИ% составил $43,66 \pm 2,82$, МИ% – $28,17 \pm 1,41$ А-ТИ% – $28,17 \pm 3,73$ %. По-видимому, в контрольном варианте преобладают клетки на стадии профазы.

Результаты изучения митотического индекса в меристеме *Allium cepa* при воздействии пестицида «Протон» представлены в таблице 2.

При воздействии трёх изученных концентраций пестицида «Протон» митотический индекс значительно снижается по сравнению с контрольным уровнем. Различия между контролем и опытом достоверны при воз-

действии пестицида во всех изученных концентрациях. Очевидно, что пестицид «Протон» обладает генотоксичностью и вызывает нарушение деления клеток меристемы. Наибольшее снижение митотической активности меристемы зарегистрировано при концентрации пестицида 0,5 мг/мл, доля митозов снизилась в три раза (МИ составил $10,00 \pm 1,00$ %). Различия между контролем и опытом достоверны при $p < 0,05$. При концентрации пестицида до 1 мг/мл и 0,24 мг/мл количество делящихся клеток также достоверно снижается, но менее значительно до $7,67 \pm 1,20$ % и $9,33 \pm 1,33$ %, соответственно.

Результаты изучения индексов фаз митоза в меристеме *Allium cepa* при воздействии пестицида «Протон» представлены в таблице 3.

Таблица 1. Спонтанная митотическая активность меристемы *Allium cepa*

№ n/n	номер повторности	МИ, %	ПИ, %	МИ, %	А-ТИ, %
1.	1	23,00	46,48	29,58	21,13
2.	2	24,00	38,03	29,58	33,80
3.	3	24,00	46,48	25,35	29,58
4.	Среднее значение	23,67	43,66	28,17	28,17
5.	М	0,33	2,82	1,41	3,73

Таблица 2. Митотический индекс и t-критерий Стьюдента в меристеме *Allium cepa*

№ n/n	Концентрация пестицида	МИ, %	t-критерий Стьюдента	Кратность различий с контрольным вариантом, балл
1.	контроль	$23,67 \pm 0,33$	10,84	
2.	П1	$10,00 \pm 1,00$	23,67	2,4
3.	П2	$7,67 \pm 1,20$	23,42	3,1
4.	П3	$9,33 \pm 1,33$	19,04	2,5

Таблица 3. Индексы фаз митоза в меристеме *Allium cepa* при воздействии различных концентраций пестицида «Протон»

№ n/n	Вариант опыта	ПИ, %	МИ, %	А-ТИ, %
1.	Контроль	$43,66 \pm 2,82$	$28,17 \pm 1,41$	$28,17 \pm 3,73$
2.	П1	$43,33 \pm 8,82$	$16,67 \pm 3,33$	$40,00 \pm 5,77$
3.	П2	$34,78 \pm 8,70$	$17,39 \pm 4,35$	$47,83 \pm 8,70$
4.	П3	$35,71 \pm 9,45$	$17,86 \pm 7,14$	$46,43 \pm 9,45$

Индексы фаз митоза позволяют судить нам о нарушении митотического индекса. Мы наблюдаем, что во всех изученных нами концентрациях происходит снижение индекса ана-телофаз. По-видимому, происходит нарушение прохождения клетками данной стадии митоза, например, может быть нарушено движение хромосом на ахроматиновом веретене, которое может быть обусловлено негативным влиянием на процессы сборки веретена деления, недостаточным количеством энергии для прохождения данного процесса, повреждением кинетохоров хромосом и др. Данные нарушения приводят к значительному снижению доли ана-телофаз.

Выводы:

1. Спонтанный митотический индекс составляет $23,67 \pm 0,33$ %, что значительно выше показателей по литературным данным и может быть связано с различиями во времени фиксации материала. Индексы фаз митоза в контрольном варианте показывают, что доля клеток на различных стадиях деления составила: профазы – $43,66 \pm 2,82$ %; метафазы – $28,17 \pm 1,41$ %; ана-телофазы –

$28,17 \pm 3,73$ %.

2. Воздействие пестицида «Протон» во всех изученных концентрациях достоверно снижает митотический индекс в меристеме *Allium cepa*, следовательно, пестицид обладает генотоксической активностью.

3. Наибольший уровень снижения пролиферативной активности меристемы (в 3,1 раза) зарегистрирован при концентрации пестицида 0,5 мг/мл. При концентрации до 1 мг/мл и 0,24 мг/мл доля делящихся клеток также снижается, но менее значительно до $7,67 \pm 1,20$ % и $9,33 \pm 1,33$ %, соответственно.

4. Индексы фаз митоза изменяются при воздействии пестицида на меристему во всех изученных концентрациях, происходит задержка прохождения клетками ана-телофазы, что может быть связано с негативным влиянием на процессы сборки веретена деления, недостаточным количеством энергии для прохождения данного процесса, повреждением кинетохоров хромосом и др.

Список использованной литературы

1. Прохорова И.М., Ковалёва М.И., Фомичёва А.Н.

Генетическая токсикология: лабораторный практикум. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 2005. С. 8-53.

2. Песня Д.С., Романовский А.В., Прохорова И.М. Исследование токсического и генотоксических эффектов синтетических пищевых красителей методом Allium test // Ярославский педагогический вестник. –

Т. III. 2012. № 3. С. 86-93.

3. Саратовских Е. А., Глазер В. М. Костромина Н. Ю., Котелевцев С.В. Генотоксичность пестицидов в тесте Эймса и их способность к образованию комплексов с ДНК // Экологическая генетика. – Т.5. 2007. С. 46-54.

КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «УРОЧИЩЕ ГОРОДСКАЯ ДАЧА»

АРТЕМЬЕВА КАРИНА

МБОУ Белосельская СШ, 11 класс, Ярославская область

Научные руководители: Чернов Александр Николаевич, Чернова Инна Фёдоровна, учителя школы

В настоящее время в Ярославской области расположено 262 особо охраняемых природных территории (ООПТ) из 7 категорий охраны, из них два объекта имеют федеральное значение – Дарвинский заповедник и Переславский природно-исторический национальный парк «Плещеево озеро», остальные – регионального значения. На долю ООПТ приходится 423 тыс. га, что составляет 12% площади Ярославской области [18]. Среди ООПТ к категории памятников природы относятся 70 объектов. Среди них особое значение имеют ландшафтные объекты, предназначенные для сохранения в естественной обстановке типичных растительных сообществ и культурных насаждений.

Цель исследования: комплексное изучение флоры и растительности ООПТ регионального значения памятника природы «Урочище Городская дача».

Задачи исследования:

- 1) дать физико-географическую характеристику объекта исследования;
- 2) выявить состав лесной флоры и провести ее таксономический анализ;
- 3) исследовать широтно-географическую структуру лесной флоры;
- 4) выполнить геоботаническое описание растительности;
- 5) исследовать фитоценотическую структуру растительного покрова;
- 6) провести анализ экологической структуры растительности;
- 7) дать оценку природоохранного и хозяйственного значения объекта исследования.

Материалы и методы исследования

Объектом данного исследования является ООПТ памятник природы «Урочище Городская дача», расположенный в Пригородном поселении Пошехонского района Ярославской области. Материалом настоящей работы служат полевые сборы и наблюдения, выполненные в летние периоды 2017-2018 годов.

Геоботанические исследования ООПТ проводились по общепринятым стандартным методикам [1, 2, 10, 11, 19]. При изучении лесной флоры и растительности использовались маршрутный метод для выявления видового

состава и метод пробных площадок для оценки проективного покрытия. Попутно осуществлялся сбор всех встреченных видов растений, и проводилось геоботаническое описание фитоценозов на стандартных бланках [9, 12]. Проективное покрытие и обилие видов определялось по шкале Браун-Бланке [3]. Для этого в центре и по периметру в каждом характерном фитоценозе закладывалось по 5 пробных площадок размерами 20 м × 20 м (400 м²) в форме квадрата, на которых последовательно изучались древесный, травяно-кустарничковый и моховой ярусы растительности. Полученные результаты суммировались, и на их основе проводился расчет среднего значения проективного покрытия, и выявлялись виды-доминанты [7, 8, 21]. При анализе растительности фитоценозов использовалась эколого-фитоценотическая классификация, разработанная В.Н.Сукачевым и его последователями [17, 22].

Камеральная обработка материалов включала гербаризацию и определение видов растений с помощью лабораторных методик и различных определителей [4-6, 13-16].

Результаты и их обсуждение

Памятник природы «Урочище Городская дача» создан в 1993 году и расположен в границах 73-77 кварталов Согожского участкового лесничества ГКУ ЯО «Пошехонское лесничество». Площадь объекта 606,1 га. Имеет статус ландшафтного природного резервата. Памятник природы расположен в 2 км от города Пошехонье в южном и юго-восточном направлении. Объект с севера на юг пересекает шоссе, дорога Пошехонье-Данилов шириной 4 м и протяженностью по территории ООПТ 4,6 км, а также по южным и западным участкам проходит высоковольтная ЛЭП шириной от 100 до 160 м и общей протяженностью 2,3 км. В лесном массиве проложены квартальные просеки шириной 2 м и общей протяженностью 6,4 км. Населенных пунктов в пределах ООПТ нет. Памятник природы «Урочище Городская дача» является лесопарковой зоной и представляет собою лесной массив высокобонитетных старовозрастных сосновых насаждений, являющийся местом гнездования редких и охраняемых видов птиц. Лесопосадки на охраняемой территории проводились в конце

30-х годов XX века.

По местоположению ООПТ относится к подзоне южных хвойных лесов лесной зоны. На основе флористического районирования территории Ярославской области Пошехонский район и, соответственно изучаемый объект, принадлежит к Северному ботанико-географическому району [20]. По ландшафтной типологической классификации относится к южнотаежному восточноевропейскому равнинному типу.

При изучении флоры исследуемого объекта выявлено 162 вида растений из 5 отделов и 7 классов, относящихся к 52 семействам и 99 родам. Таксономическая структура лесной флоры памятника природы представлена в сводной таблице 1.

Из таблицы видно, что наибольшим числом видов представлены цветковые растения, включающие 129 видов (79,6%) из 35 семейств. Значительным разнообразием характеризуются мхи, включающие 24 вида (14,8%) из 12 семейств. Папоротники представлены 6 видами (3,7%) из 3 семейств, голосеменные растения включают всего 2 вида (1,2%), относящихся к одному семейству, хвощи представлены 1 видом (0,6%).

Из данных можно сделать заключение, что преобладающими в лесной флоре изучаемого объекта являются виды 6 семейств, на долю которых приходится более

трети видового состава (58 видов или 38,5%). Самое высокое разнообразие имеют семейства *Осоковые* и *Розоцветные*, включающие по 13 видов (8,0%). Далее следуют семейства *Злаковые* (10 видов или 6,2%), *Гвоздичные* (9 видов или 5,6%), *Норичниковые* (7 видов или 4,3%) и *Бобовые* (6 видов или 3,7%). Остальные 46 семейств включают от 1 до 5 видов. В сумме на их долю приходится 104 вида (64,2%). Соотношение родов, в целом, повторяет данные видового разнообразия семейств. Наибольшим числом видов представлены рода *Осока* (10 видов) из семейства *Осоковые*, *Звездчатка* (6 видов) из семейства *Гвоздичные* и *Сфагнум* (5 видов) из семейства *Сфагновые*. Далее следуют рода *Вероника* (*Норичниковые*), *Ива* (*Ивовые*), *Клевер* (*Бобовые*), *Люттик* (*Лютиковые*) и *Подмаренник* (*Мареновые*), представленные по 4 вида каждый. Остальные 96 родов представлены 1-3 видами. Таким образом, полученные данные свидетельствуют о достаточно высоком таксономическом разнообразии лесной флоры ООПТ «Урочище Городская дача».

Флора изучаемого объекта представлена пятью зонально-географическими (широтными) элементами. Распределение видов по приуроченности к определенным природно-географическим зонам приведено в таблице 2.

Таблица 1. Таксономическое распределение лесной флоры

№ n/n	Отдел	Класс	Кол-во семейств	Кол-во родов	Кол-во видов
1.	Моховидные	Печеночники	1	1	1
		Мхи	11	15	23
2.	Хвощевидные	Хвощевые	1	1	1
3.	Папоротниковидные	Папоротниковые	3	4	6
4.	Голосеменные				
5.	Покрывосеменные	Однодольные	5	17	31
		Двудольные	30	59	98
Всего	5	7	52	99	162

Таблица 2. Зонально-географическая структура лесной флоры

№ n/n	Показатель	Географический элемент				
		гипоарктический	бореальный	геми-бореальный	неморальный	плюризональный
1.	Кол-во видов	5	72	51	11	23
2.	От общ. числа, %	3,1	44,4	31,5	6,8	14,2

Таблица 3. Сводные характеристики древесного яруса

№ n/n	Ярус	Кол-во видов	Кол-во, шт./га	Средний диаметр стволов, см	Средняя высота, м	Средний возраст, годы	Формула древостоя
1.	Древостой	7	31,3	33,5	25,6	75	5С4Е+Б+Ос+ед.Олс+ед.Ивб
2.	Подрост	4	3500	1,7	2,5	15	9Е1Б+Ос+ед.С
3.	Подлесок	11	75	4,7	5,1	35	8Р2Кр+Мл+Ир+Ивп+ед.Ивк+ед.См+ед.Ка+ед.Д+ед.Ж

Из данных таблицы видно, что для географической структуры изучаемой флоры характерно отчетливое преобладание видов бореального элемента, характерного для таежной зоны хвойных лесов. Далее располагаются гемибореальные виды, связанные с хвойно-

широколиственными лесами. Гипоарктический ареал, охватывающий зоны тундры и лесотундры, характерен для 5 (3,1%) видов. Неморальный элемент, объединяющий виды зоны широколиственных лесов, представлен 11 (6,8%) видами. К плюризональному элементу, харак-

теризующему виды, не связанные с зональными местобитаниями, относятся 23 (14,2%) вида. Арктические и степные географические элементы во флоре изучаемого лесного массива не представлены.

Геоботанический анализ флоры изучаемого объекта проводился на 12 пробных площадках в каждой выявленной ассоциации по ярусам. Далее для каждого яруса данные обобщались. Для древесного яруса на каждой пробной площадке определялся видовой состав, количество и высота растений, диаметр стволов и средний возраст. Для описания древостоя памятника природы использовались данные таксации Согожского лесничества. Сводные характеристики древесного яруса приведены в таблице 3.

Из данных таблицы видно, что в изучаемом лесном массиве *древостой* простой смешанный и представлен хвойными породами: сосной обыкновенной (*Pinus silvestris*) и елью европейской (*Picea abies*) с небольшим преобладанием первой. На отдельных участках леса, как незначительная примесь, присутствуют берёза пушистая (*Betula alba*), береза повислая (*Betula pendula*) и осина (*Populus tremula*). Единично в древостое встречаются ольха серая (*Alnus incana*) и ветла (*Salix alba*). Количество стволов в древостое составляет 31,3 шт./га. Средний диаметр стволов – 33,5 см. Средняя высота древостоя – 25,6 м. По данным лесохозяйственной таксации древостой относится к I классу бонитета. Породный состав древостоя свидетельствует об увеличении в древесном ярусе присутствия ели по сравнению с первоначальным его сосновым составом.

Подрост, местами довольно густой, в основном, представлен елью европейской (*Picea abies*) с незначительной примесью на разреженных участках берёзы пушистой (*Betula alba*) и осины (*Populus tremula*) и единичным присутствием в сфагновых ассоциациях сосны обыкновенной (*Pinus silvestris*). Состав подроста свидетельствует о постепенном, но неуклонном замещении в древостое сосны елью с течением времени.

Подлесок, большей частью разреженный, представлен 11 видами, среди которых преобладает рябина обыкновенная (*Sorbus aucuparia*) с крушиной ломкой (*Frangula alnus*). В качестве примеси встречаются ива пепельная (*Salix cinerea*), ирга овалнолистная (*Amelanchier ovalis*) и малина обыкновенная (*Rubus idaeus*). Калина обыкновенная (*Viburnum opulus*), жимолость лесная (*Lonicera xylosteum*), ива козья (*Salix caprea*) и смородина колосистая (*Ribes spicatum*) присутствуют единично. Дуб черешчатый (*Quercus robur*), встречающийся в лесном массиве единично, не превышает высоту полуметра и также может быть отнесен к подлеску.

Для геоботанического анализа травяно-кустарничкового яруса на каждой пробной площадке определялся видовой состав, общее проективное покрытие и обилие каждого вида по Браун-Бланке. В ходе исследования в данном ярусе выявлено 120 видов растений. Травяно-кустарничковый ярус развит неравномерно. В сфагновых ассоциациях имеет общее проективное покрытие 15-20%, в зеленомошных – 25-30%. Наибольшего развития и разнообразия травяно-кустарничковый ярус достигает в травяных ассоциациях – 45-55%, лишенных мохового покрова. Самым распространенным видом травяно-кустарничкового яруса

является кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), зачастую образующая сплошной покров и присутствующая практически во всех ассоциациях, верный спутник хвойных еловых лесов. Вместе с кислицей широко распространены майник двулистный (*Maianthemum bifolium*), седмичник европейский (*Trientalis europaea*), ожика волосистая (*Luzula pilosa*) и фиалка болотная (*Viola palustris*), часто образующие небольшие микрогруппировки (синузии) внутри ассоциаций. Папоротники, включающие 6 видов, из которых 4 вида являются доминантами, образуют в лесном массиве значительные заросли и также играют значительную роль в травяно-кустарничковом ярусе.

Для геоботанического анализа мохового покрова на каждой пробной площадке определялся видовой состав, общее проективное покрытие и обилие каждого вида по Браун-Бланке. В ходе исследования в данном ярусе выявлено 24 вида, относящихся к напочвенным мхам. Общее проективное покрытие мохового покрова в зеленомошных и сфагновых ассоциациях достигает 90-100%. Доминантами мохово-лишайникового яруса являются как зеленые, так и сфагновые мхи. В зеленомошных ассоциациях преобладают плеврозий Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикран многоножковый (*Dicranum polysetum*) и гилокомий блестящий (*Hylocomium splendens*). В сфагновых ассоциациях самыми распространенными являются сфагнумы узколиственный (*Sphagnum angustifolium*) и Гиргензона (*Sphagnum girgensohnii*). Следует отметить, что сфагновые мхи предпочитают более увлажненные участки лесного массива.

При анализе растительности ООПТ «Урочище Городская дача» использовалась эколого-фитоценотическая классификация, основанная на принципах доминирования по жизненным формам основных видов-эдификаторов и доминантов фитоценозов. В ходе проведения исследований на изучаемой территории выявлено двенадцать ассоциаций, объединенных в четыре группы, относящихся к елово-сосновой и сосновой формациям древесного типа растительности. Подробная фитоценотическая структура лесного массива представлена в таблице 4.

В исследуемом лесном массиве эдификаторами являются древесные породы ель европейская (*Picea abies*) и сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris*). Огромную роль в создании определенных условий обитания играет живой напочвенный покров, представленный зелеными и сфагновыми мхами, а также травяно-кустарничковой растительностью. Определяющими в выделении ассоциаций служат доминантные виды растений. К последним относятся кислица обыкновенная (*Oxalis acetosella*), черника (*Vaccinium myrtillus*), папоротники – кочедыжник женский (*Athyrium filix-femina*), фегоптерис связывающий (*Phegopteris connectilis*) и щитовники мужской (*Dryopteris filix-mas*) и распростертый (*D. euphratica*).

При выделении групп ассоциаций определяющими являются доминантные мхи. К ним принадлежат зеленые мхи – плеврозий Шребера (*Pleurozium schreberi*), дикран многоножковый (*Dicranum polysetum*) и гилокомий блестящий (*Hylocomium splendens*), сфагновые мхи – сфагнум узколиственный (*Sphagnum angustifolium*) и Гиргензона (*S. girgensohnii*). При отсутствии явно до-

минирующих видов и высоком разнообразии травянистых растений ассоциации относились к разнотравной группе. При низком развитии травяно-кустарничкового яруса, что имеет место на сильно увлажненных участках лесного массива, ассоциация считалась моховой. Следует отметить, что в древесном ярусе в таких ассоциациях полностью отсутствует ель, а сосна приближа-

ется к болотной форме улигиноза (*formis uliginosa*).

Видовое разнообразие лесного массива оценивалось по общему количеству видов, обнаруженных при анализе растительности в выявленных ассоциациях. Обобщенные данные видового состава лесной растительности представлены в таблице 5.

Таблица 4. Фитоценотическая структура лесной растительности

<i>Тип растительности</i>	<i>Формация</i>	<i>Группа ассоциаций</i>	<i>Ассоциация</i>
Древесный Lignosa	Елово-сосновая Piceeto-Pineta	Зеленомошная Piceetum-Pinetum hylocomiosum	1. Разнотравная Piceetum-Pinetum herboso- hylocomiosum 2. Черничная Piceetum-Pinetum myrtilloso- hylocomiosum 3. Кисличная Piceetum-Pinetum oxalioso- hylocomiosum 4. Папоротниковая Piceetum-Pinetum polypodioso- hylocomiosum
		Сфагновая Piceetum-Pinetum sphagnosum	5. Разнотравная Piceetum-Pinetum herboso-sphagnosum 6. Черничная Piceetum-Pinetum myrtilloso-sphagnosum 7. Папоротниковая Piceetum-Pinetum polypodioso- sphagnosum
		Травяная Piceetum-Pinetum herbosum	8. Разнотравная Piceetum-Pinetum herboso-herbosum 9. Черничная Piceetum-Pinetum myrtilloso-herbosum 10. Кисличная Piceetum-Pinetum oxalioso-herbosum 11. Папоротниковая Piceetum-Pinetum polypodioso-herbosum
	Сосновая Pineta	Сфагновая Pinetum sphagnosum	12. Моховая Pinetum muscoso-sphagnosum

Таблица 5. Фитоценотическая структура лесной растительности

<i>№</i>	<i>Название ассоциации</i>	<i>Кол-во видов</i>	<i>От общего числа видов, в %</i>
1.	Зеленомошно-разнотравная	69	42,6
2.	Зеленомошно-черничная	55	34,0
3.	Зеленомошно-кисличная	55	34,0
4.	Зеленомошно-папоротниковая	39	24,1
5.	Сфагново-разнотравная	53	32,7
6.	Сфагново-черничная	49	30,2
7.	Сфагново-папоротниковая	29	17,9
8.	Сфагново-моховая	45	27,8
9.	Травяно-разнотравная	123	75,9
10.	Травяно-черничная	41	25,3
11.	Травяно-кисличная	65	40,1
12.	Травяно-папоротниковая	47	29,0

Из таблицы видно, что самыми разнообразными по видовому составу являются травяно-разнотравные ассоциации (123 вида или 75,9%). Объясняется это тем, что данные ассоциации расположены в основном на окраинах лесного массива, а также на участках с разре-

женным древостоем, что создает благоприятные условия для развития травянистых растений. Наименее малочисленны по составу видов папоротниковые ассоциации, так как мощные заросли папоротников создают дополнительную тень и препятствуют развитию травя-

ной растительности. В сфагновых ассоциациях этому также способствуют сплошной моховой покров и повышенная влажность почв.

Исследование состава лесной растительности позволяет оценить условия местообитаний и провести экологическую оценку разнообразия видов растений. В данной работе оценивались следующие экологические показатели: приуроченность видов к определенным местообитаниям, отношение видов к условиям увлажнения, освещения и плодородию почв.

В составе изученной растительности ООПТ «Урочище Городская дача» выявлено 10 ценофитов, приуроченных к определенным местообитаниям: лесные, лугово-лесные, болотно-лесные, луговые, лесо-луговые, болотно-луговые, болотные, лесо-болотные, лугово-болотные и сорные. В составе изученной растительности лесного массива более половины являются видами лесных местообитаний (93 или 57,4%). На долю луговых ценофитов приходится 31 вид (19,1%). К болотной группе принадлежит 36 видов (22,2%). К группе сорных растений относится всего 2 вида (1,2%), появление которых является результатом антропогенного воздействия. Высокое разнообразие спектра свидетельствует, во-первых, о вторичном происхождении лесного массива в процессе лесонасаждений, во-вторых, наличие болотных растений связано с пониженными участками рельефа и выходом на поверхность грунтовых вод (в лесном массиве расположен исток реки Пертомки).

По условиям освещенности в составе изученной растительности лесного массива все виды подразделялись на 3 группы: светолюбивые, теневыносливые и тенелюбивые. В лесном массиве преобладают теневыносливые виды растений (80 или 49,4%), составляющие почти половину видового состава. На долю светолюбивых приходится 50 видов (30,9%). Группа тенелюбивых растений включает 32 вида (19,8%). Полученные результаты характерны для зоны хвойных лесов южной тайги. По отношению к условиям увлажнения в лесном массиве представлены 4 экологические группы. Почти половина видов (75 или 46,3%) лесной флоры является мезофитами, предпочитающими умеренно влажные местообитания. Далее следуют мезогигрофиты (53 или 32,7%), виды временно избыточных местообитаний, и гигрофиты (26 или 16,0%), виды длительно избыточно влажных местообитаний. Незначительную часть составляют ксеромезофиты (8 или 4,9%), виды предпочтительно сухих местообитаний. Таким образом, подавляющая часть лесной растительности представлена видами влажных местообитаний, в чем проявляется средообразующая и водорегуляторная роль лесов.

По отношению к плодородию почвы в лесном массиве представлено 5 экологических групп. В лесном массиве преобладают виды, обитающие на почвах со средним содержанием минеральных веществ и относящиеся к мезотрофной группе (99 или 61,1%). Промежуточные группы олигомезотрофы и мезоэвтрофы включают 18 (11,1%) и 31 (19,1%) видов соответственно. К олиготрофам и эвтрофам относится всего по 7 (4,3%) видов. Данный состав лесной растительности по отношению к условиям минерального питания подтверждает мезотрофные условия местообитаний хвойных лесов, характерные для зоны южной тайги.

Выводы

1. В ходе исследования таксономической структуры ООПТ памятника природы «Урочище Городская дача» выявлено 162 вида растений, относящихся к 99 родам и 52 семействам из 5 отделов и 7 классов, из которых 24 вида – мхи, остальные – сосудистые растения.

2. Для изучаемой лесной флоры характерно отчетливое преобладание бореальных видов, составляющих более двух третей общего количества видов растений.

3. При оценке обилия и встречаемости видов выявлено 15 доминантных видов, из которых 6 видов относятся к цветковым растениям, 4 вида – к папоротникам и 5 видов являются мхами.

4. В ходе проведения исследований на изучаемой территории выделено 12 ассоциаций, относящихся к елово-сосновой и сосновой формациям древесного типа растительности.

5. Анализ экологической структуры лесного массива выявил преобладание в составе растительности лесных теневыносливых видов, предпочитающих умеренные влажность и плодородие почвы.

Список использованной литературы

1. Боголюбов А.С., Лазарева Н.С. Картографирование лесных фитоценозов. М.: Экосистема, 2001.
2. Борисова М.А., Богачев В.В. Геоботаника. Ярославль: Изд-во ЯрГУ, 2009. 160с.
3. Булохов А.Д. Экологическая оценка среды методами фитоиндикации. Брянск: Издательство БГПУ, 1996. 104 с.
4. Воронов А.Г. Геоботаника. М.: Высшая школа, 1973. 384с.
5. Игнатов М.С., Игнатова Е.А. Флора мхов средней части Европейской России. Т. 1-2. М.: КМК, 2004. 944с.
6. Ипатов В.С. Фитоценология. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1999. 316с.
7. Каплан Б.М. Изучение лесной растительности. М.: Лесная страна, 2009. 136с.
8. Каплан Б.М. Научно-методические основы учебного исследования флоры. Часть 1: Теория, проблемы и методы флористики. М.: Лесная страна, 2010. 179с.
9. Каплан Б.М. Научно-методические основы учебного исследования флоры. Часть 2: Руководство учебными флористическими исследованиями. М.: Грифон, 2016. 136с.
10. Карпов В.Г. Экспериментальная фитоценология темнохвойной тайги. Л.: Наука, 1969. – 336 с.
11. Красная книга Ярославской области. Ярославль: Изд-во Александра Рутмана, 2004. 384с.
12. Методы изучения лесных сообществ. СПб.: НИИХимии СПбГУ, 2002. 240с.
13. Неронов В.В. Полевая практика по геоботанике в средней полосе Европейской России. М.: Изд-во Центра охраны дикой природы, 2002. 139с.
14. Определитель растений Ярославской области / Под редакцией В.К. Богачёва. Ярославское книжное издательство, 1961. 500с.
15. Основы лесной биогеоценологии / Под ред. В.Н. Сукачева. М.: Наука, 1964. – 574с.
16. Особо охраняемые природные территории Ярославской области. Ярославль, 1993. 130с.
17. Природа Ярославской области и ее охрана. Ярославль, 1990. 174с.
18. Работнов Т.А. Фитоценология. М.: Изд-во МГУ,

1983. 292с.

19. Раменский А.Г. Проблемы и методы изучения растительного покрова. Л.: Наука, 1971. 334с.

20. Растительность европейской части СССР / Под ред. С.А. Грибановой. Л.: Наука, 1980. 429с.

21. Савич-Любичка Л.И., Смирнова З.Н. Определи-

тель сфагновых мхов СССР. Л.: Наука, 1968. 112с.

22. Скворцов В.Э. Иллюстрированное руководство для ботанических практик и экскурсий в Средней России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 506с.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА ПРИКАМБИАЛЬНОГО СЛОЯ СТВОЛА

БЕЛЯКОВ ДМИТРИЙ

МБОУ Некрасовская СОШ, 11 класс, Ярославская область

Научный руководитель – Аминова Наталья Борисовна, учитель школы

Одной из проблем экологического мониторинга лесов, подверженных антропогенному воздействию, является объективная оценка состояния древостоев. Электрофизиологические методы позволяют изучать растение на уровне целого организма [1].

Цель исследования: изучение возможностей оперативного экологического мониторинга сосновых лесов, выполняемого с помощью измерения физиологических характеристик древостоев на примере импеданса и применение этого метода на практике.

Задачи исследования:

- 1) выбрать площадки с разной степенью антропогенной нагрузки;
- 2) провести измерения комплексного электрического сопротивления прикамбиального комплекса тканей деревьев;
- 3) провести сравнительную оценку физиологического состояния деревьев;
- 4) определить, совпадает ли визуальная оценка с показателями, полученными в ходе измерения импеданса прикамбиального слоя.

Материалы и методы исследования

Для исследования выбирались сосны различных категорий жизнеспособности, внешне здоровые деревья и ослабленные в результате воздействия неблагоприятных факторов среды (избыточное увлажнение, чрезмерная рекреация, техногенное воздействие и др.). Все деревья незначительно отличались по диаметру стволов, то есть были одного возраста: 5-10 лет. Для оценки величины импеданса растительных тканей использовался омметр переменного тока с батарейным питанием с диапазоном измерения до 600 кОм и рабочей частотой 1-5кГц.

Результаты и их обсуждение

Исследования проводились в сентябре 2017 г. Площадки для проведения исследования: 1) парк Николо-Бабаевского монастыря, находится на северной окраине п.Некрасовское, вдали от наиболее эксплуатируемых дорог; 2) берег р.Солоница на восточной окраине посёлка, на этой территории проводятся строительные работы и 3) лес, расположенный к югу от посёлка рядом с

автотрассой Некрасовское – Ярославль.

Для измерений выбирались участки размером 50м×50м, на каждом участке выбиралось по 6 сосен, имеющих примерный возраст 5-10 лет и растущих на разных участках площадки. Измерения проводились на высоте 1,3 м. Измерительный процесс начинался с введения электродов в прикамбиальный комплекс тканей деревьев. В точках замера импеданса при помощи пробочного сверла диаметром 8 мм, обеспечивался доступ к прикамбиальным тканям ствола, производя при этом минимальные по размерам повреждения ствола дерева. Если в исследование включены деревья, стволы которых покрыты пробкой, эту пробку в точках измерения импеданса прикамбиальных тканей ствола удаляли с помощью пробочного сверла, обеспечив тем самым доступ электродов датчика к лубу и другим тканям ствола. В подготовленные таким образом места вдавливали электроды датчика на полную глубину. В каждой точке замера импеданса ПКТ производили регистрацию этого показателя в 3-4-кратной повторяемости, не извлекая датчик из ствола дерева. Периодически осуществляли проверку положения нуля по шкале измерительного прибора. После измерения отверстия в стволе дерева замазывались варом [2].

Согласно полученным результатам, наиболее благоприятные условия для роста деревьев на территории посёлка находятся в районе Николо-Бабаевского монастыря, т. к. на этом участке показатель импеданса прикамбиального слоя наиболее низкий – средний показатель 40 Ом (табл.1).

Наименее благоприятные условия на участке леса на берегу р.Солоница. На 3 площадке (в лесу) показатель импеданса очень высокий, что свидетельствует о том, что деревья ослаблены, этот участок леса постоянно подвергается антропогенной нагрузке: в этом месте проходит автотрасса. На берегу р.Солоница идет строительство новой улицы, а на территории Николо-Бабаевского монастыря нет существенной антропогенной нагрузки, так как места отдыха расположены в рядом находящемся березняке, на берегу р.Солоница.

Наши наблюдения показали, что визуальная оценка состояния дерева не всегда совпадает с показателем прибора, из этого следует, что состояние дерева визуальным путём определить сложно.

Таблица 1. Средний показатель импеданса

№ п/п	№ площадки	Местонахождение	Средний показатель импеданса, Ом
1.	1	парк Николо-Бабаевского монастыря	40
2.	2	берег р. Солоница	76
3.	3	лес	133

Выводы

1. Наиболее хорошие показатели импеданса прикамбиального слоя сосны были зафиксированы в парке Николо-Бабаевского монастыря, а значительно хуже – на берегу р.Солоница и в лесу на южной ок-

раине посёлка.

2. Измерения, проведённые прибором, отличаются от результатов визуального наблюдения.

3. Изменение импеданса прикамбиального слоя сосны, по-видимому, связано с усилением антропогенной нагрузки.

Список использованной литературы

1. Голиков Д.Ю., Шавнин С.А., Овчинников И.С. Оценка состояния сосновых древостоев с помощью измерения электрического импеданса ствола // Электронный архив УГЛТУ. С. 264-272.

2. Исследовательская деятельность школьных лесничеств // Под ред. А.И.Шургина. Йошкар-Ола: Марийский государственный технический университет, 2008.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРУДОВ ЯРОСЛАВСКОГО ЗООПАРКА

БЕРЕЗНИКОВ РОМАН

ГОАУ ДО ЯО «Центр детей и юношества», г.Ярославль

Научный руководитель – Скибина Любовь Витальевна, педагог дополнительного образования Центра

Проблема качества воды прудов для Ярославского зоопарка очень актуальна, от качества воды зависит состояние здоровья водоплавающих птиц и нерпы. В связи с этим было решено провести исследование качества воды прудов Ярославского зоопарка и установить, насколько сотрудникам зоопарка удастся создавать комфортные условия для жизни животных.

Цель исследования: дать оценку качества воды трех прудов Ярославского зоопарка.

Задачи исследования:

- 1) провести описание прудов, расположенных на территории Ярославского зоопарка;
- 2) провести отбор проб воды;
- 3) провести исследование воды по органолептическим и физико-химическим показателям
- 4) дать оценку качества воды и возможности проживания водных животных и водоплавающих птиц.

Материалы и методы исследования

На территории Ярославского зоопарка располагается 3 водоема искусственного происхождения. Водоемы непроточные, уровень воды в них поддерживается за счет подкачки ее с помощью насоса. Глубина водоемов колеблется от 2,5 до 6 метров. Ихтиофауна всех водоемов одинакова и представлена следующими обитателями: караси, белые амуры, окуни, карпы зеркальные и карпы обыкновенные. Птицы из коллекции зоопарка обитают на двух водоемах.

В водоеме №1 круглогодично обитают: кряквы (28 гол.), гуменники (5 гол.), белолобые гуси (2 гол.), американские каюги (4 гол.), белый гусь (1 гол.), утки ин-

дийские бегунки (3 гол.). В летний период к данному поголовью прибавляются черные лебеди (2 гол.), гуси домашние линдовские (7 гол.), пекинские утки (7 гол.), мускусные утки (3 гол.). В водоеме №2 круглогодично обитают кряквы (24 гол.), лебеди-шипуны (3 гол.), лебеди-кликуны (5 гол.), лебедь-трубач (1 гол.), белошекие казарки (5 гол.), горные гуси (3 гол.), серый гусь (1 голова), огари обыкновенные (6 гол.), утки индийские бегунки (3 гол.). В летний период на огороженных участках водоема обитают кудрявые пеликаны (2 гол.), розовые фламинго (11 гол.). В водоеме №3 обитает одна нерпа. В течение года на все водоемы зоопарка прилетают дикие птицы, учет которых не ведется.

Для проведения исследования использовали следующее оборудование: пробоотборник (пробоотборная система ПЭ-1220), бутылки (1,5 л) для отбора проб, колориметр фотоэлектрический КФК-2, кондуктометр ОК 102/1, пламенный фотометр FLAPHO 4, рН-метр. Материалом для исследования были пробы воды, отобранные с июня по октябрь 2018 г.

Качество воды исследовалось по следующим органолептическим и физическим показателям: запах, цветность, мутность, рН, температура и электропроводность [1-3]. Физико-химические показатели исследования воды: общая минерализация, жесткость, общее железо, содержание кислорода, аммиак, нитриты, сульфаты, перманганатная окисляемость, взвешенный вещества, химическое потребление кислорода. Результаты определения качества воды по каждому показателю сравнивались с предельно-допустимыми значениями показа-

теля для поверхностных вод.

Исследование воды проводилось на базе ФГБОУ ВПО «Ярославский государственный технический университет».

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования проб воды водоемов зоопарка по физико-химическим показателям представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, превышение значений ПДК наблюдается только по содержанию аммиака и общего железа. Содержание в воде прудов кислорода является важным показателем качества воды. В процессе исследования установлены колебания содержания кислорода в водоемах зоопарка в течение изучаемого периода, превышений ПДК по содержанию кислорода не обнаружено. Максимальное содержание кислорода выявлено в августе в водоеме №3, в котором обитает нерпа.

Перманганатная окисляемость – *показатель естественного и антропогенного загрязнения воды органическими и минеральными веществами. Значения этого показателя* во всех водоемах не превышала предельно допустимых концентраций. Наиболее высоких значений перманганатная окисляемость отмечена в водоеме № 1, где ее значения в октябре были близки к значениям ПДК. Самые низкие значения перманганатной окисляемости наблюдались в водоеме № 3. Если перманганатная окисляемость характеризует содержание легкоокисляемой органики, то бихроматная окисляемость или ХПК определяет общее содержание органических веществ в воде. ХПК во всех исследуемых водоемах не превышало ПДК. Наблюдались колебания значений за исследуемый период. Периоды подъема и снижения значений ХПК наблюдались одновременно во всех водоемах. Так повышение значений ПДК наблюдалось в июле, а снижение – в августе. Затем наблюдался очередной подъем в сентябре, снижение – в октябре. Возможно, это связано с погодными условиями.

Содержание аммиака является важным показателем, характеризующим процессы, происходящие в воде прудов. Максимальное значение этого показателя наблюдалось в октябре в водоеме №1, в котором обитают водоплавающие птицы. Возможной причиной повышения содержания аммиака в этом водоеме стал их помет, который накопился в течение лета и начал разлагаться, выделяя аммиак. Аммиак, присутствующий в воде, может быть органического или неорганического происхождения. В случае органического происхождения аммиака, параллельно наблюдается повышение окисляемости. Поскольку в водоеме № 1 в октябре было отмечено повышение перманганатной окисляемости, можно говорить о том, что причиной повышения содержания аммиака в воде является помет водоплавающих птиц.

Содержание нитритов в воде характеризует процессы разложения органических веществ. В воде прудов содержание нитритов не превышало предельно допустимых концентраций. Значения колебались от 0,001 до 0,020 мг/дм³. Выявлены ярко выраженные сезонные колебания нитритов в водоеме №1, в августе содержание нитритов резко возросло, а в октябре снизилось до летних значений. Возможно, это связано с активностью микроорганизмов.

Содержание сульфатов в водоемах не превышало значений ПДК, незначительно колебалось в течение ис-

следуемого периода. Поскольку вблизи водоемов зоопарка отсутствуют источники, которые загрязняли бы их сточными водами, то наличие в воде прудов сульфатов можно объяснить только поступлением их из почвы и подстилающих пород.

В ходе исследования установлено, что содержание общего железа в воде водоемов зоопарка колебалось от 0,07 до 0,10 мг/дм³, т. е. в некоторых случаях было равно ПДК. Загрязнения воды соединениями железа, по видимому, связаны с естественным повышенным содержанием соединений железа в подстилающих породах, характерных для Ярославской области. Причиной колебания содержания общего железа в воде являются погодные условия: выпадение дождей и высокие температуры, влияющие на уровень воды в водоемах и приводящие к их разбавлению и, наоборот, повышению концентрации общего железа при испарении воды.

Результаты исследования проб воды водоемов зоопарка по органолептическим и физическим показателям представлены в табл. 2.

Как видно из данных табл. 2, превышение ПДК наблюдались по показателям мутности, цветности и запаху. Мутность исследуемых водоемов колебалась от 0,5 до 1,7 мг/дм³. Наблюдался единичный случай превышения ПДК в сентябре на водоеме №1. Причина этого, возможно связана с погодными условиями, деятельностью микроорганизмов. Цветность в воде водоемов №1 и №2 практически за весь период наблюдений была выше норматива и составляла до 2,5 ПДК. Ниже значений ПДК цветность была в водоеме №3. В августе наблюдался параллельный подъем цветности на всех водоемах. Если сопоставить данные по содержанию железа и цветности, то можно сказать, что одной из причин повышения цветности явилось увеличение содержания общего железа. Другая причина – развитие водорослей, в связи с благоприятными погодными условиями августа и сентября.

Запах воды водоемов в течение исследования значительно отличался как по характеру, так и по интенсивности. Превышения интенсивности запаха наблюдались в воде водоема № 1, начиная с июля по октябрь включительно. Объясняется это тем, что помет водоплавающих птиц начал разлагаться и привел к появлению интенсивного запаха у воды.

Расчет оптимальной численности птиц, которая может быть заселена на водоемах зоопарка, не вызывая ухудшения их состояния в соответствии с рекомендациями специалистов, представлен в табл. 3.

Из данных табл. 3 видно, что количество голов водоплавающих птиц превышает рекомендуемые нормы. Возможно, это и является причиной превышения некоторых показателей качества воды, особенно для воды водоема №1.

Выводы

1. В исследуемых водоемах выявлены превышения значений ПДК по содержанию аммиака и общего железа, а так же по мутности, цветности и запаху.

2. Наиболее загрязненным является водоем №1, наименее загрязненный – водоем №3.

3. Основными причинами загрязнения водоемов являются: жизнедеятельность водоплавающих птиц, особенности геологического строения территории и гидрометеорологические условия, антропогенное воздействие.

Таблица 1. Результаты исследования проб воды Ярославского зоопарка по физико-химическим показателям

проба	водоем	O ₂ , мг/л	жесткость	окисляемость перманганат., мг O ₂ /дм ³	NH ⁴⁺ , мг/дм ³	NO ²⁻ , мг /дм ³	SO ⁴⁻ , мг /дм ³	FeОБЩ, мг /дм ³	XПК, мг O ₂ /дм ³	K ⁺ +Na ⁺ +Ca ²⁺ , мг /дм ³
июнь	1	5,6	4,9	4,1	0,20	0,002	55	0,10	3	289,1
	2	6,3	5,8	5,2	0,10	0,002	54	0,09	5	306,4
	3	5,6	5,9	4,9	0,09	0,003	55	0,08	2	299,2
июль	1	5,6	4,5	5,6	0,30	0,005	53	0,08	14	303,1
	2	6,2	4,3	4,2	0,20	0,004	50	0,07	10	311,0
	3	5,5	4,2	4,8	0,09	0,003	53	0,07	7	304,0
август	1	6,9	4,5	5,7	0,3	0,02	54	0,1	13	299,7
	2	6,5	3,8	5,2	0,1	0,004	56	0,1	8	303,5
	3	7,0	3,8	4,3	0,08	0,001	49	0,1	5	302,9
сентябрь	1	6,7	4,4	4,7	0,60	0,002	51	0,10	16	317,3
	2	6,2	4,3	4,6	0,50	0,001	50	0,10	12	308,1
	3	6,9	4,6	4,4	0,09	0,002	52	0,09	6	289,9
октябрь	1	6,4	5,8	5,8	2,0	0,02	55	0,09	8	301,1
	2	6,3	4,9	4,8	0,6	0,002	51	0,08	12	301,1
	3	6,3	4,8	4,0	0,23	0,003	51	0,08	4	292,9
ПДК		не менее 4	7,0	7,0	1,93 (1,5 по азоту)	3,3 (1,0 по азоту)	500	0,1	30	-

Таблица 2. Результаты исследования проб воды прудов Ярославского зоопарка по органолептическим и физическим показателям

проба	водоем	температура, °С	запах, баллы	pH	мутность (каолин), мг/дм ³	цветность, град.	электропроводность, мкСм/см
июнь	1	24	2	7,5	1,2	40	360,1
	2	23	2	7,5	0,9	40	369,4
	3	23	1	8,0	0,5	10	330,2
июль	1	23	2	7,5	1,2	40	363,3
	2	24	2	8,0	0,9	40	316,7
	3	24	2	8,0	0,9	10	234,6
август	1	26	3	7,5	1,2	40	371,1
	2	26	2	7,5	1,2	40	385,0
	3	25	1	7,6	1,2	10	370,2
сентябрь	1	12	3	8,0	1,7	50	369,5
	2	12	2	8,0	1,3	50	378,9
	3	13	1	7,5	1,3	20	385,0
октябрь	1	13	3	8,0	1,2	28	463,0
	2	13	2	8,0	1,0	32	463,3
	3	12	1	8,0	0,9	32	450,7
ПДК		-	2	6,5-8,5	1,5	20	-

Таблица 3. Рекомендуемая численность птиц для водоемов зоопарка

водоем	Площадь, га	Кол-во обитающих птиц	Пересчет фактического кол-ва птиц на 1 га	Рекомендованное кол-во птиц на 1 га
1	0,322	62	193	100-150
2	0,685	64	93	100-150
3	0,600	-	-	100-150

Список использованной литературы

1. Алексеев С.В., Груздева Н.В., Муравьев А.Г., Гущина Э.В., Практикум по экологии. М.: АО МДС, 1996. 192 с.
2. Методы анализа и мониторинг окружающей сре-

ды. Части 1 и 2. / Сост. В.А.Красавин, Е.Л.Никитина, С.Д.Тимрот. Ярославль, ЯГТУ, 2007-2008.

3. Хорьякова Н.Л., Асеева З.Г., Анализ воды из природных источников // Химия в школе. 2001. № 7. С. 64-70.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ВОЛГИ

ЖУКОВА АНАСТАСИЯ

ГООУ ДО ЯО «Центр детей и юношества», г.Ярославль

Научный руководитель – Скибина Любовь Витальевна,
педагог дополнительного образования центра

В бассейне р.Волги живёт более 60 миллионов человек, что составляет больше трети населения страны. Волга – транспортная артерия, которая соединяет многие регионы, по ней перевозится более половины всех речных грузов и пассажиров, она источник воды и энергии для городов и посёлков, предприятий промышленности и сельского хозяйства. При этом в бассейне р.Волги сложилась самая напряжённая экологическая ситуация. Не стала исключением в этом отношении и Ярославская область. Среди проблем, требующих срочного решения, можно назвать следующие: неконтролируемый сброс отходов предприятий и частных канализаций, кислородные пруды, «зелёные масла», которые находятся в непосредственной близости от р.Волги и другие [1, 2].

Цель исследования: изучить состояния воды р.Волги на территориях муниципальных районов и городов Ярославской области, через которые она протекает.

Задачи исследования:

- 1) провести отбор проб воды р.Волги в границах протекания по территории Ярославской области.
- 2) провести исследование воды по органолептическим и физико-химическим показателям;
- 3) провести оценку качества воды р.Волги;

Материалы и методы исследования

При выполнении исследования были использованы методы наблюдения и эксперимента. Пробы воды отбирались в соответствии с требованиями к отбору проб поверхностных вод с помощью пробоотборника. Результаты определения качества воды по каждому показателю сравнивались с ПДК для поверхностных вод.

Результаты и их обсуждение

Отбор проб воды проводился в 2 периода с 14 точек. Количество отобранных проб – 42 по каждому периоду (см. таблицу.5). Результаты исследования проб воды р.Волги в августе 2017 г. и сентябре 2018 г. представлены в таблицах 1-4.

Таблица 1. Результаты исследования проб воды р.Волга по физико-химическим показателям (август 2017 г.)

Место отбора проб	Точки отбора	K ⁺ +Na ⁺ +Ca ²⁺ , мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	Сг общ, мг/дм ³	Нефте-продукты, мг/дм ³	Feобщ, мг/дм ³	ХПК, мгО ₂ /л	Жесткость, мг/экв/л	Взвешенные в-ва, мг/дм ³
г.Углич	1	218,8	0	0	0,026	0,090	61,3	5,25	74,0
	2	234,0	0	0	0,020	0,070	65,3	5,08	105,0
г.Мышкин	3	247,0	0	0,018	0	0,023	48,0	7,00	44,6
п.Брейтово	4	197,6	0	0	0,013	0,010	52,0	4,50	46,6
г.Пошехонье	5	195,0	0	0	0,020	0,010	53,3	4,73	86,2
г.Рыбинск	6	182,0	0	0,010	1,300	0,160	48,0	4,50	36,8
	7	182,0	0	0,010	1,260	0,140	49,0	3,80	72,0
г.Тутаев	8	182,0	0	0,010	0,010	0,170	40,0	5,80	70,0
	9	188,5	0	0,010	0,010	0,170	48,0	4,00	138,0
	10	185,5	0	0,018	0,010	0,150	40,0	3,80	45,5
г.Ярославль	11	187,4	0	0,010	0,016	0,090	36,0	3,00	70,3
	12	189,2	0	0,013	0,010	0,120	38,6	4,83	61,5
	13	186,2	0	0,020	0,013	0,120	46,6	3,70	140,5
п.Некрасовское	14	260,0	0	0,020	0,013	0,160	57,3	5,10	35,7
Норматив по НД не более		-	350	0,050	0,050	0,100	30	7	1000

Превышение содержания нефтепродуктов в пробах воды наблюдалось только в августе 2017 г. в 2-х точках в районе г. Рыбинска. Вероятнее всего, это связано с утечкой нефтепродуктов с одного из нефтеналивных судов, курсирующих по р.Волге. В сентябре 2018 г. в пробах воды по всем исследованным точкам отбора нефтепродуктов не выявлено, кроме точек отбора у г.Углича и г.Тутаева (район кислородных прудов). Но содержание нефтепродуктов в этих точках не превышало значений ПДК.

Содержание железа в пробах воды в сентябре 2018г. резко увеличилось на всех точках отбора по сравнению с августом 2017 г. По всей вероятности, это связано со сложившимися климатическими условиями этих месяцев. В августе 2017 г. в Ярославской области выпало большое количество осадков. Значительные объемы дождевой воды привели к разбавлению воды р.Волги и снижению концентрации железа. Август и сентябрь 2018 г. выдалась на удивление теплыми. Среднемесячная температура августа на 6-7 градусов, а сентября на

6-8 градусов выше средней многолетней. Испарение с поверхности было значительным. Дождей практически не было. Все это и привело к повышению содержания общего железа. Содержание общего железа в пробах воды р.Волги в сентябре близко к среднегодовым значениям – 6-8 ПДК, по данным ФГБУ центрального

УГМС, «Ярославский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды».

В сентябре 2018 г. по сравнению с августом 2017 г. произошло снижение значений химического потребления кислорода (ХПК) по всем точкам исследования.

Таблица 2. Результаты исследования проб воды р. Волга по физико-химическим показателям (сентябрь 2018 г.)

Место отбора проб	Точки отбора	$K^+ + Na^+ + Ca^{2+}$, мг/дм ³	Cl^- , мг/дм ³	Cr общ., мг/дм ³	Нефте-продукты, мг/дм ³	Feобщ, мг/дм ³	ХПК, мгО ₂ /л	Жесткость, мг/экв/л	Взвешенные в-ва, мг/дм ³
г.Углич	1	234,00	0	0	0	0,10	8	0,300	435
	2	240,00	0	0	0,01	1,40	4	0,325	500
г.Мышкин	3	188,50	0	0	0	0,20	7	2,600	442
п.Брейтово	4	206,10	0	0,06	0	3,80	8	2,500	495
г.Пошехонье	5	205,97	0	0	0	3,20	8	3,000	478
г.Рыбинск	6	178,50	0	0	0	1,45	8	2,500	538
	7	176,20	0	0	0	1,40	4	1,500	498
г.Тутаев	8	137,30	0	0	0	2,38	4	2,380	450
	9	120,12	0	0	0	0,40	4	1,640	515
	10	125,14	0	0	0,01	1,20	4	1,780	445
г.Ярославль	11	184,20	0	0	0	2,00	4	2,500	520
	12	175,50	0	0	0	1,35	4	3,000	485
	13	178,40	0	0	0	1,90	7	3,000	470
п.Некрасовское	14	148,80	0	0	0	2,75	4	2,500	460
Норматив по НД не более		-	350	0,05	0,05	0,10	30	7	1000

Таблица 3. Результаты исследования проб воды реки Волга по органолептическим и физическим показателям (август 2017 г.)

Место отбора проб	Точки отбора	T, °C	Запах, балл*	Цветность, град.	Мутность (каолин), мг/дм ³	pH	Электропроводность, мкСм/см
г.Углич	1	21	2	100,0	8,0	7,9	336,6
г.Углич	2	20	3	100,0	8,0	8,1	360,0
г.Мышкин	3	19	1	60,0	8,0	7,3	380,0
п.Брейтово	4	18	1	166,6	7,9	8,0	303,3
г.Пошехонье	5	18	3	183,3	9,6	8,0	300,0
г.Рыбинск	6	20	1	73,3	2,9	7,3	280,0
г.Рыбинск	7	20	1	70,0	2,5	7,1	280,0
г.Тутаев	8	21	1	40,0	2,9	7,6	290,0
г.Тутаев	9	21	1	50,0	4,2	7,7	285,0
г.Тутаев	10	21	2	40,0	2,9	7,7	285,0
г.Ярославль	11	21	2	70,0	2,5	8,0	151,5
г.Ярославль	12	21	1	80,0	4,0	7,9	162,7
г.Ярославль	13	21	3	50,0	2,0	8,0	155,2
п.Некрасовское	14	21	2	36,6	2,8	7,1	400,0
Норматив по НД (не более)		-	2	20	1,5	6,0 – 9,0	-

Примечание (*) – при 20°C/60°C.

Максимальное значение ХПК в августе 2017 г. составило 2,2 ПДК в районе г.Углича. Максимальное значение ХПК в сентябре 2018 г. составило 0,26 ПДК (г.Углич, п.Брейтово, г.Пошехонье, г.Рыбинск). Причиной этого вероятно стало то, что процесс развития микроорганизмов и водорослей в воде к осени завершился, количество органики в воде стало значительно меньше и ХПК, как показатель, характеризующий суммарное содержание в воде органических веществ, уменьшился.

В сентябре 2018 г. выявлено превышение содержа-

ние общего хрома до 1,2 ПДК в районе с.Брейтово. В августе 2017 г. превышение ПДК по данному показателю выявлено не было ни в одной точке отбора проб. По всем остальным физико-химическим показателям превышений ПДК не обнаружено.

Колебания цветности воды на разных точках в сентябре 2018 г. были менее значительными, чем в августе 2017 г. В августе 2017 г. наблюдались значительные колебания показателя цветности от 2 ПДК до 9,1 ПДК. Максимальные значения этого показателя были выяв-

лены в районе г. Пошехонье (9,1 ПДК) и в районе п. Брейтово (8,3 ПДК). В сентябре 2018 г. значения показателя цветности колебались от 2 ПДК до 5,5 ПДК. Максимальные значения цветности наблюдались в районе г.Пошехонье (5,5 ПДК) и выше г.Тутаева (5,1 ПДК). Анализируя динамику цветности по каждой точке, можно сказать, что в сентябре 2018 г. по течению

р.Волги от г.Углича до г.Рыбинска наблюдалось снижение цветности воды в сравнении с августом 2017 г. От г.Рыбинска до г.Тутаева цветность по сравнению с прошлым годом повысилась. Во всех точках в районе г.Ярославля цветность снизилась. В районе п.Некрасовское значение цветности повысились по сравнению с августом прошлого года.

Таблица 4. Результаты исследования проб воды реки Волга по органолептическим и физическим показателям (сентябрь 2018 г.)

Место отбора проб	Точки отбора	T, °C	Запах, балл*	Цветность, град.	Мутность (каолин), мг/дм ³	pH	Электропроводность, мкСм/см
г.Углич	1	16	2	40	4,000	7,6 7,6	360,0
г.Углич	2	17	3	40	4,000	7,5 7,5	369,0
г.Мышкин	3	17	1	30	4,200	7,6	290,0
п.Брейтово	4	15	1	80	8,000	7,5	263,0
г.Пошехонье	5	17	1	110	5,800	7,6	316,0
г.Рыбинск	6	16	1	80	11,000	7,6	274,6
г.Рыбинск	7	16	1	95	9,000	7,3	271,1
г.Тутаев	8	16	1	103	10,400	7,4	211,2
г.Тутаев	9	13	1	70	6,700	7,4	184,7
г.Тутаев	10	16	1	60	0,825	7,5	193,6
г.Ярославль	11	16	2	50	3,200	7,5	285,0
г.Ярославль	12	14	1	60	2,900	7,0	270,0
г.Ярославль	13	16	2	60	3,900	6,9	280,0
п.Некрасовское	14	15	1	50	4,250	7,5	228,9
Норматив по НД (не более)		–	2	20	1,500	6,0 – 9,0	–

Примечание (*) – при 20°С/60°С.

Таблица 5. Точки отбора проб воды р. Волги

№ п/п	Название ГО и МР	Расположение точек отбора проб	Кол-во проб
1.	Некрасовский	ниже границы п. Некрасовское на расстоянии 1 км	3
2.	Угличский	1) выше на 1 км границы г. Углича	3
		2) ниже на 1 км границы г. Углича	3
3.	Пошехонский	ниже границы г. Пошехонье на расстоянии 1 км	3
4.	Мышкинский	ниже границы г. Мышкин на расстоянии 1 км	3
5.	Брейтовский	ниже границы п. Брейтово на расстоянии 1 км	3
6.	Тутаевский	1) выше на 1 км границы г. Тутаева	3
		2) ниже на 1 км границы г. Тутаева	3
		3) ниже кислородных прудов п. Менделеево	3
7.	г.Рыбинск	1) выше на 1 км границы г. Рыбинска	3
		2) ниже на 1 км границы г. Рыбинска	3
8.	г.Ярославль	1) выше на 0,5 км очистных сооружений	3
		2) ниже на 0,5 км очистных сооружений	3
		3) место водозабора Центральной станции	3

Колебания мутности воды на разных точках в сентябре 2018 г. были более значительными, чем в августе 2017 г. В сентябре 2018 г. колебания мутности составили от 0,55 ПДК до 7,3 ПДК. Максимальные значения этого показателя были выявлены в районе г. Рыбинска (7,3 ПДК и 6 ПДК) и г.Тутаева (6,9 ПДК). В августе 2017 г. колебания мутности составили от 1,3 до 6,4 ПДК. Максимальные значения мутности определены в районе г. Пошехонья (6,4 ПДК), г.Углича и г.Мышкина (5,5 ПДК). Анализируя динамику мутности по каждой точке, можно сказать, что в сентябре 2018 г. по течению р.Волги от г.Углича до г.Рыбинска наблюдалось

снижение мутности воды в сравнении с августом 2017г. От г.Рыбинска до г.Тутаева (кроме района кислородных прудов) мутность по сравнению с прошлым годом повысилась. Во всех точках в районе г.Ярославля и п.Некрасовское мутность незначительно повысилась. В августе 2017 г. выявлено превышение нормативов по запаху в 3-х точках: г.Углич, г.Пошехонье и п.Некрасовское. В сентябре 2018 г. превышение этого показателя было отмечено только в пробе воды в районе г.Углича.

Выводы

1. Наиболее распространенными и постоянными за-

грязнениями р.Волги в границах протекания её по территории Ярославской области являются органические вещества (по ХПК) и соединения железа.

2. Загрязнения воды р.Волги органическими веществами носят сезонный характер, превышение составляет до 2,2 ПДК.

3. Загрязнения воды р.Волги соединениями железа носят постоянный характер, составляют в среднем 8,6 ПДК и частично связаны с естественным (природным) повышенным содержанием соединений железа в подстилающих горных породах.

4. Загрязнения нефтепродуктами носят единый и

неустойчивый характер.

5. Изменения показателей цветности имеют сезонный характер и связаны с особенностями климата, рельефа, гидрологического режима.

Список использованной литературы

1. Ласкорин Б.Н., Лукьяненко В.И. О качестве воды Волго-Каспийского бассейна // Вестник АН СССР. 1990. №10. С.14-25.

2. Лукьяненко В.И., Ривьер И.К., Литвинов А.С., Копылов А.И. Экология Верхней Волги: современное состояние, проблемы и пути их решения. Ярославль: Издание ИБВВ РАН, 1994. 45 с.

ОСОБЕННОСТИ ЗАРАСТАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ ПОЙМЫ РЕКИ ХОПЕР В МНОГОВОДНЫЙ ГОД

МОРОЗОВ СЕРГЕЙ

Станция юных натуралистов, г.Новохоперск, Воронежская область

Объединение «Экос»

Научные руководители: Родионова Наталья Александровна, кандидат биологических наук, педагог дополнительного образования станции; Печенюк Елена Валентиновна, старший научный сотрудник Хопёрского государственного природного заповедника

На территории Хопёрского государственного природного заповедника (ХГПЗ) более 400 озер, большинство водоемов старичного происхождения, другие водоемы произошли из-за размыва поймы сильными потоками воды во время половодья. Но в пойме Хопра существует много водоемов, лежащих в округлых или овальных понижениях на пойме. Часть из них располагается в занесённых пойменными отложениями древних руслах реки, часть, вероятно, имеет просадочное происхождение. Эти водоемы мелководны, в межень даже в многоводные годы их глубина не превышает 1 м. В годы высоких половодий они высоко залиты и весь год после спада паводковых вод и 1-2 года после высокого половодья остаются обводненными, зарастают высшими водными растениями. В годы низких половодий эти водоемы не заливаются, уровень воды в них падает, и водная растительность сменяется прибрежно-водными и влаголюбивыми растениями [2, 3]. Природная ценность этих водоемов заключается не только в том, что они увеличивают общую площадь водных объектов, но и в том, что именно в них присутствуют многие редкие растения. В 2018 г. паводок был более 7 метров, что привело к обводнению практически всей поймы, вследствие чего все пойменные низины оказались надолго заполнены водой.

Цель исследования: проследить за особенностью формирования растительности временных водоемов в Центральном лесничестве Хопёрского заповедника.

Задачи исследования:

1) выбрать несколько водоемов в Центральном лесничестве и обследовать их в течение сезона;

2) выявить особенности формирования раститель-

ности;

3) выявить виды растений Красной книги как основу природоохранной ценности заповедника.

Материалы и методы исследования

Материал был собран на территории Хопёрского заповедника в кварталах 110 и 122. Проводился периодический осмотр (в июне и августе 2018 г.) 8 малых, пересыхающих в маловодные годы водоемов, расположенных в пойме различных уровней: от высокой поймы, где водоемы очень редко заливаются половодьем, до низкой поймы, где заливание происходит почти ежегодно. Собраны данные по степени их осушения и зарастания. Составлены списки флористического состава растительного покрова и приведены баллы обилия каждого вида. Степень осушения оценивалась по 4-х балльной шкале: 1 – водоем полностью залит; 2 – осушено прибрежье водоема; 3 – осушено более 50% площади днища водоема; 4 – водоем полностью сухой. Степень зарастания оценивалась по пятибалльной шкале: 1 – встречаются единичные особи водных и прибрежно-водных видов; 2 – зарастает до 25 % поверхности водоема; 3 – до 50%; 4 – до 75%; 5 – зарастает полностью. Определение видов проводилось по Атласу [1], название видов дано по Н.Н. Цвелеву [4]. Обилие видов оценивалось по 3-х балльной шкале: 1 – вид присутствует единичными особями в водоеме; 2 – образует скопления, небольшие заросли на тех участках (по глубине), где он может произрастать; 3 – доминирует в том поясе, где он может произрастать или занимает основную часть поверхности озера.

Результаты и их обсуждение

Для ежегодного наблюдения за динамикой флористического состава выбраны 8 водоёмов (Рис. 1).



Рис. 1. Карта расположения исследованных водоемов.

Водоемы №1 и 2 редко заливаемые, лежащие в понижении притеррасной, остепненной поймы (размывной водоем Малый Макарачик и заболоченный водоем без названия (кв. 110, оба в выделе 34). Малый Макарачик представляет собой небольшой размывной водоем, расположенный на границе останца террасы, заросшего сосновым лесом, и луга среднего уровня. Склоны берегов крутые, грунт песчаный. В июне озеро было заполнено водой, отмечались единичные особи гидатофитов, неприкрепленных плейстофитов и одного вида гелофита – *Butomus umbellatus*, который хорошо переносит обсыхание местообитаний и корневище может сохраняться несколько лет без вегетации. К августу водоем также остался обводненным, зарастание незначительно увеличилось за счет появления семенных всходов гелофитов. В озере отмечен вид из Красной Книги Воронежской области – *Ceratophyllum tanaiticum* – эфемер, появляющийся в водоемах после нескольких лет их обсыхания.

Заболоченный водоем без названия (кв. 110, в выделе 34) – небольшой заболоченный водоем в понижении рельефа посередине пойменного луга. Склоны берегов пологие, дно заиленное. В июне озеро было залито, и покрыто растительностью более чем на 50%. В озере преобладали гелофиты: *Alisma plantago-aquatica*, *Butomus umbellatus*, *Glyceria maxima*, *Schoenoplectus lacustris* и *Sparganium erectum*. Этот водоем ежегодно заливается водой во время снеготаяния, увлажняется во время летних и осенних ливней. Вероятно, из-за грунта этот водоем пересыхает не так быстро, как предыдущий, что позволяет сохраниться в нем гелофитам. К августу в озере появился *Ceratophyllum tanaiticum*, увеличились обилие гелофиты.

Водоемы №3, 4 и 5 расположены на границе высокой поймы и поймы среднего уровня: редко обсыхающие водоёмы без названия на лугах (кв. 110, выд.15; в выделе 23); в лесу (кв. 110, выд. 17). Водоем №3 (кв. 110, выд. 15) представляет собой небольшое, круглое углубление рельефа, расположенное на границе леса и луга высокого уровня. Склоны берегов пологие, грунт – заиленный песок. В июне 2018 г. водоем был обводнен и зарос в основном гелофитами, среди которых преобладали *Glyceria maxima* и *Rorippa amphibia*. Жерушник – вид, развивающийся при обсыхании прибрежий. В обычных условиях – двулетник, при хорошем, но не избыточном увлажнении отцветшие побеги лежат, укореняются и продолжают вегетировать. Высокое обводнение *Rorippa amphibia* переносит хорошо, т.к. имея поверхностную корневую систему, всплывает, а потом опускается вместе с уровнем воды и вновь прирастает. Также в июне отмечен *Potamogeton lucens*, что говорит об обводнении водоема в 2017 г. В августе зарастание водоема практически не изменилось, но снизил обилие залитый *Rorippa amphibia*. Водоем №4 (кв. 110, часть выд. 23) представляет собой маленькое, вытянутое с севера на юг углубление рельефа, расположенное на лугу высокого уровня. Склоны берегов пологие. Восточный берег водоема зарос кустарниковыми ивами и отдельными деревьями. В июне 2018 г. водоем был полностью залитым и заросшим растениями – неприкрепленными гидатофитами и плейстофитами и гелофитами, хорошо сохранившимися в предыдущие годы. Преобладали *Glyceria maxima* и *Sparganium erectum*, а также *Lemna trisulca* и *L. turionifera* и редкий вид *Potamogeton sarmaticus*. В августе водоем начал обсыхать, прибрежья обсохли. На озере в августе был найден *Ceratophyllum tanaiticum*. Водоем №5 (кв. 110, часть выд. 17) представляет собой небольшое, округлое углубление рельефа, расположенное на границе леса и луга высокого уровня, но отделённое от луга узкой полосой деревьев и кустарниковых ив. Склоны берегов пологие. В июне (20 июня 2018 г.) водоем был залит и зарос неприкрепленными гидатофитами, плейстофитами и гелофитами, среди которых доминировали *Eleocharis palustris*, *Glyceria maxima* и *Rorippa amphibia*. Нами отмечены такие редкие виды как *Ceratophyllum tanaiticum* и *Potamogeton sarmaticus*. На центральной части довольно много *Potamogeton lucens*, видимо в 2017 г. водоем был обводнен. В августе водоем был обводнен, но обилие растений изменилось: отмечалось достаточно много *Ceratophyllum tanaiticum*, увеличилось обилие *Salvinia natans*, *Glyceria maxima*, *Sagittaria sagittifolia* и *Schoenoplectus lacustris*.

Водоемы №6, 7 и 8 низкой поймы, заливаемые ежегодно: водоемы без названия в низинах кв. 122, выделы 18, 19 и 37. Водоем №6 (кв. 122, выд. 18) представляет собой вытянутое понижение на низкой пойме. С запада и севера водоем окружен поясом ивы, за которым располагается дубрава. С востока и юга к водоему подходит луг низкого уровня поймы, заливаемый почти ежегодно. Южный, низкий берег водоема зарастает тростником южным и далее – осокой береговой. За этим участком располагается мелководный водоем №7. В июне глубина водоема была более 1 м, были залиты даже склоны берегов, заросшие *Glyceria maxima* и ивняками. Центральная часть была занята отцветшими побегами

Rorippa amphibia, зарослями *Potamogeton lucens* и других неприкрепленных гидатофитов и плейстофитов, в том числе *Ceratophyllum tanaiticum*. Также отмечались пятна и отдельные особи гелофитов: *Sparganium erectum*, *Eleocharis palustris*, *Alisma plantago-aquatica* и др. В августе водоем остался обводненным, увеличились в размерах клоны и заросли гелофитов, увеличили обилие гидатофиты. Водоем №7 (кв. 122, выд. 19) также представляет собой узкое, вытянутое понижение, ориентированное с севера на юг. Западный берег граничит частично с дубравой, но в основном с лугом, восточный берег граничит с лугом и, в основном, зарос кустарниковыми ивами. Глубина воды в середине июня составляла около 1 м, водоем заполнен полностью. Растительный покров на берегах был представлен зарослями ив и *Glyceria maxima* с немногими видами гигрофитов и с единичными особями *Schoenoplectus lacustris*. Единично встречались *Alisma plantago-aquatica* и *Sparganium erectum*. В водоеме отмечены заросли *Potamogeton lucens* с изреженным покровом *Polygonum amphibium*. К августу водоем остался частично залит и зарос гидатофитами и плейстофитами, причем *Potamogeton lucens* и *Polygonum amphibium* увеличили свое обилие, *Potamogeton lucens* отмер, началось разрастание *Rorippa amphibia* и *Polygonum amphibium* и группировками гелофитов. В сентябре водоем обсох, на днище появились всходы гигрофитов, в том числе *Bidens frondosa*. Водоем №8 (кв. 122, выд. 37) представляет собой округло-овальное понижение. Водоем окружен с запада и юга дубравой; с севера – поясом ив, выше которого располагается белотопольевник, с северо-востока и с востока – ивами и пойменным лугом. При первом осмотре водоема он был полностью залит, зарастание растительностью около 50%. Растительный покров представлен фрагментами поясов *Glyceria maxima*, *Butomus umbellatus*, и отдельными, крупными клонами *Typha angustifolia*, *Schoenoplectus lacustris* с покровом из *Salvinia natans*, *Potamogeton lucens* и т.д. В августе водоем был также залит, зарастание его увеличилось за счет разрастания *Ceratophyllum tanaiticum*, *Potamogeton lucens*, *Salvinia natans* и других гидрофитов, а также гелофитов – *Butomus umbellatus* и *Sparganium erectum*.

Таким образом, в 8 малых водоемах, расположенных в различных участках поймы, в 2018 г. выявлено 14 видов гидрофитов (6 видов гидатофитов и 8 плейстофитов), 11 видов гелофитов. Число видов в водоемах изменяется от 8 до 19. Наибольшее число видов сосредоточено в водоеме №6 за счет большого количества видов всех групп. Большое количество видов плейстофитов в оз.Малый Макарчик, возможно, является результатом его близости с оз.Садилка, которое не пересыхает и с которым в годы с высоким паводком он долго связан затопленной ложбиной.

В 6 водоемах обнаружен редкий вид из Красной книги Воронежской области *Ceratophyllum tanaiticum*, который является эфемером, вырастает только в многоводные годы. В исследованных водоемах он был найден на бровке берега и в зарослях кустарниковых ив, где такое длительное стояние воды, как в 2018 г., бывает редко. По сообщению Е.В.Печенюк, *Ceratophyllum tanaiticum* ранее был найден на территории ХГПЗ в 78 пунктах. В исследованных нами водоемах обнаружены

три новых местонахождения *Ceratophyllum tanaiticum*: в водоеме 110 кв. в выделе 23 и в водоемах 122 кв. в выделах 18 и 37, где вид обнаружен на залитом берегу, в поясе ив и на мелководье. В двух водоемах нами обнаружен *Potamogeton sarmaticus* – вид, также приспособленный к длительному покою. По сообщению Е.В.Печенюк, *Potamogeton sarmaticus* обнаруживался в водоеме, не заливавшемся более 10 лет. В 4 водоемах нами обнаружена *Salvinia natans* – водный папоротник, занесенный в Красную Книгу Воронежской области. Однако в Хоперском заповеднике он не редок и заросли его достигают значительного покрытия. По всем водоемам с постоянством 100 % отмечен *Butomus umbellatus*, 87,5% – *Spirodela polyrrhiza*, *Glyceria maxima* и *Sparganium erectum*, наибольший средний балл у *Glyceria maxima*, наибольшая фитоценотическая значимость у *Glyceria maxima*, *Sparganium erectum* и *Ceratophyllum tanaiticum*. Наибольшая фитоценотическая значимость у *Butomus umbellatus*. Нами отмечено появление ряда видов (*Butomus umbellatus*, *Sagittaria sagittifolia*) из спящих корневищ, а также редких видов *Potamogeton sarmaticus* и *Ceratophyllum tanaiticum* из семян, переносящих стадию многолетнего покоя в грунте и начинающих развитие только в годы с высоким и длительным паводком. Причем *Potamogeton sarmaticus* всходит как из семян, так и из спящих клубней.

Итак, растительность пересыхающих водоемов в первый год после высокого заливания формируется из гелофитов, перенесших обсыхание в предыдущие годы, как в угнетенном виде, так и в виде спящих корневищ, из растений, появляющихся из семян, которые сохраняются в грунте дна, и из принесенных водой вегетативных зачатков растений (турионы *Hydrocharis morsus-ranae*, *Utricularia vulgaris*) и растений (виды рода *Lemna*, *Spirodela polyrrhiza*). Существует ряд растений, приспособившихся к таким условиям и сделавших их требованием для своего существования – *Ceratophyllum tanaiticum*, *Potamogeton sarmaticus*. Находки редких видов подтверждают высокую природоохранную ценность территории и необходимость сохранения естественного гидрорежима реки Хопер как гарантию сохранения этих уникальных местообитаний.

Выводы

1. Нами описаны восемь мелководных пересыхающих водоемов. В сентябре 2018 г. эти водоемы в разной степени осушения – от полностью обсохших до обводненных.

2. Растительность пересыхающих водоемов в первый год после высокого заливания формируется из гелофитов, перенесших обсыхание в предыдущие годы, как в угнетенном виде, так и в виде спящих корневищ, из растений, появляющихся из семян, которые сохраняются в грунте дна, и из принесенных водой вегетативных зачатков растений.

3. Нами с достаточным обилием и встречаемостью обнаружено несколько растений, внесенных в Красную книгу Воронежской области – *Potamogeton sarmaticus*, *Ceratophyllum tanaiticum*, *Salvinia natans*, *Alisma bjoerqvistii*. Нами обнаружены 3 новых местообитания *Ceratophyllum tanaiticum* на территории Хоперского заповедника. Наличие этих видов говорит о необходимости сохранять эти местообитания для со-

хранения видового богатства флоры заповедника.

Список использованной литературы

1. Печенюк Е.В. Атлас высших водных и прибрежно-водных растений. Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2004. 128 с.

2. Печенюк Е.В. Многолетние изменения пойменных водоёмов Хопёрского заповедника // Роль особо охраняемых природных территорий лесостепной и степной природных зон в сохранении и изучении биологического разнообразия (Материалы научно-

практической конференции, посвящённой 80-летию Воронежского государственного природного биосферного заповедника). Воронеж, 2007. С. 84-86.

3. Печенюк Е.В. Пульсация обводнения и зарастания водоёмов поймы р. Хопёр //Материалы I (VII) Международной конференции по водным макрофитам «Гидробиотика 2010» (пос. Борок, 9-13 октября 2010 г.). Ярославль: «Принт Хаус», 2010. С. 247-249.

4. Цвелёв Н.Н. Флора Хопёрского государственного заповедника. Л.: Наука, 1988. 191 с.

АДВЕНТИВНАЯ ФЛОРА ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОСЕЛКА ВАРВАРИНО (ХОПЕРСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)

МИРОШНИКОВ ИЛЬЯ

Станция юных натуралистов, г.Новохоперск, Воронежская область

Объединение «Экос»

Научные руководители: Родионова Наталья Александровна, кандидат биологических наук, педагог дополнительного образования станции; Нескрябина Елена Семеновна, старший научный сотрудник Хопёрского государственного природного заповедника

Хоперский заповедник – пойменный, п.Варварино расположен на второй надпойменной террасе р.Хопер. Основными путями переноса чужеродных видов, кроме активного введения их человеком, являются дороги (автомобильные, железные) и поймы, по которым с паводковыми водами семенной материал может очень быстро распространяться на огромные территории. Сотрудниками заповедника ежегодно проводится обследование территории заповедника и его окрестностей для выявления новых чужеродных видов. Однако специальные обследования в непосредственной близости от сел, не проводятся.

Цель исследования: ознакомиться с флорой открытых мест п.Варварино, выявить адвентивные виды и их роль в фитоценозах.

Задачи исследования:

- 1) выбрать участки в п.Варварино на открытой местности в пойме, на склоне террасы и на террасе;
- 2) сделать геоботанические описания этих участков;
- 3) проанализировать полученные данные, выявить адвентивные виды и их роль в фитоценозах.

Материалы и методы исследования

Материал собирался летом 2017-2018 гг. в п.Варварино и его окрестностях на территории Хоперского государственного природного заповедника. В исследовательской работе использовались следующие методы [4]: 1) маршрутные рекогносцировочные исследования; 2) стационарные исследования; 3) анализ полученных результатов.

Стационарные исследования мы проводили маршрутным методом. Проведено описание пробных площадей, сделаны геоботанические описания. Определение видов проводилось по определителю [1]. По результатам описаний составлена таблица в программе

Microsoft Excel, приведена характеристика по систематической принадлежности, продолжительности жизни, жизненным формам, экологической приуроченности по Н.Н.Цвелеву [3]. Рассчитаны постоянство, средний балл обилия, фитоценотическая значимость отдельных видов. Рассчитан коэффициент сходства Сьеренсена флоры травяного яруса отдельных микроместообитаний по формуле $K_s = (2Na+b) / (Na+Nb)$, где $Na+b$ – число общих видов в сравниваемых сообществах, Na и Nb – число видов в каждом сообществе [2].

Результаты и их обсуждение

Нами проведены описания в пойме р.Хопер, на сполонном склоне террасы и на самой террасе. Участок, на котором проводились работы в пойме, с одной стороны граничит с пойменным ветляником (лес из ивы белой), который произрастает по берегу оз.Большое Голое, с другой – со склоном надпойменной террасы. Участок на склоне располагается на границе п.Варварино в его центральной части и оз. Большое Голое. Участок на террасе расположен в некотором отдалении от ул.Лесная, между огородами и участком, заросшим самосевом сосны.

В пойме нами отмечено 78 видов растений травянистого яруса, на склоне надпойменной террасы – 76 и на самой террасе – 58 видов. На всех участках преобладает семейство Сложноцветные, Злаки, кроме того, в пойме – Гречиховые, на склоне террасы – Бобовые, Гвоздичные и Крестоцветные, а на террасе – Бобовые и Кипрейные. По длительности везде преобладают многолетники, по жизненной форме – травы. Преобладают виды степной экологической приуроченности.

В пойме с наибольшим обилием отмечен вид болотной приуроченности осока ранняя, вид степной приуроченности мятлик узколистный, луговой – подмарен-

ник вздутоплодный и лесной – ежевика сизая. На склоне надпойменной террасы с наибольшим обилием отмечены вид степной приуроченности житняк Лавренко и луговой – звездчатка злаковая. На террасе с наибольшим обилием отмечены также виды степной экологической группы – подмаренник настоящий и костер растопыренный.

Наиболее сходна растительность второй надпойменной террасы и ее склона, наименее – поймы и террасы (таблица 1).

Таблица 1. Значения коэффициента сходства растительности открытых мест, %

	<i>склон надпойменной террасы</i>	<i>терраса</i>
пойма	53,3	47,1
склон надпойменной террасы		59,7

Высокое видовое богатство флоры открытого участка в пойме мы считаем следствием высокого паводка 2018 г., что привело к снижению доли степных видов и увеличению болотных. На склоне террасы отмечено много сорных видов, которые в основном многолетники, из-за чего и количество однолетников тут выше, чем в других участках. Большое количество сорных видов, вероятно, связано с нарушением растительного покрова как человеком, так и из-за природных явлений – возможно, после сильных ливней (мы видели следы от «ручьев»), сильных ветров, когда растительность может высохнуть и погибнуть и т.п..

Флора открытых участков представлена 128 видами, относящимися к 32 семействам и 102 родам. Наиболее богато видами семейство Сложноцветные (27 видов), далее по убыванию – Злаки, Губоцветные, Бобовые, Гвоздичные и Гречиховые. Преобладают многолетники, травы. По экологической приуроченности преобладают виды степной группы (68 видов) и луговой (27 видов).

Во всех местообитаниях отмечены 27 видов, однако со 100% постоянством отмечены только 3 вида – выюнок полевой, горец птичий и осока ранняя, наибольший средний балл обилия у горца птичьего, осоки ранней и подмаренника настоящего.

Из 128 видов обследуемой нами территории 24 вида – адвенты (18,7%). По времени заселения большинство видов (13-54%) – археофиты. Поскольку наша территория заселена давно, то мы считаем, что такое количество «старых» видов нормально. По способу натурализации все эти виды – ксенофиты, по степени натурализации большинство агрофитов – 14 (58,3%), далее 7 эпико-агрофитов (29,2%) и 1 эфемерофит-эпикофит (4,1%). Большинство видов Северо-Американского происхождения. На участке в пойме отмечено 15 видов адвентов (19,7% флоры), с высоким обилием отмечены археофит горец птичий и кенофит череда олиственная. На склоне террасы отмечено 17 адвентивных видов (22,4%), с высоким обилием отмечены археофиты горец птичий, пастушья сумка и кенофиты латук обыкновенный, дурнишник. На террасе отмечено 12 видов – адвентов

(20,6%), высокое обилие отмечено у археофитов горца птичьего и неравноцветника кровельного и кенофита костра растопыренного. Наибольшую роль адвентивные виды играют во флоре склона террасы. Невысокая скорость внедрения новых видов в окрестностях п. Варварино нам кажется следствием отсутствия вокруг возделываемых сельхозугодий, что снижает риск внесения семян с посевным материалом, а также наличием рядом заповедника и сознательностью населения, активно уничтожающего периодически заносимые такие виды, как амброзия.

Выводы

1. Флора исследованных участков представлена 128 видами, относящимися к 32 семействам и 102 родам. Наиболее богато видами семейство Сложноцветные (27 видов), далее по убыванию – Злаки, Губоцветные, Бобовые, Гвоздичные и Гречиховые. Преобладают многолетники, травы. По экологической приуроченности преобладают виды степной группы.

2. В пойме нами отмечено 78 видов растений травянистого яруса, с наибольшим обилием отмечен вид болотной приуроченности осока ранняя, вид степной приуроченности мятлик узколистный, луговой – подмаренник вздутоплодный и лесной – ежевика сизая. На склоне надпойменной террасы отмечено 76 видов, с наибольшим обилием отмечены вид степной приуроченности житняк Лавренко и луговой – звездчатка злаковая. На террасе отмечено 58 видов, с наибольшим обилием отмечены виды степной экологической группы – подмаренник настоящий и костер растопыренный. Наиболее сходна растительность второй надпойменной террасы и ее склона, наименее – поймы и террасы.

3. Из 128 видов обследуемой нами территории 24 вида – адвенты. По времени заселения преобладают археофиты, по способу натурализации – ксенофиты, по степени натурализации большинство агрофитов. Большинство видов Северо-Американского происхождения. На участке в пойме отмечено 15 видов адвентов, с высоким обилием отмечены археофит горец птичий и кенофит череда олиственная. На склоне террасы отмечено 17 адвентивных видов, с высоким обилием отмечены археофиты горец птичий, пастушья сумка и кенофиты латук обыкновенный, дурнишник. На террасе отмечено 12 видов адвентов, высокое обилие отмечено у археофитов горца птичьего и неравноцветника кровельного и кенофита костра растопыренного.

Список использованной литературы

1. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. 600 с.
2. Миркин Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии. М.: Наука, 1989. 222 с.
3. Цвелёв Н.Н. Флора Хопёрского государственного заповедника. Л.: Наука, 1988. 192 с.
4. Юннатов А.А. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей // Полевая геоботаника. М.: Наука, 1964. С. 9-35.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАРКА «ХАРИНКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ

МИННИКОВ ЯРОСЛАВ

ГБУДО «Ивановский областной центр развития дополнительного образования детей».
Объединение «Экомир»

Научный руководитель – Гусева Анна Юрьевна, кандидат биологических наук, заместитель директора, педагог дополнительного образования центра

Один из самых популярных парков г.Иваново – парк «Харинка». Но парк этот находится прямо рядом с трассой Иваново-Родники и ТЭЦ № 3 г.Иваново. Поэтому нас заинтересовал вопрос оценки экологического состояния парка «Харинка».

Цель работы: провести оценку экологического состояния парка «Харинка» с использованием биоиндикационных методов.

Задачи исследования:

1) оценить степень антропогенного воздействия на территорию парка «Харинка» с помощью методики флуктуирующей асимметрии;

2) произвести подсчет автомобильного транспорта на автомобильных дорогах в окрестностях парка и сопоставить количество автотранспорта и степени загрязнения воздуха с результатами биоиндикации;

3) провести химический экспресс-анализ воды в р.Харинка, отобрать пробы макрозообентоса и определить класс качества воды в реке на территории парка с использованием биоиндикационных методов;

4) отобрать пробы почв, произвести химический анализ на содержание тяжелых металлов и сопоставить результаты с данными, полученными биоиндикационными методами.

5) дать рекомендации по улучшению экологического состояния парка.

Материал и методы исследования

Исследования проводились с июля по ноябрь 2016-2018 гг. на территории парка «Харинка», который расположен на восточной окраине г.Иваново рядом с трассой Иваново-Родники. В работе использовали метод флуктуирующей асимметрии. Для оценки воздействия транспорта на экологическое состояние парка "Харинка" нами была использована методика расчета концентрации монооксида углерода (СО) в мг/м³ по формуле Бегма. Подсчет автомобилей производился одновременно с двух сторон дороги в течение 15 мин, результаты пересчитывались на 1 час. Подсчет автомобилей проводился на перекрестке между придорожной полосой леса парка «Харинка» (точка №1) и возле остановки общественного транспорта (точка №2). Расчет концентрации окиси углерода производился по следующей формуле:

$$K = (0,5 + 0,01N \times K_T) \times K_A \times K_U \times K_C \times K_B \times K_{PK}$$

где: 0,5-фоновое загрязнение атмосферного воздуха нетранспортного происхождения, мг/м³; N – суммарная интенсивность движения транспорта; K_T – коэффициент токсичности, который определяется путем сумми-

рования произведений коэффициентов токсичности для каждого типа транспорта, умноженного на его долю; K_A – коэффициент аэрации; K_U – коэффициент уклона; K_C – коэффициент скорости ветра; K_B – коэффициент влажности воздуха; K_{PK} – коэффициент пересечений.

Отлов водных беспозвоночных с целью проведения биоиндикации р.Харинка производился с помощью гидробиологического скребка по стандартной методике. Исследования проводились с 2016 по 2017 гг. для 3 станций р.Харинка, в 2018 г. для 5. Первая станция расположена в окрестностях лодочной станции, вторая – в районе родника, третья – в районе пляжа, четвертая – напротив лодочной станции, пятая – напротив пляжа. Для оценки качества воды в р.Харинка применялись биоиндикационные методы: индекс Майера, метод С.Г.Николаева [1], методика Пантле-Букку и методика Пантле-Букку в модификации Сладчека [2].

Был произведен химический экспресс-анализ воды с помощью тест-комплекта «Тетра». В 2017 г. нами были собраны пробы почвы с тех же площадок, где производился сбор листьев по методу флуктуирующей асимметрии. Просеянные образцы почвы были проанализированы на содержание тяжелых металлов с использованием метода атомно-адсорбционной спектроскопии на базе лаборатории кафедры промышленной экологии ФГБОУ ВО «Ивановский государственный химико-технологический университет».

Результаты и их обсуждение

В 2016 г. нами было заложено 3 площадки: №1 – у реки, №2 – в центре парка «Харинка», а №3 – у дороги. В 2017 г. нами была заложена дополнительно площадка №4, которая находилась у школы №41 на границе парка. В 2018 г. были заложены площадки №5 (у автомагистрали в районе аэропорта «Ясуниха») и №6 (р.Харинка рядом с аэродромом). На каждой площадке мы собирали по 10 листьев с 10 берез. Листья собирались с укороченных побегов. С каждого листа мы снимали показатели по пяти параметрам с левой и правой стороны листа: 1) измерение ширины половинки листа; 2) измерение длины второй жилки второго порядка от основания листа; 3) измерение расстояния между основаниями первой и второй жилок второго порядка; 4) измерение расстояния между концами первой и второй жилок второго порядка; 5) измерение угла между главной жилкой и второй от основания жилкой второго порядка. В нашем случае источниками загрязнения могли быть ТЭЦ-3, шоссе Иваново-Кинешма, котель-

ные, а главное – транспорт. Проведя анализ степени асимметрии листьев березы для 3 точек на территории парка в 2016 г. мы установили, что для площадок №2 и №3 показатель степени асимметрии высокий и соответствует 5 баллу состояния, что свидетельствует о наличии сильного загрязнения. В 2017 и 2018 гг. результаты резко улучшились. Это можно объяснить, с одной стороны, климатическим фактором и соответственным снижением антропогенной нагрузки, с другой, – недостатками самой методики.

В 2018 г. нами была предпринята попытка проверить достоверность изменений показателей флуктуирующей асимметрии. У реки изменений почти не было. Но вероятность ошибки составляет 97,6%. Это может быть потому, что собрано мало информации (3 точки – 3 года исследований). У дороги наблюдается улучшение результатов, т.к. коэффициент корреляции отрицательный. Вероятность ошибки составляет 11,4%, т.е. данные недостоверные, но близки к достоверным. В центре также наблюдается улучшение результатов, коэффициент корреляции отрицательный. Вероятность ошибки составляет 31%.

За все 3 года исследований доминирует легковой транспорт. Предел допустимой концентрации СО (5 мг/м³) превышен в 2016 г. на №1 – почти в 2 раза, на №2 – больше чем в три раза. В 2017 г. На №1 ПДК превышен более чем в 5 раз, а на №2 – примерно в 2,5 раза. В 2018 г. концентрация СО на №1 уменьшилась, а на №2 увеличилась (концентрация превышает ПДК более чем в 6 раз). Соответственно, транспорт оказывает большое влияние на экологическое состояние парка.

Нами был проведен химический анализ с помощью экспресс-теста «Тетра». Полученные результаты химического анализа представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты химического анализа

Показатель	Лодочная станция		Заводь у родника		Пляж	
	2016	2017	2016	2017	2016	2017
	г.	г.	г.	г.	г.	г.
NO ²⁻ , мг/л	25	10	25	10	0	10
NO ³⁻ , мг/л	1	1	5	1	0	1
Общая жесткость, град.	16	8	8	6	12	12
Карбонатная жесткость, град.	15	15	6	10	9	8
pH	6,6	7,9	6,6	7	6,4	6,8
СГ, мг/л	0,8	0	1,5	0,8	0	0

pH воды близок к нейтральному. В 2016 г. в воде вблизи лодочной станции и родника присутствуют нитриты и нитраты, в 2017 г. они появились и в воде у пляжа, что можно объяснить значительным количеством водных растений. Кроме того, у станции «Заводь родника» присутствует сброс воды из трубы. Для большинства створов вода является мягкой, несколько более высокие показатели жесткости характерны для станции, расположенной вблизи лодочной станции.

По результатам рекогносцировочного обследования 5 станций р.Харинка мы установили, что состояние берега для 4-х является неудовлетворительным. Только берег пляжа относительно благоухан. Растительность вытоп-

тана, присутствуют свалки мусора, кострища.

В результате проведения гидробиологического обследования нами было отловлено 50 видов беспозвоночных, из них кольчатых червей – 4 вида, моллюсков – 14 видов, ракообразных – 4 вида, насекомых – 26 видов, паукообразных – 2 вида. Среди насекомых по количеству видов субдоминируют стрекозы, поденки, полужесткокрылые, двукрылые (по 5 видов), отмечено по 3 вида для ручейников и жесткокрылых. По индексу Майера всем трем станциям р.Харинка соответствует третий балл состояния (загрязненные воды). В 2017 г. состояние 3-ей станции ухудшилось и уже соответствует 4 классу качества. По этой методике р. Харинка в районе парка является загрязненной.

По методу С.Г.Николаева, р.Харинка является загрязненной в 2016-2017 гг. и соответствует 4-му классу качества воды для лодочной станции и заводи, 3-му классу для – пляжа в 2016 г. Вода реки является загрязненной, α-мезосапробной. В 2017 г. вода у лодочной станции и у пляжа соответствовала 5 классу качества (грязные), у заводи – 4 классу качества (загрязненные). Мы установили, что состояние берега для первых двух станций (№1 – «Лодочная станция» и №2 – «Заводь у родника») является неудовлетворительным. В 2018 г. вода всех пяти, кроме лодочной, станций, соответствуют 5-му классу качества (грязные). Вода лодочной станции соответствуют 3-му классу качества (воды удовлетворительной чистоты). По методу Майера воды также являются загрязненными и грязными.

Для оценки качества вод были применены методика Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека [2]. Согласно полученным результатам, все станции во всех годах соответствуют β-мезосапробной зоне (вода удовлетворительной чистоты). При анализе тенденций изменений индекса Пантле-Букка в модификации Сладчека следует отметить тенденцию к ухудшению качества воды для станции №2 и улучшение – для №3. Для станции №1 изменений практически не отмечено. На экологическое состояние реки существенное влияние оказывает зарегулирование стока. С целью рекреационного использования было создано водохранилище, регулируемое дамбой, что приводит к застою воды и накоплению органики.

В 2017 г. был проведен химический анализ почвы на содержание тяжелых металлов методом атомно-адсорбционной спектроскопии. Отбор почв проводился на тех же площадках, что и отбор листьев. Данные результатов химического анализа почвы не совпадают с данными, полученными с использованием метода флуктуирующей асимметрии. Содержание кобальта для всех площадок превышает ПДК более чем в 1,5 раза, по содержанию кадмия – более чем в 4 раза. Лишь по марганцу содержание в почве не превышает ПДК. Источниками загрязнения почв являются транспорт, ТЭЦ-3, мастерские по ремонту и покраске автомобилей, расположенные в окрестностях парка, заправка. Несоответствие результатов, полученных в 2017 г. с использованием метода флуктуирующей асимметрии, и результатов химического анализа почвы, скорее всего, связано с более поздними сроками развития растений вследствие климатических условий (поздней весны) и дождливого, холодного начала лета. Нами была предпринята попытка выявить зависимость показателя асимметричности от концентрации тяжелых металлов в почвах

парка «Харинка» с помощью программы «БИОСТАТИСТИКА». Наблюдается тенденция прямо пропорциональной зависимости показателя асимметричности от концентрации марганца, кадмия и цинка в почвах парка. Несколько иные показатели корреляции для кобальта. Коэффициент корреляции является отрицательным. ПДК по содержанию кобальта превышено во всех точках, однако степень асимметричности уменьшается по мере увеличения концентрации кобальта в почве.

Выводы

1. С использованием метода флуктуирующей асимметрии в 2016 г. было установлено, что экологическая обстановка на территории парка "Харинка" является неблагоприятной. Степень асимметрии листьев для всех трех обследованных точек соответствовала критическому состоянию (5 балл состояния). В 2017-2018 гг. отмечено существенное улучшение экологической обстановки, что может быть связано как с климатическими условиями, так и со снижением антропогенной нагрузки.

2. По индексу Майера и Николаева воды реки Харинка являются загрязненными, α -мезосапробными; в 2017 г. – грязными для двух из трех обследованных

станций, в 2018 г. – для 4 из 5 обследованных станций. По индексу Пантле-Букка и Пантле-Букка в модификации Сладчека воды р.Харинки удовлетворительной чистоты, β -мезосапробные, α -мезотрофные. Химический экспресс-анализ показал высокое содержание нитратов и нитритов, что объясняется органическим загрязнением и сильным зарастанием акватории водными растениями. Для станции №2 отмечено присутствие хлора, что объясняется сбросом воды.

3. Отрицательное влияние на общее экологическое состояние парка оказывает транспорт, а концентрация окиси углерода существенно превышает предел допустимой концентрации, что не безопасно для здоровья людей. Наибольшая степень загрязнения воздуха по окиси углерода отмечается в месте примыкания к парковой зоне автомагистрали.

Список использованной литературы

1. Николаев С.Г. Методы биоиндикации уровня загрязнения малых рек по составу макрозообентоса. Иваново, 1993.
2. Чертопруд М.В. Мониторинг загрязнения по составу макрозообентоса. М.: АсХО, 1999. 17 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ РОДНИКОВ ГОРОДА ТУТАЕВА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ

МЕЛЬНИКОВ ДАНИИЛ

Центр «Созвездие», г.Тутаев, Ярославская область

Объединение «Исследователь»

Научные руководители: Кочина Ирина Владимировна, педагог дополнительного образования Центра; Пухова Наталия Юрьевна, кандидат биологических наук, доцент кафедры микробиологии ЯрГУ им.П.Г.Демидова

Одной из важных экологических проблем, которая возникает в результате антропогенного прессинга, является качество водных источников, что влечет за собой необходимость контроля состояния родниковой воды. Для населения г.Тутаева самыми доступными являются родники, находящиеся в черте города: Молявинский родник, родник на ул. Донской, родник Николая Чудотворца на ул.Ярославской, а так же Святой родник на р.Ковать. Последние официальные исследования качества этих родников проводились 17 лет назад.

Цель исследования: оценить качество воды родников г.Тутаева и его окрестностей на основе химических, органолептических и микробиологических показателей.

Задачи исследования:

- 1) провести органолептический, химический и микробиологический анализ воды и сравнить результаты с нормативами по СанПиН;
- 2) выявить наличие родников, вода которых не пригодна к использованию в питьевых целях.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования является вода из четырех источников: "Святой родник" на ул.Ярославской, родник на ул.Донской, Молявинский родник в устье

р.Рыкуши и "Святой источник" на р.Ковать. Запах воды определяли органолептическим методом, цветность – фотометрическим, мутность – турбидиметрическим (по Формазину), рН измеряли рН-метром, общую жесткость – титрованием. Вода для микробиологических анализов была отобрана в период с 29.05.2018 по 25.08.2018 г., пробы замораживались. Для подсчета общего микробного числа (ОМЧ) и выделения бактерий группы кишечной палочки (БГКП) использовали чашечный метод Коха. Для установления ОМЧ использовали среду мясо-пептонный агар (МПА), для выделения и идентификации БГКП – среду Эндо [1, 2]. Колонии микроорганизмов подсчитывали через 7 сут. инкубации. Бактериологический анализ воды проводился в лаборатории микробиологии ЯрГУ им. П.Г.Демидова.

Результаты и их обсуждение

Родник на ул.Донской г.Тутаева расположен на склоне второй правобережной террасы р.Волги. Дебит составляет 0,3 л/с, температура воды +5°C. Родник хорошо обустроен: заключен в металлическую трубу, ходит в беседке, пол устлан металлической решеткой, сток отводится через трубу. Родник около д.Молявино расположен на левом берегу р.Рыкуши, заключен в ме-

таллическую трубу, сделан накопитель из бетонного кольца (закрыто крышкой), подъезд неблагоустроенный. Дебит составляет 0,03 л/с, температура воды +5°C. Подход к роднику – деревянные мостки. Родник «Святой источник» расположен на р.Ковать. Родник заключен в бетонную трубу диаметром в 1,2 м. Дно р. Ковать в пределах стока родника вымощено булыжником. Сток родника осуществляется через отверстия трубы. Валун и булыжники на дне р.Ковать покрыты оксидом же-

леза, температура воды около +5°C. Построена купальня. «Святой родник» в г.Тутаево у Воскресенского собора, на склоне правобережной террасы р.Волги заключен в металлическую трубу, сделан накопитель из бетонного кольца, подъезд неблагоустроенный. Дебит составляет 0,02 л/с. Построена купальня.

Результаты по установлению ОМЧ и численности БГКП представлены в таблице 1.

Таблица 1

№ п/п	Родник на ул. Донской		Родник у р. Рыкуша		Святой родник ул. Ярославская		Святой источник на р. Ковать	
	ОМЧ*	БГКП**	ОМЧ	БГКП	ОМЧ	БГКП	ОМЧ	БГКП
Дата отбора проб – 29.05.2018 г.								
1.	1,7	0	0,3	0	2,0	0	0,3	0
Дата отбора проб – 12.06.2018 г.								
2.	0	2,3×10 ⁻³	0	0,3×10 ⁻³	0,3	0,7×10 ⁻³	0	0
Дата отбора проб – 26.06.2018 г.								
3.	0	0	1,0	0	2,0	0,3×10 ⁻³	0	0
Дата отбора проб – 11.07.2018 г.								
4.	0,3	0	0,7	0	0,7	0,3×10 ⁻³	0,3	0
Дата отбора проб – 25.07.2018 г.								
5.	1,7	0	0,3	0	2,0	0	0,3	0
Дата отбора проб – 10.08.2018 г.								
6.	0	0	0,3	0	0	0	0	0
Дата отбора проб – 25.08.2018 г.								
7.	0	0	0	0	0,3	0	0	0

Примечание: (*) ОМЧ – общее микробное число, в кл/мл; (**) БГКП – численность бактерий группы кишечной палочки, в кл/л.

Таблица 2. Органолептические и химические показатели воды исследованных водных источников

№ п/п	Показатель	Родник на ул. Донской	Родник у р. Рыкуша	Святой родник ул. Ярославской	Святой источник на р. Ковать
1.	Цветность, градусы	25	8	3	112
2.	Запах, баллы	2	1	2	4
3.	Мутность, ЕМФ	1,93	0,23	0,91	60,2
4.	рН	7,24	7,51	7,22	7,13
5.	Общая жесткость, градусы	11,4	5,85	11,8	14,35
6.	Общая минерализация, мг/дм ³	1015	548	981	1207
7.	FeОБЩ., мг/дм ³	0,11	0,06	0,06	4,7
8.	SO ₄ ²⁻ , мг/дм ³	101	51	101	63,5
9.	Cl ⁻ , мг/дм ³	105	17,5	124	290
10.	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	0,3	0,29	0,18	1,52
11.	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0,014	0,010	0,077	0,014
12.	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	57,2	41,8	22,9	1,47
13.	Ca ²⁺ , мг/дм ³	156,3	75,4	160,3	192,4
14.	Mg ²⁺ , мг/дм ³	43,8	24,9	46,2	57,8

Согласно санитарно-эпидемиологических правил и нормативов [3], ОМЧ во всех образцах не превышает норму по ГОСТу. В воде родника на ул. Ярославской в июне 2018 г. было отмечено наличие плесневых грибов *Penicillium sp.* Во всех образцах воды в разное время были обнаружены БГКП. Микроорганизмы этой группы обнаружены в данных источниках, скорее всего, из-за того, что люди регулярно совершают в них омовение, черпают воду разной посудой. При низких температурах кишечная палочка не размножается, но имеет свойство сохраняться. БГКП – возбудители кишечных инфекций (дизентерии, брюшного тифа, холеры и т.п.). Причиной микробного загрязнения могут быть также

старые трубы, из которых вытекает родниковая вода, попадание стоков, гниение растительных остатков, попадающих из почвы.

Употребление некачественной по микробиологическим показателям питьевой воды населением может привести к возникновению опасных инфекций. В сыром виде воду из родников употреблять крайне опасно.

Для химического исследования образцов воды родников из перечня контролируемых показателей качества воды [4, 5] были выбраны: цветность, запах, мутность, рН, общая жесткость, общая минерализация, концентрация железа, сульфатов, хлоридов, аммиака, нитритов, нитратов, магния. Результаты представлены в

таблице 2.

Цветность, запах и мутность для воды родников на ул.Донской, в районе д.Молявино и на ул.Ярославской находятся в пределах нормы. В Святом роднике на р.Ковать все эти показатели превышены, причем цветность почти в 4 раза, мутность – в 17 раз. Это связано с большим содержанием железа в родниковой воде, которое превышено почти в 16 раз. Содержание железа в воде выше 1-2 мг Fe³⁺ в 1 дм³ значительно ухудшает органолептические свойства, придавая ей неприятный вязущий вкус, и делает воду малопривлекательной для использования в технических целях. По органолептическим показателям воды содержание железа в питьевой воде не должно превышать 0,3 мг/л. При содержании в воде железо в концентрациях выше 0,3 мг/л вода после непродолжительного контакта с воздухом окисляется кислородом и придает воде желтовато-бурый цвет. Такая вода вызывает появление ржавых подтеков, что мы и наблюдали на данном роднике. При концентрациях выше 1 мг/л вода мутная окрашивается в желто-бурый цвет при недлительном контакте с воздухом. Такая вода не допустима для использования, как в питьевых, так и в технических целях. Повышенное содержание железа может наблюдаться из-за присутствия гумусовых веществ, которые связаны с трехвалентным железом.

Вода с минерализацией ниже 1000 мг/л считается пресной, такой показатель у большинства рек и озер. Именно этот порог считается наивысшим для питьевой воды, на этом пределе человек не ощущает дискомфорта и неприятного соленого или горького вкуса. Такие результаты показывают пробы воды родников у д.Молявино и на ул.Ярославской. Минерализация воды выше 1000 мг/л, кроме того, что меняет ее вкус, понижает способность утолять жажду, и порой оказывает вредное воздействие на организм.

Жёсткость воды – совокупность химических и физических свойств воды, связанных с содержанием в ней растворённых солей щёлочноземельных металлов, главным образом, кальция и магния. Жёсткая вода при умывании сушит кожу, в ней плохо образуется пена при использовании мыла. Использование жёсткой воды вызывает появление осадка (накипи) на стенках котлов, в трубах и т. п. В то же время использование слишком мягкой воды может приводить к коррозии труб, так как в этом случае отсутствует кислотно-щелочная буферность, которую обеспечивает гидрокарбонатная (временная) жёсткость. Потребление жёсткой или мягкой воды обычно не является опасным для здоровья, есть данные о том, что высокая жёсткость способствует образованию мочевых камней. В норме жесткость воды в роднике в районе д. Молявино, немного превышена норма – на 1,4 и 1,8 градусов в воде родников на ул.Донской и ул.Ярославской, соответственно. На 4,35 градуса – превышение в Святом роднике на р.Ковать. Повышенное содержание магния (на 7,8 мг/дм³) в этом же роднике лишь подтверждает данные о повышенной жесткости воды.

Присутствие хлоридов в воде может быть вызвано вымыванием залежей хлоридов, или же они могут появиться в воде вследствие присутствия стоков. Чаще всего хлориды в поверхностных водах выступают в виде NaCl, CaCl₂ и MgCl₂, причем, всегда в виде растворенных соединений. Содержание хлоридов во всех пробах не превышает нормы, но самое большое содер-

жание в воде Святого источника на р.Ковать – 290 мг/дм³ (при норме до 350 мг/дм³).

Присутствие в незагрязненных поверхностных водах ионов аммония связано, главным образом, с процессами биохимического разложения белковых веществ, мочевины, дезаминирования аминокислот. Естественными источниками аммиака служат прижизненные выделения гидробионтов. Кроме того, ионы аммония могут образовываться в результате анаэробных процессов восстановления нитратов и нитритов. Незначительное превышение нормативов наблюдается в Святом роднике (на 0,02 мг/дм³). Содержание сульфатов и нитритов во всех пробах не превышает нормы.

Содержание нитратов в норме для воды во всех родниках, кроме родника на ул.Донской, где наблюдается превышение в 1,3 раза. Нитраты поступают в воду из стоков от промышленной, бытовой и сельскохозяйственной деятельности. В данном случае вокруг находится частный сектор, возможно применение азотных удобрений. Нитраты способствуют образованию опасного вещества в крови – метгемоглобина, который приводит к кислородному голоданию, это проявляется быстрой утомляемостью, вялостью и головокружением.

Выводы

1. По химическим, органолептическим и микробиологическим показателям вода родников возле д. Молявино и на ул. Ярославской соответствует нормам СанПиН.

2. В роднике на ул.Донской обнаружено превышение концентрации нитратов в 1,3 раза, остальные показатели в норме.

3. Святой Источник на р.Ковать имеет превышение нормы по химическим и органолептическим показателям (цветность, запах, мутность, общая жесткость, концентрация железа, аммиака и магния). Пить воду из этого источника не рекомендуется.

4. Во всех источниках в небольших количествах обнаружены в разное время бактерии группы кишечной палочки (нормативы не превышены), перед употреблением воду необходимо кипятить.

Список использованной литературы

1. Лысак В.В. Микробиология. Минск: БГУ, 2007. 426 с.
2. Практикум по микробиологии / Под ред. А.И.Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
3. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1116-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, расфасованной в емкости [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/41/41662/>. (Дата обращения: 20.10.2017)
4. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования ГН 2.1.5.1315-03 [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Index2/1/4294815/4294815336.htm>. (Дата обращения: 20.10.2017)
5. Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы СанПиН 2.1.4.1175-02 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды, нецентрализованного водоснабжения [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://files.stroyinf.ru/Data1/10/10948/> (Дата обращения: 10.10.2018).



Российская научная конференция школьников

«ОТКРЫТИЕ»

г. ЯРОСЛАВЛЬ

📖 Ежегодно в апреле конференция собирает около 500 участников из 78 регионов Российской Федерации.

📖 **Организаторы конференции** — Российская академия наук, Департамент образования Ярославской области, Департамент образования мэрии города Ярославля, Средняя школа «Провинциальный колледж».

📖 **Цели конференции:** поддержка и отбор талантливой молодежи, демонстрация и пропаганда лучших достижений школьников, формирование творческих связей с исследовательскими коллективами и научными центрами дополнительного образования, привлечение общественного внимания к проблемам развития интеллектуального потенциала общества.

📖 **К участию приглашаются** лица в возрасте 14-18 лет, являющиеся гражданами Российской Федерации, а также гражданами зарубежных государств.

📖 **На конференции работают секции:**

<i>литературоведение</i>	<i>психология</i>	<i>право</i>	<i>химия</i>
<i>культурология</i>	<i>экономика</i>	<i>математика</i>	<i>биология</i>
<i>история</i>	<i>социально-политические</i>	<i>информатика</i>	<i>география</i>
<i>языкознание</i>	<i>науки</i>	<i>физика</i>	<i>экология</i>

📖 **Заявки направляются** в соответствии с Положением о конференции

до 15 февраля (до 17:00 по московскому времени) в адрес Оргкомитета в электронном виде. В состав заявки входят 3 файла:

- анкета участника;
- текст исследовательской работы с титульным листом;
- тезисы доклада;

Для работ на секцию «Информатика» высылается разработанный автором программный продукт.

📖 Конференция проводится в **два этапа:**

- I (заочный: с 15.02 до 31.03) - предварительная экспертиза и конкурсный отбор
- II (очный: в конце апреля) - публичная защита исследовательских работ

📖 Конференция включена в **федеральный перечень** олимпиад и иных интеллектуальных и (или) творческих конкурсов, мероприятий, направленных на развитие интеллектуальных и творческих способностей на 2019/20 учебный год. Участие в конференции бесплатное.

📖 **Положение о конференции**, сроки и порядок проведения конференции, условия оплаты и приема участников, результаты I и II этапов конференции, материалы конференций предыдущих лет размещаются на сайте конференции: <http://otkrytie.edu.yar.ru/>

📖 Все участники заочного этапа получают **Свидетельство участника**, участники очного этапа – **Сертификат участника**, авторы лучших докладов очного этапа награждаются **Дипломами, медалями** и памятными призами.

📖 **Программа проведения конференции** предусматривает Торжественное открытие конференции, работу предметных секций, дискуссии, церемонию награждения победителей конференции, встречи с ведущими учёными ярославских вузов, экскурсии по городу Ярославлю, культурную программу.

Оргкомитет конференции: 150049, г.Ярославль, ул.Б.Октябрьская, 79,
Средняя школа "Провинциальный колледж"
Телефон: (4852) 20-12-42
E-mail: conf.otkrytie@gmail.com

ОГЛАВЛЕНИЕ

К ЧИТАТЕЛЯМ	3
СЕКЦИЯ ХИМИИ	4
КАРИМОВА ДИЛЯРА, ОДИЛОВА РАХИМА. ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ АНТИБАКТЕРИАЛЬНОГО МЫЛА	4
ЛЬВОВА ЛИДИЯ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТВОРИМОГО КОФЕ ТОРГОВОЙ МАРКИ «NESCAFE» ...	9
МОЛЧАНОВА КРИСТИНА. ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫЙ ПРОТИВОКОРРОЗИОННЫЙ ПИГМЕНТ НА ОСНОВЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ	15
ПЕТРОВА ТАТЬЯНА, ФЕДОТОВА КСЕНИЯ. СРАВНЕНИЕ СВОЙСТВ ЖИДКИХ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ МЫТЬЯ ПОСУДЫ	19
СТАРШИНОВА МАРИЯ. ИЗУЧЕНИЕ ПРОЦЕССОВ ОЧИСТКИ ВОДЫ С ПОМОЩЬЮ ИОНИТОВ	27
СЕКЦИЯ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ	30
ЦВЕТКОВА ВИКТОРИЯ. ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ СУХОДОЛЬНЫХ ЛУГОВ ОКРЕСТНОСТЕЙ СЕЛА БЕЛОЕ ПОШЕХОНСКОГО РАЙОНА	30
ФЕФИЛОВА ЕЛИЗАВЕТА. ДИЗАЙН ГРНК И СБОРКА ПЛАЗМИД ДЛЯ ОДНОВРЕМЕННОЙ СВЕРХЭКСПРЕССИИ ГЕНОВ MSH2 И MSH6 В КЛЕТКАХ ЧЕЛОВЕКА С ПОМОЩЬЮ ТЕХНОЛОГИИ CRISPR	33
ПОТАПОВА ДИАНА. СРАВНЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ И УРОВНИ ВАРЬИРОВАНИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЦЕНОПОПУЛЯЦИЙ ПИЖМЫ ОБЫКНОВЕННОЙ (TANACETUM VULGARE L.) В НЮРБИНСКОМ И УСТЬ-АЛДАНСКОМ УЛУСАХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЯКУТИИ	37
ВЯТКИНА МАРГАРИТА. ФАРМАКОГНОСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ИНТРОДУЦИРОВАННЫХ РАСТЕНИЙ ШАЛФЕЯ ЛЕКАРСТВЕННОГО (SALVIA OFFICINALIS) В УСЛОВИЯХ СЕВЕРНОЙ ЛЕСОСТЕПИ	39
АВАКЯН АРТЕМ. КАК СФОРМИРОВАТЬ ЗДОРОВЫЕ КОСТИ У ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ: АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ	42
СЕКЦИЯ ЭКОЛОГИИ	46
ГЛАЗКОВ ИЛЬЯ. ОЦЕНКА ЖИЗНЕННОГО СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ В РАЙОНЕ ПОСЕЛКА НЕКРАСОВСКОЕ ЯРОСЛАВСКОЙ ОБЛАСТИ	46
КУДРЯВЦЕВ АРСЕНИЙ. ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ РЕКИ СЕРОВКИ Г. ЧЕРЕПОВЦА	48
МАКАРЕНКО ИРИНА. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ПЕСТИЦИДА «ПРОТОН» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ALLIUM SERA В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА	51
АРТЕМЬЕВА КАРИНА. КОМПЛЕКСНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ФЛОРЫ И РАСТИТЕЛЬНОСТИ ПАМЯТНИКА ПРИРОДЫ «УРОЧИЩЕ ГОРОДСКАЯ ДАЧА»	53
БЕЛЯКОВ ДМИТРИЙ. ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЕВ С ПОМОЩЬЮ ИЗМЕРЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ИМПЕДАНСА ПРИКАМБИАЛЬНОГО СЛОЯ СТВОЛА	58
БЕРЕЗНИКОВ РОМАН. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ ПРУДОВ ЯРОСЛАВСКОГО ЗООПАРКА	59
ЖУКОВА АНАСТАСИЯ. ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ РЕКИ ВОЛГИ	62
МОРОЗОВ СЕРГЕЙ. ОСОБЕННОСТИ ЗАРАСТАНИЯ ВРЕМЕННЫХ ВОДОЕМОВ ПОЙМЫ РЕКИ ХОПЕР В МНОГОВОДНЫЙ ГОД	65
МИРОШНИКОВ ИЛЬЯ. АДВЕНТИВНАЯ ФЛОРА ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОСЕЛКА ВАРВАРИНО (ХОПЕРСКИЙ ЗАПОВЕДНИК)	68
МИННИКОВ ЯРОСЛАВ. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПАРКА «ХАРИНКА» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ БИОИНДИКАЦИОННЫХ МЕТОДОВ	70
МЕЛЬНИКОВ ДАНИИЛ. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ РОДНИКОВ ГОРОДА ТУТАЕВА И ЕГО ОКРЕСТНОСТЕЙ	72
РОССИЙСКАЯ НАУЧНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ ШКОЛЬНИКОВ «ОТКРЫТИЕ»	75

Материалы конференции. Естественно-научные исследования школьников

Технический редактор, макетирование – О.Г.Левина

Тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии ООО «ВЕРШИНА-ЭКСПО». г.Ярославль