

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

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

Материалы конференции

**Естественно-
научные
исследования
школьников**

Ярославль, 2018

УДК 001.5
ББК 72я2
М 34

М 34 Материалы конференции «Открытие». Естественно-научные исследования школьников. — Ярославль: Средняя школа «Провинциальный колледж», 2018. – 72 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

Вот уже более 20 лет Российская научная конференция школьников «Открытие» в Ярославле встречает юных исследователей России, а также зарубежных стран. За годы работы в конференции принимали участие школьники из 79 регионов Российской Федерации, Финляндии, Чехии, Армении, Латвии, Молдовы, Украины, Беларуси. Через руки экспертных комиссий прошло около 12 тысяч исследовательских работ.

XXI Российская научная конференция школьников «Открытие» состоялась 20-22 апреля 2018 года. После тщательного анализа и отбора согласно критериям и требованиям, предъявляемым к научным исследованиям, на очный этап конференции было допущено около 300 работ. Доклады школьников прозвучали на 25 тематических секциях по всем направлениям науки.

В последние годы благодаря *генеральному партнеру – группе компаний «Р-Фарм»* Оргкомитет конференции получает возможность опубликовать полные тексты исследовательских работ по естественным наукам. Наш партнер в течение нескольких лет оказывает поддержку юным естествоиспытателям, школьникам, серьезно увлеченным химией и биологией.

«Р-Фарм» проводит специальные конкурсы, конференции, семинары, экскурсии на фармацевтические предприятия, встречи сотрудников со школьниками и студентами, реализует профориентационный проект «Фармстарт», при поддержке компании открыт фармацевтический класс.

Депутат Ярославской областной Думы, генеральный директор Акционерного общества «Фармославль» группы компаний «Р-Фарм» отметил: «...в рамках подписанного между «Р-Фарм» и Правительством области соглашения о реализации пилотного образовательного проекта для талантливых старшеклассников, мы имеем возможность вести систематическую работу и активно взаимодействовать со школами и образовательными центрами. Конференция «Открытие» – один из важнейших шагов в данном направлении».

В нашем издании собраны исследовательские работы призеров конференции в секциях химии, биологии и экологии, работы, рекомендованные к публикации Экспертным советом XXI Российской научной конференции школьников «Открытие». Работы печатаются с некоторыми сокращениями.

Полные тексты исследований призеров Российской научной конференции школьников «Открытие» 1996-2018 годов опубликованы на официальном сайте конференции: <http://otkrytie.edu.yar.ru/discover/materials.html>.

Публикация – это определенный итог работы, подтверждение авторского права и возможность распространения своих достижений. Сборник материалов конференции «Открытие» 2017 года окажется полезным и для его авторов, и для начинающих исследователей, и для педагогов. Данное издание может исполнять роль практического пособия.

О.Г.Левина, член оргкомитета Российской научной конференции школьников «Открытие»

ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛОКИСЛОТ В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ ТАВОЛГИ ВЯЗОЛИСТНОЙ

ВАСИЛЬЕВА АННА

ГБОУ Республики Марий Эл «Политехнический лицей-интернат», 11 класс, г.Йошкар-Ола

Научные руководители: Лапыгина Екатерина Александровна, Алябышева Светлана Николаевна, учителя лицея

В древности многие народы считали лабазник вязолистный (таволга) культовым растением, поэтому он пользовался особым и заслуженным почитанием. Русскому народу таволга была известна еще во времена былины о «Садко» – её герои, чтобы выяснить, кого принести в жертву морскому царю, мечут «жеребья таволжаны».

В России лабазник не зря называют «сорокоприточником», потому что, как считали, он поможет при сорока недугах. В 1838 году из таволги ученым из Италии Р.Пириа было выделено вещество – спиреевая кислота, оказавшаяся производным природной салициловой кислоты.

Только через полвека после открытия Стоуна ученые смогли определить химический состав салициловой – «спиреевой» кислоты. Однако практического применения салициловая кислота тогда не получила. Салицин оказался не таким дешевым, как любая продукция, производимая из натуральных компонентов. А более доступная салициловая кислота и действовала хуже, и наносила вред желудочно-кишечному тракту больного.

Как часто бывает в науке, помог случай. В 1888 году в преуспевающую на рынке красок компанию Вауер, в ее химическую исследовательскую лабораторию, пришел сын немецкого фабриканта, выпускник престижного мюнхенского университета Феликс Хоффман, который стал заниматься синтезом ацетилсалициловой кислоты.

10 августа 1897 года Хоффману удалось впервые получить ацетилсалициловую кислоту. А 6 марта 1899 года немецкий химик получил патент на аспирин [1,2].

Аспирин — чудесное и простое средство при простудных и воспалительных заболеваниях, но он сильно раздражает желудок, а при повышенной кислотности аспирин может навредить. Иногда всего одна таблетка может спровоцировать кровотечение. А таволгу, которую иначе называют растительным естественным аналогом аспирина, можно смело принимать людям с повышенной кислотностью и другими заболеваниями ЖКТ. У некоторых людей есть аллергия именно на синтетический аспирин, а вот на лабазник может и не быть. Тогда он становится прекрасным заменителем искусственно синтезированного аспирина [3].

Целью данной работы является количественное определение фенолокислот в различных органах лабазника вязолистного.

Для этого необходимо было решить следующие за-

дачи:

1. Провести сбор растительного сырья в местах с разной антропогенной нагрузкой;
2. Приготовить отвары и настои из вегетативных и генеративных органов лабазника вязолистного;
3. Определить в приготовленных отварах и настоях количественное содержание фенолокислот.

Гипотеза: загрязнения окружающей среды могут повлиять на синтез, накопление и распределение органических кислот в разных органах растения.

Ботаническое описание. Лабазник вязолистный или таволга (лат. *Filipéndula ulmaria*) – представитель рода лабазник (лат. *Filipéndula*) подсемейства Розовые или шиповниковые (лат. *Rosoideae*) семейства Розоцветные или Розанные (лат. *Rosaceae*). Род объединяет до 10 видов широко распространенных в лесах и степях Северного полушария.

Многолетник 1-3 м высоты, травянистое растение с мощным, толстым корневищем. Стебель прямостоячий, облиственный. Листья крупные (до 30 см длины), с прилистниками и короткими черешками, непарноперистые, с острозубчатыми яйцевидно-ланцетно заостренными, снизу зелеными или серовато-войлочными концевыми 3-5-лопастными листочками. Растение отличается от других видов розовых прерывисто перистыми листьями, в которых между крупными листочками на рахисе имеются более мелкие. Листочки по жилкам гофрированные. Цветки с вогнутым гипантием, мелкие (5-8 мм в диаметре), белые, 5-ти членные, собраны в очень большом количестве в широко раскидистое метельчато-щитковидное верхушечное соцветие. Формула цветка лабазника или таволги вязолистной: $*\text{C}_5\text{J}_5\text{T}\infty\text{P}\infty$. Плод – многоорешек, орешки голые, серповидные, спирально-скрученные. Цветет в июле-августе [4].

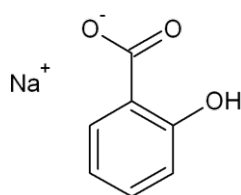
Распространение. Распространена в природе Европы, Малой и Средней Азии, Казахстана, Кавказа, Сибири, Монголии. Предпочитает влажные участки, лабазник занимает хорошо обводнённые места: берега рек, озёр, ручьев, речек, травяные болота и влажные лиственные леса. Заросли лабазника на плодородных влажных почвах труднопроходимы. Растёт по сырым низинным и послелесным лугам и низинным травяным болотам, на опушках заболоченных лесов, в пойменных и влажных тенистых лесах, по берегам водоёмов и канавам. Ареал произрастания таволги — поля и луга [4].

Химический состав. Лечебные свойства лабазника

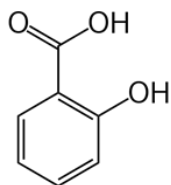
определяются преимущественным действием дубильных веществ, фенольных соединений (салициловый альдегид), фенолкарбоновых кислот, катехинов, флавоноидов, эфирных масел. Цветки лабазника содержат эфирное масло (0,2-1,25%) с сильным характерным запахом медового оттенка, главным компонентом которого является салициловый альдегид. Кроме того, в эфирном масле идентифицированы ароматические альдегиды и сложные эфиры: ванилин, бензальдегид, 4-метоксибензальдегид, метилсалицилат, этилбензоат, фенилэтилацетат, фенетиловый и бензиловый спирты. Основными компонентами эфирного масла лабазника вязолистного в фазе цветения являются метилсалицилат (28,2%), α -терпинеол (2,1%), салициловый альдегид (2,8%), ионол (3,1%), хотриенол (6,2%), линалоол (4,9%) и *n*-трикозан (8,3 %). Основные компоненты эфирного масла фазы плодоношения – салициловый альдегид (12,4%), ионол (11,8%) и метилсалицилат (11,2%). В цветках лабазника обнаружены алифатические азотсодержащие соединения (изобутиламин, изоамиламин; высшие жирные кислоты (стеариновая, линоленовая). В надземных частях лабазника обнаружены фенолокислоты (до 5,5%): салициловая, галловая, эллаговая, *n*-кумаровая, анисовая и ванилиновая, а в их

цветках, кроме того, установлено присутствие хлорогеновой кислоты. В подземной и надземной частях растения содержатся производные бензола: метилсалицилат и салициловый альдегид. Кроме того, выявлено содержание фенолгликозидов (гаултерина и спиреина). Цветки и листья лабазника вязолистного являются источником салицилатов: изосалицина, гелицина, метилсалицилата. Установлено присутствие в траве флавоноидов (4,0-9,8%): кверцетина и 5 его гликозидов (рутин, гиперозид, авикулярин, спиреозид, кверцетин-3-глокуронид) и кемпферол-4-глокозида. Отмечено, что спиреозид преимущественно (3,5%) содержится в цветах и плодах, а гиперозид в листьях. Причем общее количество флавоноидов составляет 6 % в цветах, 1-4% в плодах и 1% в листьях и стеблях. В траве лабазника обнаружены дубильные вещества (таннины) смешанной группы с преобладанием пирокатехинового ряда: в листьях: 13,3-35,46%, в стеблях: 3,26-12,97%, а в корневищах: 11,82-39,5%. Отмечено значительное содержание в листьях аскорбиновой кислоты 250-376 мг%, кроме того, листья лабазника являются уникальными накопителями каротиноидов (β -каротин): они содержат до 157,1 мг% этих веществ, в соцветиях их меньше – до 52,7 мг [4-6].

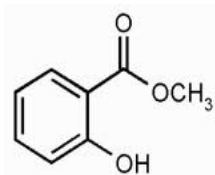
Характеристика основных действующих веществ



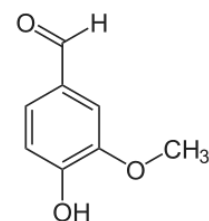
Натрия салицилат - лекарственное средство, анальгетик антипиретик из группы производных кислоты. Основной профиль применения - в качестве болеутоляющего и жаропонижающего средства. Относится к возможным заменам ацетилсалициловой кислоты для чувствительных к ней людей. Белый кристаллический порошок или мелкие чешуйки без запаха, сладковато-солёного вкуса. Очень легко растворим в воде (1:1), растворим в спирте (1:6) [7].



Салициловая кислота (от лат. *salix* «ива») - 2-гидроксibenзойная или фенольная кислота, $C_6H_4(OH)COOH$; хорошо растворима в этаноле, диэтиловом эфире и других полярных органических растворителях, плохо растворима в воде (1,8 г/л при 20°C). Белые мелкие игольчатые кристаллы или легкий кристаллический порошок, без запаха. Летуч с водяным паром. При осторожном нагревании возгоняется.



Метилсалицилат – бесцветная летучая жидкость с сильным характерным запахом, в настоящее время используется преимущественно синтетический метилсалицилат. Применяют наружно в качестве обезболивающего и противовоспалительного средства в смеси с хлороформом, маслом терпентинным, жирными маслами для втирания при суставном и мышечном ревматизме, артритах.



Ванилин (ваниль) - бесцветные игольчатые кристаллы с запахом ванили. Формула ванилина $C_8H_8O_3$. Он содержит альдегидную, эфирную и фенольную функциональные группы. Ванилин содержится в виде гликозида в плодах и является основным компонентом экстракта ванили. Применяется, в основном, синтетический, в качестве ароматизатора в пищевой, парфюмерной и фармацевтической промышленности.

На основании структурных формул основных действующих веществ можно сделать следующие выводы: все они являются производными фенола, т.е. содержат бензольное кольцо и гидроксигруппу.

Медико-биологическое значение. Имея в своём арсенале мощное противовоспалительное, антибактериальное и антивирусное действие, настои и отвары

из таволги применяют при лечении гриппа, ОРЗ, головных и суставных болях.

Лабазник вязолистный применяют как общеукрепляющее, бактерицидное, противовоспалительное, в последнее время доказано противоопухолевое и иммуномодулирующее действие. Как уже говорилось выше, растение содержит салицилаты - растительный

аналог аспирина, а, как известно, аспирин обладает очень сильным раздражающим действием на желудок. Так вот у лабазника, несмотря на присутствие большого количества салицилатов, этого действия не отмечается. И его можно без опасений принимать даже при повышенной кислотности желудочного сока.

Цветки и траву лабазника используют при заболеваниях верхних дыхательных путей, как потогонное, при бронхиальной астме, как спазмолитическое средство. Они обладают седативным действием, их назначают при гипертонической болезни, эпилепсии, невралгии, ипохондрии и других неврозах, как снотворное.

Наружно отвар таволги применяется для промывания ран, ожогов, пролежней, фурункулеза, обморожений, для лечения различных дерматитов.

В результате опытов, проводившихся в Институте Мозга Человека РАН, выявлена возможность применения препаратов лабазника для лечения нарушений мозгового кровообращения, их применение увеличивает умственную работоспособность, улучшает нейродинамику, внимание, память, уменьшает эмоциональные

расстройства, снижает содержание общего холестерина.

Таким образом, таволга является прекрасным заменителем синтетического аспирина. Отвары и настои из лабазника вязолистного более безопасно действуют на организм человека и помогают при многих болезнях [1,8].

Материалы и методы исследования

Заготовка сырья. Мы собрали таволгу из нескольких мест с разной антропогенной нагрузкой, высушили в темном месте (рис.1), затем отделили листья и соцветия от стеблей. В общей фармакопейной статье 1.4.1.0018.15 «Настои и отвары» говорится, что при приготовлении водных извлечений отдельные морфологические группы цельного лекарственного растительного сырья необходимо предварительно измельчить: стебли – до частиц размером не более 7 мм; листья и цветки – до частиц не более 5 мм (рис. 2). Затем добавить воду в сосуд с измельченными частями растения и настаивать на водяной бане.



Рис.1. Процесс сушки



Рис.2. Измельченное сухое сырье



Рис. 3. Готовые к исследованию отвары листьев

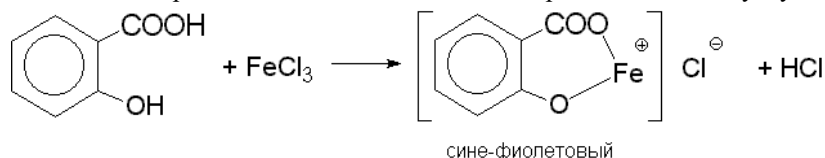
Для цветков, листьев, трав время настаивания на водяной бане составляет 15 минут, затем при комнатной температуре настои остывают 45 минут. Для коры, плодов, семян, побегов, подземных органов время настаивания на водяной бане составляет 30 минут, затем отвар остывает при комнатной температуре 10 минут, после чего необходимо отфильтровать раствор, удалив мелкие части растений. Именно при таком способе приготовления отваров и настоев в раствор переходит мак-

симальное количество полезных веществ и минимальное количество балластных и вредных (рис.3) [9].

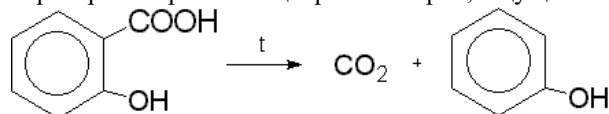
Методика определения качественного и количественного состава фенолокислот в растительном сырье

Качественные реакции на фенолокислоты. С раствором хлорида окисного железа появляется синевато-фиолетовое окрашивание, исчезающее от прибавления нескольких капель разведенной соляной кислоты и не-

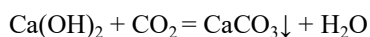
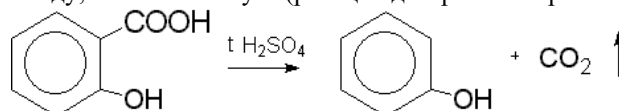
исчезающее от прибавления нескольких капель разведенной уксусной кислоты.



Препарат нагревают с цитратом натрия; ощущается запах фенола.



Препарат нагревают с концентрированной серной кислотой и выделяющийся газ пропускают через известковую воду; появляется муть (реакция декарбоксилирования).



Водный раствор имеет кислую реакцию.

С реактивом Марки (концентрированная серная кислота + формальдегид) образуется малиновое окрашивание при слабом нагревании (образование ауринового красителя).

Количественное определение фенолоксилов. В бюретку наливают раствор щелочи с точно известной концентрацией. В колбу для титрования помещают анализируемый раствор, добавляют 1-2 капли фенолфталеина и титруют до появления бледно-розовой окраски, которая будет держаться в течение 30 секунд. Титровать необходимо хотя бы три раза, при этом расхождение результатов должно быть не более чем на 0,1 мл. Затем по закону эквивалентов находят концентрацию определяемого вещества в аликвоте и делают пересчет на общий объем анализируемого раствора (Метод кислотно-основного титрования).

Экспериментальная часть

Опыт №1. Качественное определение наличия фенолоксилов в отварах и настоях лабазника вязолистного.

При добавлении раствора хлорида железа (III) появляется сине-фиолетовое окрашивание, исчезающее после прибавления нескольких капель разведенной соляной кислоты и не исчезающее после прибавления нескольких капель разведенной уксусной кислоты.

Опыт №2. Количественное определение. Метод титрования.

К 5 г сухого сырья добавили 210 мл дистиллированной воды и приготовили отвары и настои. После настаивания на водяной бане отфильтровали через марлю и довели объем раствора до 200 мл. Из этого объема брали аликвоту 10 мл и титровали стандартизированным по соляной кислоте раствором щелочи.

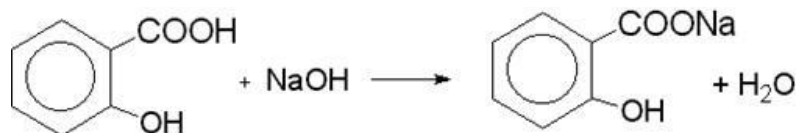


Таблица 1. Содержание кислот в разных частях растения

	Соцветия	Листья	Стебли
Сады Мазары Медведевский район Республика Марий Эл (у дороги)	0,002903 моль/мл	0,0018221 моль/мл	0,0003088 моль/мл
Сады Мазары Медведевский район Республика Марий Эл (у пруда)	0,0025633 моль/мл	0,0025478 моль/мл	0,0003397 моль/мл
Берег реки Малая Кокшага «Сосновая роща» в черте города Йошкар-Ола	0,002625 моль/мл	0,0019456 моль/мл	0,0004014 моль/мл
Лес «Сосновая роща» в черте города Йошкар-Ола	0,0044472 моль/мл	0,0043823 моль/мл	0,0003088 моль/мл
Трасса в районе поселка Пемба Медведевского района	0,0020691 моль/мл	0,0053428 моль/мл	0,0002161 моль/мл

ставленные в таблице 1.

Результаты и их обсуждение

Мы определили содержание кислот в разных частях растения и получили следующие данные, пред-

Обсуждение результатов

Значение содержания фенолоксилов в стеблях на

порядок отличается от их содержания в соцветиях и листьях. Это объясняется тем, что стебли – проводящая ткань, она не запасает органические кислоты. Самое высокое содержание активных веществ наблюдается у растений, населяющих берег реки Малая Кокшага. Можно предположить, что на относительно высокое содержание фенолокислот в стеблях в этой местности повлияло нахождение рядом водоема, за счет чего транспорт веществ от корней к надземным частям растения и обратно более интенсивен, а вместе с водой переносятся и салицилаты, т.к. они хорошо растворимы в воде. У трассы в районе поселка Пемба, наоборот, содержание органических кислот меньше, т.к. это самое загрязненное и сухое место.

Наименьшее количество фенолокислот в соцветиях наблюдается в самой загрязненной местности (трасса в районе поселка Пемба). Мы предполагаем, что в этом районе развитие соцветий замедлилось, из-за чего органические кислоты, синтезируемые в корне, не смогли равномерно распределиться между соцветиями и листьями. Наибольшее количество фенолокислот оказалось в районе леса «Сосновая роща». Можно предположить, что такие условия наиболее благоприятны для произрастания таволги: высокая влажность, затененное место, что способствует равномерному распределению органических кислот между соцветиями и листьями.

Аномально высокое содержание фенолокислот в листьях наблюдается у трассы в районе поселка Пемба. Т.к. соцветия развиваются медленно, большая часть органических кислот накапливается в листьях. Наиболее низкие значения – в районах сады Мазары (около дороги) и берег реки Малая Кокшага. Можно предположить, что на содержание фенолокислот в листьях влияет то, что растения цветут на открытой местности, следовательно, соцветия развиваются быстрее, и часть органических кислот, предназначенных для листьев, переходит в соцветия.

Равномерное распределение органических кислот между листьями и соцветиями наблюдается в затененных местах с повышенной влажностью (сады Мазары возле пруда и лес «Сосновая роща»). В соцветиях содержание фенолокислот больше, чем в листьях в районах сады Мазары (у дороги) и берег реки Малая Кокшага, т.к. таволга цветет на открытой местности. Благодаря солнцу соцветия развиваются быстрее и накапливают немного больше органических кислот, чем листья. Около трассы в районе поселка Пемба соцветия развиваются медленнее, т.к. в этой местности высокий уровень загрязнения. Поэтому основная часть фенолокислот накапливается в листьях.

Выводы

Наименьшее содержание органических кислот в соцветиях и наибольшее в листьях наблюдается в наиболее загрязненном месте. Органические кислоты синтезируются в корнях растения, затем равномерно распределяются по листьям и соцветиям. В условиях загрязнения соотношение нарушается, генеративные части растения не могут полностью развиваться, поэтому салицилаты аккумулируются в листьях.

В стеблях растений содержание салицилатов значительно меньше, чем в соцветиях или в листьях, так

как стебли – это проводящая ткань.

На свету соцветия развиваются быстрее, поэтому содержание салицилатов в них больше, что и наблюдается у растений, цветущих на открытой местности.

В затененных местах соцветия и листья развиваются постепенно и одновременно, поэтому распределение органических кислот происходит равномерно.

Противопоказания к применению:

Осторожно употреблять все средства с таволгой во время беременности;

Детям до 12 лет также употреблять лабазник следует осторожно;

Очень редко, но существует индивидуальная непереносимость растения, при котором принимать средства с ним нельзя;

Лабазник существенно понижает давление, поэтому он противопоказан всем, кто страдает гипотонией;

Не стоит принимать растение при пониженной свертываемости крови.

Лабазник вязолистный – прекрасный заменитель синтетического аспирина: он ничуть не уступает искусственно синтезированному аспирину, обладая теми же целебными свойствами, но в то же время он более безвреден. Именно таволга может стать заменителем аспирина для людей, которым его не рекомендуется употреблять.

Список литературы

1. Применение таволги в медицине. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gardenia.ru/pages/tavolga004.htm>
2. Незаменимый аспирин. [Электронный ресурс]. URL: http://www.uvaga.biz/luchshie_sovety/nezamenimyj_aspirin_esche
3. Один цветок против сорока недугов. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.medpulse.ru/health/prophylaxis/prof/14725.html>
4. Лабазник вязолистный (*Filipendula ulmaria* (L.) Maxim.). [Электронный ресурс]. URL: <http://lektrava.ru/encyclopedia/labaznik-vyazolistnyy/>
5. Гудкова Н.Ю. О перспективах интродукции представителей рода лабазник (*Filipendula* Mill.) в качестве источников лекарственного сырья // Сельскохозяйственная биология. 2012. № 2. С 73-79.
6. Высочина Г.И., Кукушкина Т.А., Шалдаева Г.М. Содержание основных групп биологически активных веществ в растениях сибирских видов *Filipendula* Mill. // Химия растительного сырья. 2014. № 2. С. 129-135
7. Салицилат натрия. [Электронный ресурс]. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B0%D0%BB%D0%B8%D1%86%D0%B8%D0%BB%D0%B0%D1%82_%D0%BD%D0%B0%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%8F
8. Таволга – полезные и лечебные свойства. [Электронный ресурс]. URL: <http://vsenarodnaya-medicina.ru/tavolga/>
9. ОФС.1.4.1.0018.15 Настои и отвары.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТВОРИМОГО КОФЕ ТОРГОВОЙ МАРКИ «NESCAFE»

ЛЬВОВА ЛИДИЯ

МБОУ «Гимназия №30», 9 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

Кофе – один из самых востребованных напитков современных людей, который изготавливается из жареных семян кофейного дерева. История кофе уходит своими корнями в далекое прошлое, что дает возможность говорить о его популярности на протяжении длительного времени у многих народов. В настоящее время этот напиток занимает второе место в мире (после нефти) по товарообороту. Многие из нас не представляют себе жизни без кофе, без его пробуждающего аромата по утрам, без горьковатого и вместе с тем такого приятного и тонизирующего вкуса. Кофе бодрит тело и дух, спасает от болезней и плохого настроения, позволяет справиться с самой сложной задачей и найти вдохновение.

Можно ли сравнивать растворимый и молотый кофе? Конечно же, нет, т.к. они отличаются по цене, по методике производства, по вкусу и аромату. Однако зачастую из-за нехватки времени предпочтение отдается именно растворимому кофе, который представлен в трех видах: сублимированный, порошкообразный и гранулированный. Поэтому проблема выбора хорошего качественного растворимого кофе является актуальной.

Новизна данного исследования состоит в том, что впервые будут сравниваться виды растворимого кофе,

различающиеся по способу производства, торговой марки «Nescafe», являющейся крупнейшей не только в России, но и во всем мире.

Объектом исследования являются виды растворимого кофе торговой марки «Nescafe», а **предметом** – сравнение ряда их характеристик между собой.

Целью настоящей работы стало проведение сравнительного анализа растворимого кофе торговой марки «Nescafe» (рис. 1).

Для достижения данной цели были поставлены **следующие задачи**:

1. Определить массовую долю влаги методом ускоренного высушивания;
2. Выявить фальсификацию натурального кофе кофейным напитком;
3. Выделить кофеин;
4. Провести качественный анализ образцов на танин, кофеин, витамины PP, B₁, B₂, B₆, E, P;
5. Определить количественное содержание витамина P.

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



Рис. 1. Исследуемые образцы кофе: 1 – гранулированный, 2 – сублимированный, 3 – порошкообразный, 4 – порошкообразный с добавлением натурального жареного молотого кофе

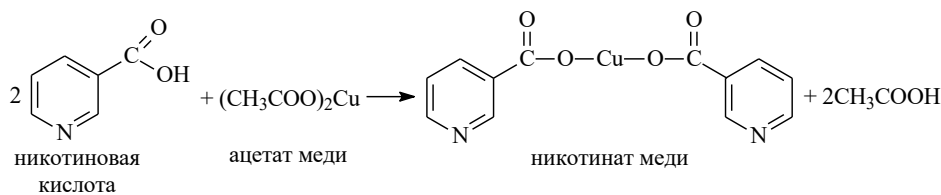
Теоретическая часть

Кофе – уникальный продукт, содержащий в своем составе свыше 100 компонентов и 2000 веществ. Так из чего же состоит растворимый кофе? Считается, что в таком напитке только 15-20 % составляющих получены из натурального кофе, т.к. кофейные зерна для растворимого кофе иногда вываривают 5-10 часов. При этом все полезные, ароматические и вкусовые вещества остаются в гуще, которая не используется. В основном переходит только кофеин и некоторое количество кислот. Остальные 80 % состава рас-

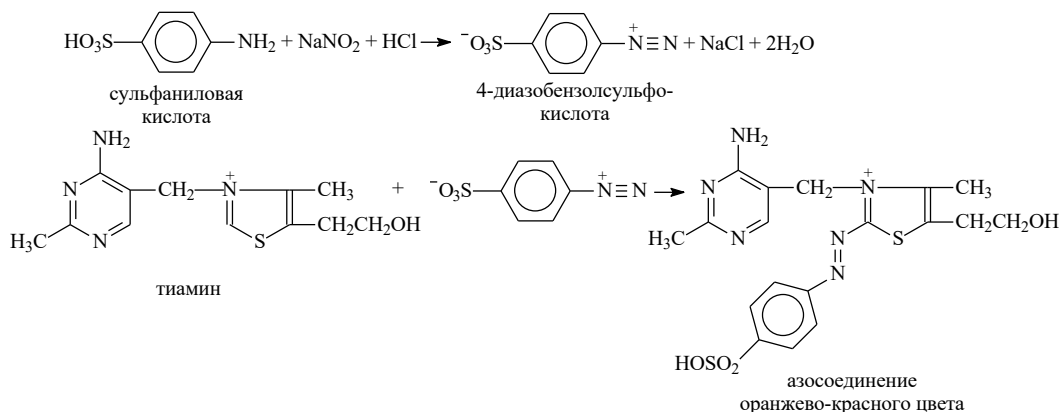
творимого кофе – ароматизаторы, стабилизаторы, красители, консерванты, усилители вкуса [8-12]. Производители дешевого растворимого кофе могут добавлять размолотый цикорий, зерно и многое другое, о чем не пишут на упаковке. Однако в растворимом кофе обнаружены и витамины: тиамин (B₁), рибофлавин (B₂), никотиновая кислота (PP), пиридоксин (B₆), рутин (P), токоферол (E) [1-3, 5-7].

Для обнаружения перечисленных витаминов, а также кофеина и танина в настоящей работе были проведены качественные реакции [2, 3, 5-7]:

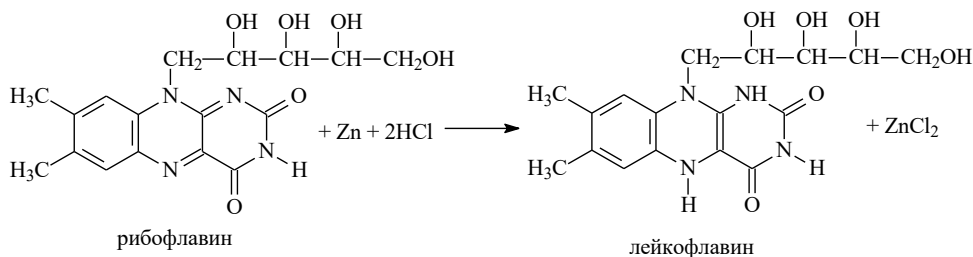
витамин PP – при нагревании с уксуснокислой медью образуется плохо растворимый синий осадок медной соли никотиновой кислоты:



витамин B₁ – при добавлении к тиамину в щелочной среде диазореактива образуется сложное соединение витамина с диазобензолсульфокислотой, окрашенное в оранжевый, красный или оранжево-красный цвет:

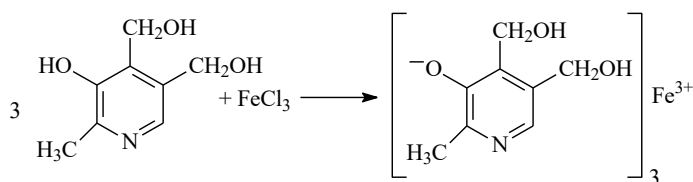


витамин B₂ – восстанавливается выделяющимся при добавлении металлического цинка к соляной кислоте водородом через промежуточные соединения красного цвета (родофлавин) в бесцветный лейкофлавин. Наблюдается переход желтого окрашивания в зеленоватый цвет, позже в малиновый, розовый, затем раствор обесцвечивается.:

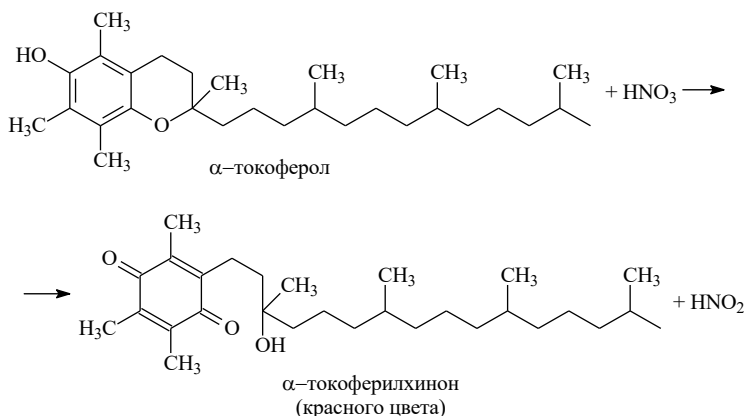


При взбалтывании обесцвеченного раствора лейкосоединения вновь окисляется кислородом воздуха в рибофлавин.

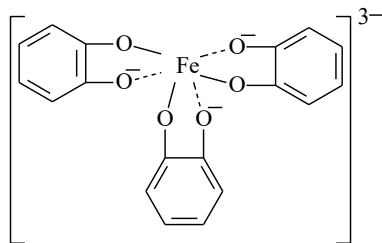
витамин B₆ – с хлорным железом образует комплекс типа фенолята железа кроваво-красного цвета:



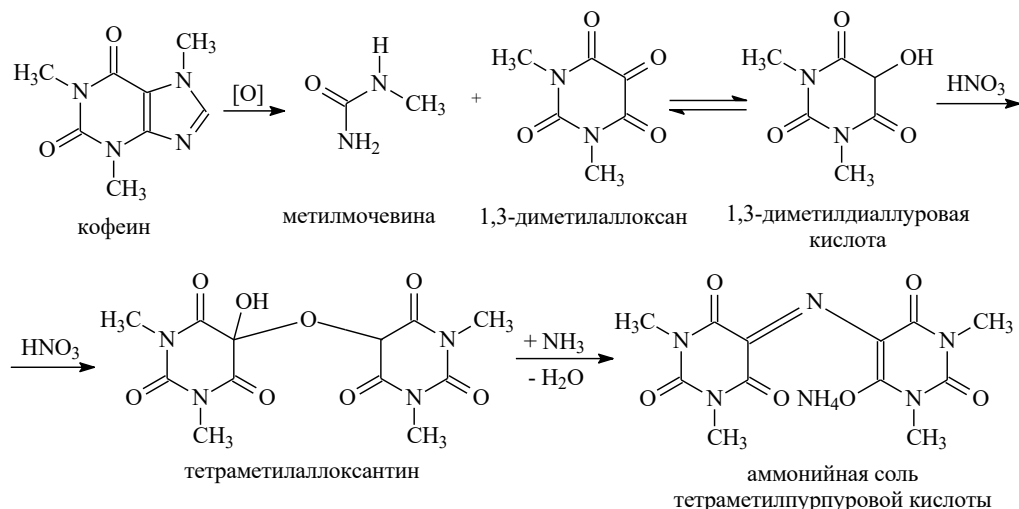
витамин E – при действии сильных окислителей (например, концентрированной азотной кислоты) образует соединения хиноидной структуры, окрашивающиеся в красный цвет:



витамин Р – при взаимодействии с хлоридом железа (III) образуется комплексное соединение зеленого цвета следующего строения:



кофеин – в результате его окисления образуется амалиновая кислота (тетраметилаллоксантин) оранжевого цвета, которая при реакции с концентрированным раствором аммиака образует пурпурат аммония:



танин – за счет наличия в составе фенольных гидроксильных групп с солями железа (III) образует окрашенные комплексы.

Экспериментальная часть

Определение массовой доли влаги методом ускоренного высушивания

Определение массовой доли влаги проводится в соответствии с ГОСТ 15113.4-77 «Методы определения влаги. Технические условия» [4]. Метод основан на высушивании кофе в сушильном шкафу при температуре 130 °С.

Оборудование: стеклянные бюксы, весы лабораторные аналитические, шкаф сушильный электрический, эксикатор, палочки стеклянные, щипцы.

Ход работы: из пробы кофе в высушенный бюкс берут навеску массой 5 г. Открытый бюкс с навеской и крышку помещают в сушильный шкаф и сушат при температуре 130 °С в течение 45 минут.

После высушивания навески бюкс вынимают из сушильного шкафа щипцами, закрывают крышкой, охлаждают в эксикаторе и взвешивают. За результат испытания принимают среднеарифметическое двух параллельных определений.

Массовую долю влаги (X , %) вычисляют по формуле:

$$X = \frac{(m_1 - m_2)}{m} \cdot 100,$$

где m – масса навески кофе, г; m_1 – масса бюкса с навеской до высушивания, г; m_2 – масса бюкса с навеской после высушивания, г.

Обнаружение фальсификации натурального кофе кофейным напитком. В состав кофейных напитков входят зерновые продукты: ячмень, рожь, овес, со-

держащие в своем составе крахмал, который можно обнаружить качественной реакцией с йодом. Именно на этом основан метод обнаружения фальсификации натурального кофе кофейным напитком.

Оборудование: конические колбы, стеклянные палочки, мерная пробирка.

Реактивы: раствор Люголя.

Ход работы: в коническую колбу приливают 1 мл профильтрованного напитка и 5 мл дистиллированной воды. Перемешивают полученный раствор стеклянной палочкой и добавляют 2-3 капли раствора Люголя.

Если в колбе появляется желтоватая окраска, которая постепенно исчезает, то это натуральный кофе. Если жидкость окрашивается в фиолетово-синий (синий) цвет, то кофе был приготовлен с добавлением кофейного напитка.

Выделение кофеина. Кофеин возгоняется при 180°С, в растворах находится в виде моногидрата, устойчивого до 100°С. Запах кофеина не чувствуется, на вкус – горьковат.

Оборудование: весы лабораторные, фарфоровые чашки, электроплитка, чашки Петри, ступка с пестиком, асбестовая сетка.

Реактивы: оксид магния.

Ход работы: в фарфоровую чашку помещают немного кофе (5 г) и оксида магния в соотношении 1:1 (по массе), растирают до порошкообразного состояния.

На электроплитку кладут асбестовую сетку и ставят на нее фарфоровую чашку с приготовленной смесью, прикрыв сверху чашкой Петри. Подогревание

проводят в течение 30 минут, не допуская обугливания. На поверхности чашки Петри, обращенной внутрь фарфоровой чашки со смесью, наблюдается конденсация влаги, а после ее высыхания образуется налет белого цвета (или игольчатые кристаллы).

Качественная реакция на кофеин. Для проведения качественной реакции на кофеин используют кристаллы, полученные при его возгонке с оксидом магния.

Реактивы: HNO_3 конц., 25 %-ный раствор NH_3 .

Ход работы: на стеклянную пластинку помещают немного кристаллов кофеина и добавляют 1-2 капли концентрированной азотной кислоты. Появляется желтое окрашивание.

Осторожно нагревают пластинку и выпаривают содержимое досуха. Полученный остаток смачивают каплей 25%-ного раствора аммиака. Появляется пурпурно-красное окрашивание вследствие образования аммонийной соли тетраметилпурпуровой кислоты.

Данные анализа сравнивают с эталоном (чистым кофеином).

Определение танина

Реактивы: FeCl_3 .

Ход работы: в пробирку наливают 2 мл кофе. Затем добавляют 5 мл раствора хлорида железа (III). При наличии в напитке танина содержимое пробирки окрасится в зелено-черный цвет.

Качественные реакции на витамины

Витамин РР

Реактивы: CH_3COOH конц., 2%-ный раствор уксусной кислоты.

Ход работы: к 2 мл раствора кофе добавляют 1 каплю концентрированной уксусной кислоты, все перемешивают. Полученный раствор нагревают до кипения, при этом мутный раствор становится прозрачным. Взболтав 2%-ный раствор ацетата меди, приливают 20 капель его к нагретому раствору кофе. Затем содержимое пробирки доводят до кипения и сразу охлаждают в токе холодной воды. На дне пробирки образуется синий осадок медной соли никотиновой кислоты.

Витамин В₁

Реактивы: диазореактив (5 капель 1%-ного раствора сульфаниловой кислоты в 2%-ном растворе соляной кислоты + 5 капель раствора NaNO_2), 10 %-ный раствор Na_2CO_3 .

Ход работы: диазореактив готовится непосредственно перед опытом. К 10 каплям диазореактива добавляют 2-4 капли кофе и 5-7 капель Na_2CO_3 . Жидкость окрашивается в оранжевый или красный цвет.

Витамин В₂

Реактивы: HCl конц., Zn (пыль).

Ход работы: в пробирку наливают 10 капель кофе, добавляют 5 капель концентрированной соляной кислоты и немного цинковой пыли. Начинается бурное выделение пузырьков водорода, жидкость постепенно окрашивается в розовый или красный цвет, затем бледнеет и обесцвечивается (происходит обратное окисление лейкофлавина в рибофлавин).

Полученные результаты и их обсуждение

Полученные результаты представлены в таблице:

Витамин В₆

Реактивы: 1%-ный раствор FeCl_3 .

Ход работы: к 4 мл кофе добавляют 0,5 мл 1%-ного раствора хлорида железа (III), встряхивают. Появляется красное окрашивание.

Витамин Е

Реактивы: HNO_3 конц.

Ход работы: в сухую пробирку вносят 5 капель кофе и добавляют 10 капель концентрированной азотной кислоты. Содержимое пробирки встряхивают. Появляется красное окрашивание.

Витамин Р

Реактивы: FeCl_3 тв.

Ход работы: берут 100 мг кофе, добавляют 15 мл дистиллированной воды (если кофе молотый, то кипятят в течение 3 мин.). Дают остыть, отбирают в пробирку 1 мл раствора кофе и добавляют несколько кристалликов FeCl_3 . Перемешивают, разводят в 2-3 раза дистиллированной водой. Появляется зеленое окрашивание [1-3,5-7].

Количественное определение витамина Р в кофе

Рутин способен окисляться перманганатом калия. Причем экспериментально установлено, что 1 мл 0,1 н раствора KMnO_4 окисляет 6,4 мкг рутина. В качестве индикатора используется индигокармин, который вступает в реакцию с перманганатом калия после того, как окислится весь рутин.

Реактивы: 0,05 н раствор KMnO_4 , индикатор индигокармин.

Оборудование: бюретка, стакан химический (100 мл), пипетка (10 мл), шпатель, коническая колба (100 мл), палочка стеклянная, колба для титрования (50 мл), мерный цилиндр (100 мл).

Ход работы. Берут навеску кофе (100 мг), переносят в стеклянный стаканчик и приливают 50 мл горячей дистиллированной воды. Проводят экстракцию в течение 5 мин. Затем 10 мл экстракта кофе пипеткой переносят в коническую колбу, добавляют 10 мл дистиллированной воды и 5 капель индигокармина. Появляется синее или сине-зеленое окрашивание. Содержимое колбы титруют 0,05 н раствором KMnO_4 до появления устойчивой желтой (или бурой) окраски.

Процентное содержание витамина Р в кофе определяют по формуле:

$$X = \frac{3,2 \cdot A \cdot V_1 \cdot 100}{V_2 \cdot g \cdot 1000}$$

где X – содержание витамина Р в препарате, г%; 3,2 – стандартный коэффициент пересчета; A – количество 0,05 н раствора KMnO_4 , пошедшего на титрование, мл; V_1 – объем, в котором растворена навеска кофе (50 мл); V_2 – объем раствора кофе, взятого для титрования (10 мл); g – навеска (100 мг); 100 – множитель для расчета процентного содержания; 1000 – множитель для перевода микрограммов в миллиграммы.

Результат расчета переводят в мг%. Определение проводят в трехкратной повторности. Проводят математическую обработку [1-3,5-7].

№ п/п		Гранулиро- ванный кофе	Сублимиро- ванный кофе	Порошкооб- разный кофе	Порошкообразный с до- бавлением натурального жареного молотого кофе
1	Витамин РР	+	+	+	+
2	Витамин В ₁	+	+	+	+
3	Витамин В ₂	+	+	+	+
4	Витамин В ₆	–	–	–	–
5	Витамин Е	+	+	+	+
6	Витамин Р	+	+	+	+
7	Кофеин	–	–	–	–
8	Танин	+	+	+	+
9	Наличие кофейного напитка	+	+	+	+
10	Массовая доля вла- ги, %	17,2	10,8	10,6	7,4
11	Содержание ви- тамина Р, мг%	26,4	28,8	31,2	26,4

Массовая доля влаги является очень важным показателем, отражающим сохранность продукта, т.к. переизбыток влаги может привести к развитию плесени и порче кофе. Данный показатель в течение срока хранения не должен превышать 4-7%. В нашем случае все исследуемые образцы не соответствуют ГОСТу (табл., № 10). Зачастую в погоне за прибылью в кофе добавляют кофейный напиток, который может содержать желуди, солод, цикорий, жженный сахар, карамелизаторы, оболочки кофейных зерен. Нами установлено, что кофейный напиток добавлен во все исследуемые образцы (табл., № 9). Качественный анализ показал, витамины РР, В₁, В₂, Е и Р, а также танин присутствуют во всех исследуемых образцах, а вот витамина В₆ и кофеина нет ни в одном (табл., №№ 1-8). Следует отметить, что витамины Е и Р являются компонентами антиоксидантной системы, причем Е – один из главных антиоксидантов. Вероятно, этим можно объяснить антиоксидантное действие кофе.

Методом титрования мы определили количественное содержание витамина Р. Оказалось, что больше всего его в порошкообразном кофе, меньше – в гранулированном и порошкообразном с добавлением натурального жареного молотого кофе (табл., № 11). Суточная потребность в витамине Р для взрослого человека составляет 20-50 мг. Считается, что одна чашка кофе (200 мл) может восполнить около 20% от этой нормы. И наши расчеты показали, это действительно так. Например, в одной чашке порошкообразного кофе содержится около 20,8% от суточной нормы витамина Р.

По содержанию кофеина в кофе можно судить о степени его натуральности. Согласно ГОСТу, массовая доля кофеина в растворимом кофе не должна быть менее 2-3%. Чем же можно объяснить отсутствие кофеина в исследуемых образцах?

Недостаток методики выделения кофеина. К сожалению, стандартные методики (ГОСТ) оказались нам недоступны, поэтому кофеин мы выделяли методом возгонки, который дает очень малый выход продукта. Производство же растворимого кофе построено так, что в процессе кофе теряет какое-то количество кофеина. Это может привести к тому, что изначально содержание кофеина в образце было очень незначительным. Плюс потери при возгонке.

Кофейный напиток – это альтернатива обычного кофе. По вкусу, цвету и аромату он похож на традиционный кофе, но не содержит в себе кофеина. Поэтому добавление кофейных напитков в кофе приводит к снижению содержания кофеина. А мы установили, что все исследованные образцы фальсифицированы.

К сожалению, ни на одной упаковке мы не нашли состава и названия сырья продукта. Почему это важно? В качестве сырья используются зерна арабики или робусты. Причем в зернах арабики содержание кофеина относительно невелико (1-1,5%), в то время как зерна робусты содержат около 3% кофеина, т.е. почти в 2 раза больше. И если в качестве сырья в наших сортах использовались зерна арабики, то понятно, почему кофеина мы не обнаружили. Однако стоит помнить, что кофе из зерен арабики значительно дороже, чем из робусты. Поэтому уже даже по цене на продукцию мы можем в какой-то мере судить об используемом сырье для приготовления растворимого кофе.

Считается, что концентрация кофеина напрямую связана с качеством растворимого кофе: чем он дороже, тем качественнее и тем больше в нем кофеина. (Хотя, на наш взгляд, здесь есть некоторое противоречие. Если кофе дорогой, значит, в качестве сырья использовали зерна арабики. А мы уже выяснили, что такой кофе кофеина содержит значительно меньше, чем изготовленный из зерен робусты).

Выводы

Все исследуемые образцы по массовой доле влаги не соответствуют ГОСТу.

Все виды кофе содержат танин и такие витамины, как РР, В₁, В₂, Е и Р. Причем наибольшее количество витамина Р наблюдается в порошкообразном, меньше – в гранулированном и порошкообразном с добавлением натурального жареного молотого кофе.

Во всех исследуемых образцах не обнаружены витамин В₆ и кофеин.

Все виды кофе оказались фальсифицированы.

Таким образом, сравнительный анализ некоторых видов растворимого кофе торговой марки «Nescafe» показал, что по ряду показателей они близки. Поэтому дать рекомендации по его выбору затруднительно. И при покупке, на наш взгляд, стоит основываться на своих предпочтениях.

Список литературы

1. Биохимия: учебник / под ред. Е.С. Северина. – 2-е изд., испр. – М.: ГЭОТАР-МЕД, 2004. – 784 с.
2. Витаминология. Практическое пособие по выполнению лабораторных работ / Министерство образования РБ, УО «ГГУ им. Ф. Скорины», авторы-составители: Т.В. Бобрик, Е.И. Тороп. – Гомель, 2004. – 59 с.
3. Смирнов В.А. Витамины и коферменты: учеб. пособие. Ч. 2 / В.А. Смирнов, Ю.Н. Климочкин. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – 91 с.
4. ГОСТ 15113.4-77 «Методы определения влаги. Технические условия».
5. Кустова Т.П., Кочетова Л.Б. Практикум по биологической химии: учеб. пособие. – Иваново: Иван.гос.ун-т, 2010. – 108 с.
6. Слободин В.Б. Избранные главы биологической химии. Часть I: учеб. пособие. – Иваново: ГБОУ ВПО ИвГМА Минздрава России, 2014. – 188 с.
7. Шлейкин А.Г., Скворцова Н.Н., Бландов А.Н. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины: Учеб. пособие. – СПб.: Университет ИТМО, 2015. – 106 с.
8. О кофе. Химия кофе. [Электронный ресурс]. URL: <http://aboutcoffee.info/химия-кофе>
9. KOFeka.ru. Кофе – напиток гурманов! [Электронный ресурс]. URL: <http://kofeka.ru/vyibiraem-rastvorimyyj-kofe.html>
10. Kofella. Территория кофе. Все о кофе. Химический состав кофе. [Электронный ресурс]. URL: <http://kofella.net/vse-o-kofe/himicheskiy-sostav-kofe.html>
11. Kofella. Территория кофе. Все о кофе. Сублимированный кофе. [Электронный ресурс]. URL: <http://kofella.net/vse-o-kofe/sublimirovannyiy-kofe.html>
12. Вся правда про кофе. [Электронный ресурс]. URL: <https://www iPhones.ru/iNotes/all-about-coffee-faq>

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ЯБЛОКАХ

КУТУЗОВА АНАСТАСИЯ, ФЕТКУЛЛИНА ЭЛЬМИРА

МАОУ «Гимназия №37», 11 класс, г.Казань, Республика Татарстан

Школьное научное общество «Химики и лирики»

Научный руководитель – Бухарова Анжелика Вячеславовна, учитель гимназии

Каждому человеку с раннего детства внушали, что яблоки – это кладезь витаминов и микроэлементов. И сомневаться в этом постулате вряд ли кто осмелится. В настоящее время селекционеры вывели целый арсенал разнообразных сортов яблок, которые отличаются размерами, вкусовыми качествами, ароматом и цветом. Причем одни сорта изобилуют витамином С, другие – фруктозой и сахарозой, третьи – пектином. Однако далеко не все знают, есть ли в яблоках железо. Много ли этого микроэлемента содержится в плодах яблоневого дерева?

Нас тоже заинтересовал вопрос о наличии железа в яблоках, полезны ли яблоки зимой также как и летом?

Целью нашей работы является количественное определение железа в разных сортах яблок. Мы поставили перед собой **следующие задачи**:

1. Приготовить водную вытяжку из мякоти яблок разных сортов;
2. Определяя количественно наличие Fe(общ), Fe(+3), проследить динамику содержания железа в яблоках по месяцам – с сентября по январь;
3. Проверить достоверность способа увеличить содержание железа в яблоках за счет внедрения в мякоть железных гвоздей.

Железо относится к микроэлементам [1]. Содержание его в человеческом организме: 4,2 г; кровь – 447 мг/л; костная ткань – $0,03-3,8 \cdot 10^{-2}\%$; мышечная ткань – $1,8 \cdot 10^{-2}\%$. Около 20% железа организма депонировано в печени, селезенке, костном мозге и представляет со-

бой «физиологический резерв» железа.

Биологическая роль железа существенна. Оно входит в состав гемоглобина крови, необходимо для «сцепки» его с кислородом; входит в состав мышечного миоглобина, стимулируя клеточное дыхание; входит в состав окислительных ферментов, транспортируя электроны (каталазы, пероксидазы, цитохрома и др.); входит в активный центр ряда других ферментов (гидролаз, супероксиддисмутаз); стимулирует внутриклеточные процессы обмена; является составной частью протоплазмы и клеточных ядер; необходим для нормального функционирования иммунной системы: белок трансферрин входит в состав лимфоцитов; повышает тонус организма и потенцию.

Суточная потребность железа: 6-40 мг: 14 мг для мужчин, 18 мг для женщин, 38 мг для беременных и 33 мг для кормящих женщин. Интересен тот факт, что 10% железа ежедневно теряется со слущивающимся эпителием и желчью.

Недостаток железа в организме приводит к анемии, отекам, ослаблению иммунной системы и частым простудным заболеваниям, переутомлению, раздражительности, бессоннице, головной боли, «мушкам» перед глазами, онемению рук и ног, сухости кожи. Дефицит чаще наблюдается у детей в периоды интенсивного роста, при больших кровопотерях [2].

Экспериментальная часть

Подготовка исследуемых образцов. Лето и осень 2017 не были богаты яблоками, но все же мы получили

в свое распоряжение 5 сортов яблок (летние, осенние, зимние): Антоновка, Белый налив, Башкирская красавица, Московское позднее, Штрифель (Штрейфлинг). Фрукты каждого сорта были сняты с одного дерева, в один прием. С целью сохранить яблоки до декабря, а также для предотвращения увядания, мы «заключили» их в парафиновую оболочку.

Чтобы приготовить водную вытяжку мякоть плодов массой 5 г залили раствором хлорида натрия (для предотвращения преждевременного окисления), дали настояться 24 часа, отфильтровали.

Определение pH яблочного сока. Для измерения кислотности в нашей работе мы пользовались датчик pH «Vernier Software & Technology» [4, 5]. 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 яблочного сока. С электрода 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. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1. Кислотность (pH) фильтрата водной вытяжки

Образец	Антоновка	Белый налив	Штрифель	Московское позднее	Башкирская красавица
pH раствора	3,14	3,61	3,51	3,25	3,55

Обнаружение катионов железа. Железо в растительных тканях содержится в виде комплексов Fe^{2+} и Fe^{3+} .

Для обнаружения катионов железа могут быть использованы известные реакции [7]:

$\text{Fe}^{3+} + 3\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3 \downarrow$ выпадение бурого осадка

$\text{Fe}^{2+} + 2\text{OH}^- \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_2 \downarrow$ выпадение зеленого осадка

$\text{Fe}^{3+} + \text{K}^+ + [\text{Fe}(\text{CN})_6]^{4-} \rightarrow \text{KFe}[\text{Fe}(\text{CN})_6] \downarrow$ выпадение осадка берлинской лазури

$\text{FeCl}_3 + 3\text{KCNS} \leftrightarrow 3\text{KCl} + \text{Fe}(\text{CNS})_3$ образование красного раствора.

Так как целью работы является определение и двухвалентного, и трехвалентного железа, мы остановили свой выбор на реакции с сульфосалициловой кислотой. Данный метод основан на способности сульфосалициловой кислоты образовывать окрашенные комплексные соединения с железом.

Сульфосалициловый метод определения железа

Сульфосалициловая кислота $\text{C}_7\text{H}_6\text{O}_6\text{S}$ образует с железом комплексные ионы разной окраски: при pH=1,8-2,5 $\{\text{Fe}(\text{Sal})\}^+$ красного цвета, при pH=4-8 $\{\text{Fe}(\text{Sal})_2\}^-$ бурого цвета при pH=8-11 $\{\text{Fe}(\text{Sal})_3\}^{3-}$ желтого цвета (Sal- обозначает анион сульфосалициловой кислоты) [8].

Сульфосалициловая кислота, как ароматическая оксикислота, особенно способна к образованию внутрикомплексных соединений. В кислой среде указанные комплексные ионы образует только окисное железо, в щелочной – окисное и закисное, поскольку в этих условиях Fe^{2+} легко окисляется до Fe^{3+} . Таким образом, аммиачным вариантом сульфосалицилового метода определяют общее содер-

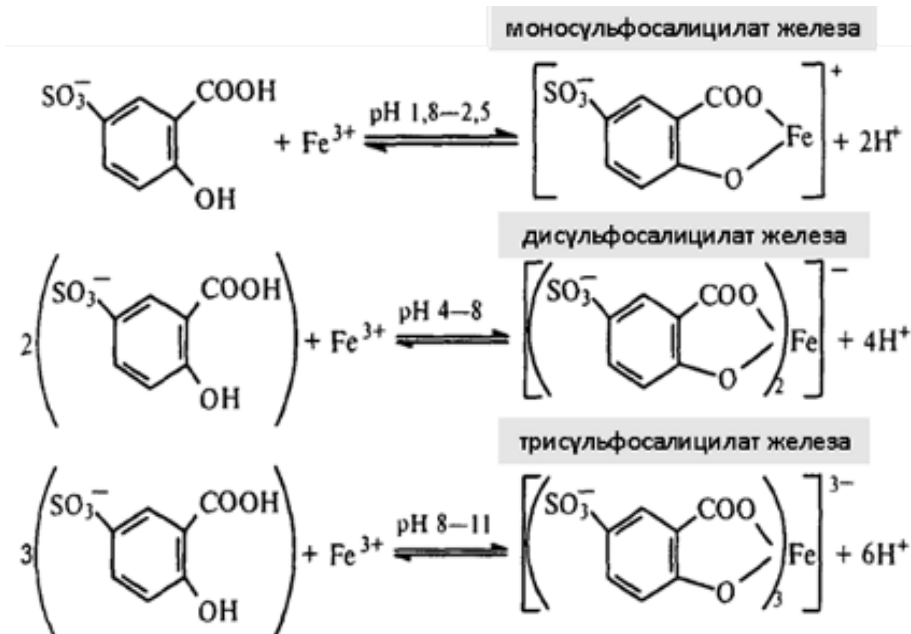
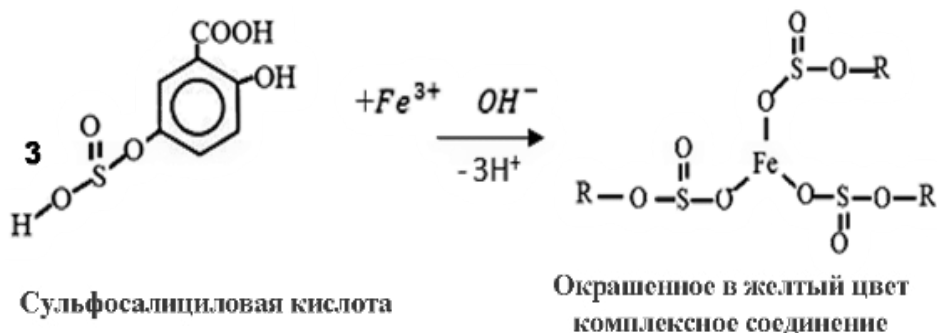


Рис.1

жание железа - сумму ионов $\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$ (см.Рис.1).

В аммиачной среде (щелочной среде) Fe^{2+} легко окисляется до Fe^{3+} , поэтому именно в этих условиях можно определять суммарное содержание железа (см. Рис.2).

Определение содержания железа выполняется фотометрическим методом по реакции образования желтого комплекса с сульфосалициловой кислотой в амми-



аммиачной среде. Рис.2

Желтая окраска этого иона отличается большой устой-

чивостью, что позволяет проводить определение интенсивности её в колориметре и по цветной шкале. При малом содержании железа пользуются фотоколориметром.

Фотоколориметрическое определение железа

Определение содержания железа в яблоках количественно мы произвели фотоколориметрическим методом по интенсивности поглощения света окрашенным раствором [6]. Интенсивность поглощения света характеризуется оптической плотностью — десятичным логарифмом отношения интенсивности падающего светового потока к интенсивности потока, прошедшего через этот слой. При неизменной толщине слоя окрашенного вещества и при определённой длине волны света оптическая плотность прямо пропорциональна концентрации вещества (закон Бера). Следовательно, зная величину оптической плотности, можно определить концентрацию вещества в растворе.

Для приготовления стандартного раствора можно использовать различные соли железа, мы использовали хлорид железа $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (ч. д. а.), для подавления гидролиза при приготовлении раствора добавляли кислоту.

Основной стандартный раствор - 0,483 г соли $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ растворяли в мерной колбе вместимостью 1 л, добавляли 10 мл концентрированной HCl и доводили до метки дистиллированной водой (1 мл раствора содержит 0,1 мг железа).

Рабочий раствор для определения окисного железа (Fe^{3+}) - 2 мл основного стандартного раствора FeCl_3 .

Для определения окисного железа в кислой среде (рис.3):

$V(\text{FeCl}_3)$, мл	0,5	1	2	3	4	5	6	7	8
$V(\text{H}_2\text{O})$, мл	9,5	9	8	7	6	5	4	3	2
Оптическая плотность	0,006	0,052	0,165	0,279	0,404	0,521	0,634	0,758	0,875
$C(\text{Fe}^{3+})$, мг/л	0,2	0,4	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2

Для определения общего железа в щелочной среде (рис.4):

$V(\text{FeCl}_3)$, мл	2	3	4	5	6	7	8	9
$V(\text{H}_2\text{O})$, мл	8	7	6	5	4	3	2	1
Оптическая плотность	0,189	0,399	0,611	0,865	1,087	1,355	1,585	1,771
$C(\text{Fe}^{3+})$, мг/л	0,8	1,2	1,6	2	2,4	2,8	3,2	3,6

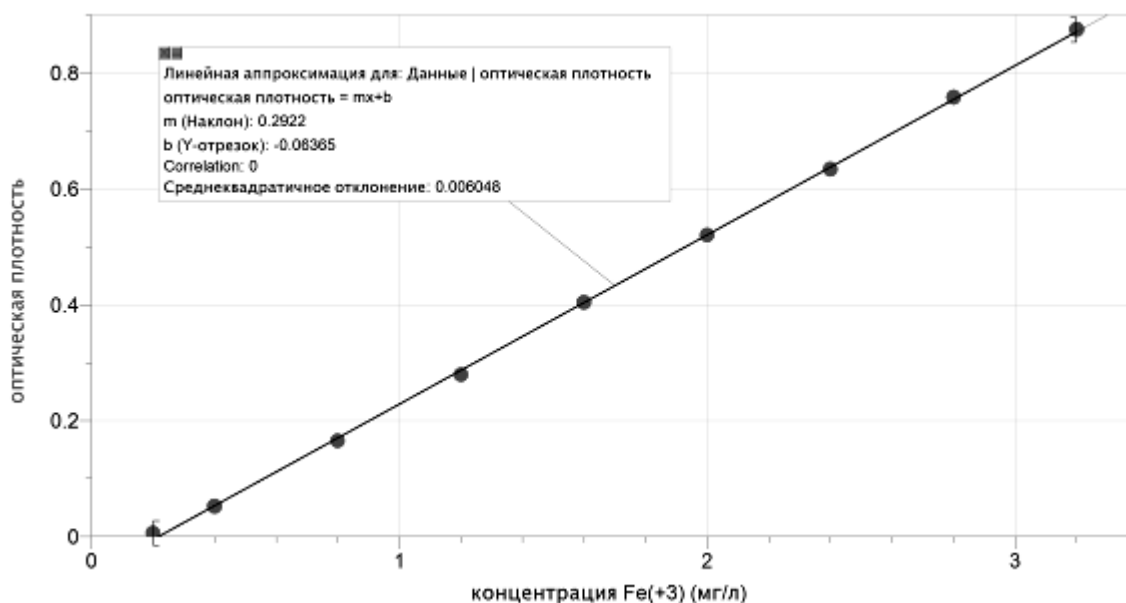


Рис. 3. Калибровочный график для определения $\text{Fe}(+3)$

$6\text{H}_2\text{O}$ перенесли в мерную колбу на 50 мл, добавили 1 мл концентрированной HCl , 1 мл 25%-ного раствора сульфосалициловой кислоты, довели до метки дистиллированной водой (1 мл окрашенного в винно-красный цвет раствора содержит 0,004 мг железа).

Рабочий раствор для определения суммарного железа ($\text{Fe}^{2+} + \text{Fe}^{3+}$) - 2 мл основного стандартного раствора $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ перенесли в мерную колбу на 50 мл, добавили 1 мл 25%-ного раствора сульфосалициловой кислоты, 1-2 мл 25%-ного раствора аммиака (до появления устойчивой желтой окраски), довели до метки дистиллированной водой (1 мл раствора содержит 0,004 мг железа).

Построение калибровочного графика

В градуированные пробирки отбирали 1,2,3,4,5 и т.д. рабочих растворов, добавляли в каждую дистиллированной воды до объема 10 мл. Таким образом, получили серию стандартных растворов с содержанием железа (мг/л): 0,4; 0,8; 1,2; 1,6; 2,0 и т. д.

Мы приготовили серию растворов окрашенного вещества разной концентрации. Произвели калибровку прибора, сняли показания спектра и зафиксировали длину волны, на которой будут производиться измерения - 485,1 нм для красноокрашенных растворов и 400,3 нм для желтых. Построили графики зависимости оптической плотности от концентрации раствора - градуировочные графики:

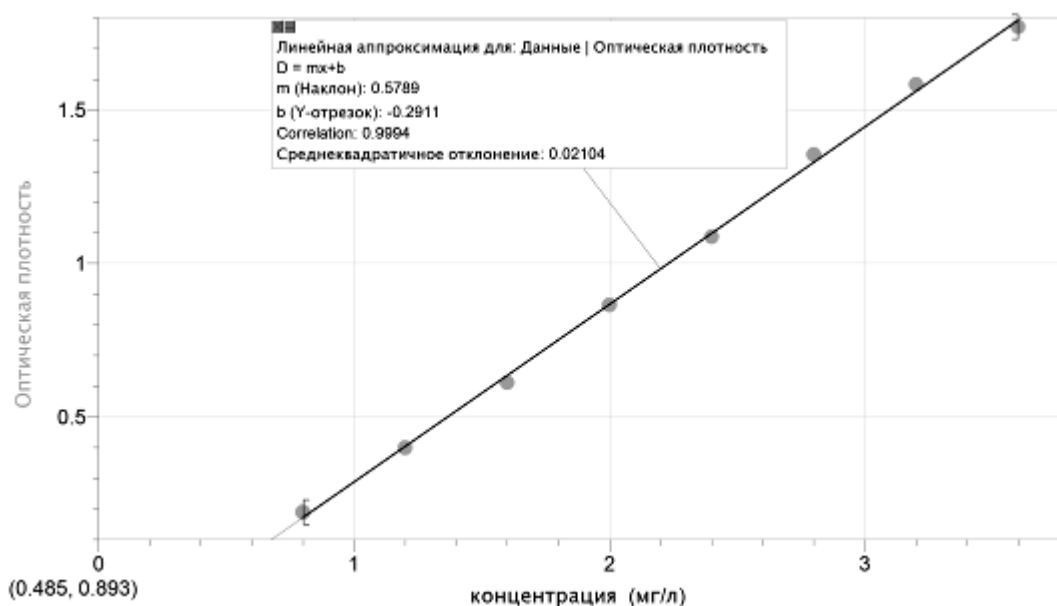


Рис. 4. Калибровочный график для определения общего железа

Выполнение определения

Для определения наличия в водной вытяжке катионов трехвалентного железа в испытуемый раствор фильтровали (объем составлял 45-48 мл), добавляли в него 2 мл сульфосалициловой кислоты, доводили до метки 50 мл.

Для определения общего железа в фильтрат водной вытяжки сначала добавляли 2 мл сульфосалициловой кислоты, затем 25%-ный раствор аммиака до появления устойчивой желтой окраски и появления слабого запаха. Добавляли ещё 1 мл концентрированного аммиака,

чтобы реакция была явно щелочная, доводили раствор до 50 мл дистиллированной водой.

Колориметрирование проводили в первые 5-10 мин после прибавления всех реактивов.

Измеряли оптическую плотность анализируемой пробы и, используя градуировочный график, определили концентрацию вещества в пробе. Измерения проводились с помощью спектрофотокориметра SpectroVisPlus (Vernier). Построение градуировочного графика и анализ данных осуществлялся с использованием программного приложения Logger Pro 3.8.6 [4,5,9].

Таблица 2. Определение содержания Fe (+3) в образцах

Исследуемый образец	Объем водной вытяжки, мл	Оптическая плотность	Концентрация, мг/л	Масса, мг	Fe(+3) в 100 г продукта
2 сентября					
Антоновка	50	-	-	0	0
Белый налив	50	-	-	0	0
Московское позднее	50	-	-	0	0
Штрифель	50	-	-	0	0
Башкирская красавица	50	-	-	0	0
2 октября					
Антоновка	50	0,006	0,238	0,0119	0,238
Белый налив	50	0,012	0,259	0,0130	0,260
Московское позднее	50	0,002	0,22	0,0110	0,220
Штрифель	50	-	-	0	0
Башкирская красавица	50	-	-	0	0
2 ноября					
Антоновка	50	0,008	0,245	0,0123	0,246
Белый налив	50	0,044	0,368	0,0184	0,368
Московское позднее	50	0,07	0,457	0,0229	0,458
Штрифель	50	-	-	0	0
Башкирская красавица	50	0,015	0,269	0,0135	0,270
2 декабря					

ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ШКОЛЬНИКОВ. ХИМИЯ

Исследуемый образец	Объем водной вытяжки, мл	Оптическая плотность	Концентрация, мг/л	Масса, мг	Fe(+3) в 100 г продукта
Антоновка	50	0,009	0,249	0,0125	0,250
Белый налив	50	0,056	0,409	0,0205	0,410
Московское позднее	50	0,061	0,427	0,0213	0,427
Штрифель	50	0,093	0,536	0,0268	0,536
Башкирская красавица	50	0,039	0,351	0,0176	0,352
2 января					
Антоновка	50	0,046	0,375	0,0188	0,376
Белый налив	50	0,017	0,276	0,0138	0,276
Московское позднее	50	0,055	0,406	0,0203	0,406
Штрифель	50	0,093	0,536	0,0268	0,536
Башкирская красавица	50	0,035	0,338	0,0169	0,338

Таблица 3. Определение содержания Fe (общее) в образцах

Исследуемый образец	Объем водной вытяжки, мл	Оптическая плотность	Концентрация, мг/л	Масса, мг	Fe(общее) мг в 100 г продукта
2 сентября					
Антоновка	50	0,706	1,722	0,086	1,722
Белый налив	50	0,883	2,028	0,101	2,028
Московское позднее	50	0,803	1,88	0,094	1,880
Штрифель	50	0,842	1,957	0,098	1,957
Башкирская красавица	50	0,726	1,767	0,088	1,767
2 октября					
Антоновка	50	0,987	2,208	0,110	2,208
Белый налив	50	0,981	2,197	0,109	2,197
Московское позднее	50	0,924	2,099	0,105	2,099
Штрифель	50	0,894	2,047	0,102	2,047
Башкирская красавица	50	0,883	2,028	0,101	2,028
2 ноября					
Антоновка	50	1,038	2,296	0,115	2,296
Белый налив	50	1,506	3,104	0,105	3,104
Московское позднее	50	0,954	2,151	0,107	2,151
Штрифель	50	1,252	2,665	0,133	2,665
Башкирская красавица	50	1,264	2,688	0,134	2,688
2 декабря					
Антоновка	50	0,797	1,879	0,094	1,879
Белый налив	50	1,364	2,859	0,143	2,859
Московское позднее	50	1,11	2,42	0,121	2,410
Штрифель	50	0,925	2,1	0,105	2,100
Башкирская красавица	50	1,133	2,46	0,123	2,460
2 января					
Антоновка	50	0,67	1,66	0,083	1,660
Белый налив	50	0,971	2,18	0,109	2,180
Московское позднее	50	0,96	2,161	0,108	2,161
Штрифель	50	1,086	2,378	0,119	2,378
Башкирская красавица	50	1,122	2,441	0,122	2,441

Содержание железа в пробе вычисляли по формуле:

$$N = (A \cdot C) / H,$$

где N – содержание железа; C – концентрация железа по калибровочному графику (мг/л); A – объем испы-

туемого раствора, в котором производили колориметрирование (50 мл).

По разнице между общим содержанием железа и трехвалентного определили содержание закисного (двухвалентного) железа.

С целью проверки гипотезы о том, что напигигованное гвоздями яблоко содержит больше железа, мы решили воспроизвести данный эксперимент. Ку-

пили два яблока из одной партии в магазине, воткнули в одно из них очищенные железные гвозди, оставили на 24 часа (Рис.5). Затем готовили водные вытяжки, производили определение железа указанными выше методами (рис.6). Результаты эксперимента приведены в таблице 5.

Таблица 4. Результаты вычисления закисного железа

Исследуемый образец	Масса Fe (общее), мг	Масса Fe (+3), мг	Масса Fe (+2), мг
2 сентября			
Антоновка	0,086	0	0,086
Белый налив	0,101	0	0,101
Московское позднее	0,094	0	0,094
Штрифель	0,098	0	0,098
Башкирская красавица	0,088	0	0,088
2 октября			
Антоновка	0,11	0,0119	0,098
Белый налив	0,109	0,0130	0,096
Московское позднее	0,105	0,0110	0,094
Штрифель	0,102	0	0,102
Башкирская красавица	0,101	0	0,101
2 ноября			
Антоновка	0,115	0,0123	0,1027
Белый налив	0,155	0,0184	0,1366
Московское позднее	0,107	0,0229	0,0841
Штрифель	0,133	0	0,1330
Башкирская красавица	0,134	0,0135	0,1205
2 декабря			
Антоновка	0,094	0,0125	0,0815
Белый налив	0,143	0,0205	0,1225
Московское позднее	0,121	0,0214	0,0996
Штрифель	0,105	0,0268	0,0762
Башкирская красавица	0,123	0,0176	0,1054
2 января			
Антоновка	0,083	0,0188	0,0652
Белый налив	0,109	0,0138	0,0952
Московское позднее	0,108	0,0203	0,0877
Штрифель	0,119	0,0268	0,0922
Башкирская красавица	0,122	0,0169	0,1051

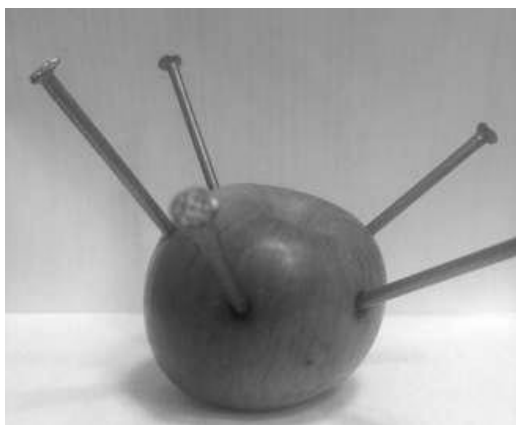


Рис.5. Яблоко, напигигованное гвоздями



Рис.6. Определение Fe(+3) в яблоках с гвоздями и без гвоздей

Таблица 5. Результаты определения содержания железа в яблоках с гвоздями и без них

	Яблоко с гвоздями	Яблоко без гвоздей
Объем водной вытяжки, мл	50	50
Определение окисного железа		
Оптическая плотность	0,485	0,186
Концентрация, мг/мл	0,00188	0,00086
Масса железа, мг	0,094	0,043
Определение общего железа		
Оптическая плотность	1,241	0,773
Концентрация, мг/мл	0,02646	0,01838
Масса железа, мг	1,323	0,919

Выводы

Проведенные нами исследования показывают, что яблоки разных сортов по показателям кислотности не сильно отличаются между собой: значения pH соков из данных образцов достаточно близки от 3,25 до 3,61.

В процессе работы мы наблюдали, что с течением времени содержание как общего железа, так и окисного сначала растет, максимальное значение зафиксировано в ноябре, а потом оно снижается. Начиная с ноября месяца понемногу железо двухвалентное окисляется, и его содержание падает.

Что касается содержания железа в разных сортах, то на примере ноябрьских показаний (максимальных в нашем случае) можно отметить, что чуть более содержат железо яблоки летних и осенних сортов, а зимние меньше.

Эксперимент с воткнутыми в яблоки гвоздями подтверждает гипотезу о повышении содержания железа таким способом, но остается открытым вопрос об усвояемости такого железа и возможности передозировки, так как содержание железа значительно повышается.

Список литературы

1. Химические элементы в организме человека. Справочные материалы/ Под ред. Морозовой. – Архангельск: Поморский государственный университет, 2001. – 45 с.

- Прозоровский В. Железа нужно столько, сколько нужно // Наука и жизнь. 2004. № 12.
- Битюцкий Н.П. Необходимые микроэлементы растений. Учебник. – СПб.: Издательство ДЕАН, 2005. – 256 с.
- Жилин Д.М. УЧЕБНЫЕ ПРОЕКТЫ С AFS™. Химия. Методическое пособие для учителя. – М., 2011.
- Суранов А.Я. Исследование окружающей среды с Vernier и Lego “MINDSTORMS” NXT – ПКГ «Развитие образовательных систем». – М., 2012.
- Васильев В.П. Аналитическая химия. В 2 ч. Часть 2. Физико-химические методы анализа. – М.: Высш. Школа, 1989. – 384 с.
- Саенко О.Е. Аналитическая химия. Учебник для средних специальных учебных заведений. – Ростов н/Д: Феникс, 2009. – 309 с.
- Британ Е.А. Киселева С. А. Аналитическая химия: лабораторные работы, контрольные вопросы и варианты домашних заданий: Учебное пособие. – Пермь: ПГСХА, 2007. – 117 с.
- Logger Pro. Описание программного обеспечения. Краткое руководство пользователя. Производственно-консультационная группа «Развитие образовательных систем», 2011.

ПОЛЬЗА И ВРЕД ВАРЕНЬЯ ИЗ ШИШЕК СОСНЫ

ЕРМОЛАЕВ АЛЕКСАНДР, КОЛЕСОВА ВИКТОРИЯ

МБОУ «Соттинская СОШ», 9 класс, 11 класс, МР «Усть-Алданский улус», Республика Саха (Якутия)

Научные руководители: Бурцева Марианна Владимировна, учитель школы; Нахова Наталья Альбертовна, кандидат педагогических наук, доцент педагогического отделения Института естественных наук СВФУ им.М.К.Аммосова

Актуальность. С популяризацией варенья из шишек сосны, с появлением в социальных сетях рекламы этого варенья хозяйки должны знать состав употребляемых ими пищевых продуктов. Необходимо знать, с какими веществами мы сталкиваемся каждый день, какова польза или опасность отравления ими, и как обезопасить себя от негативного влияния этих веществ. А именно сосновые шишки содержат как вредные, так и полезные вещества: фенолы, арбутин, алкалоиды, витамины и другие вещества. Вместе с тем появилась необходимость изучения содержания в нем различных

веществ.

Проблема. В зависимости от того, как приготовлено варенье, его состав может быть разным. Сосновые шишки содержат много смолы, в состав которой входят полифенольные соединения, в том числе и фенол. Поэтому необходимо изучение химического состава варенья.

Объектом исследования является здоровое питание, а **предметом** – химический состав варенья из шишек сосны.

Цель работы: качественное и количественное оп-

ределение фенола, арбутина, борнеола, алкалоидов, дигидрокверцетина в составе варенья из сосновых шишек разных хозяйек.

Задачи:

1. Сделать анализ научной и научно-популярной литературы о химическом составе сосновых шишек.
2. Изучить образцы варенья разных хозяйек на содержание фенола, арбутина, борнеола, дигидрокверцетина, алкалоидов.
3. Сделать выводы, рекомендации.

Научные методы: наблюдение, описание, измерение, эксперимент.

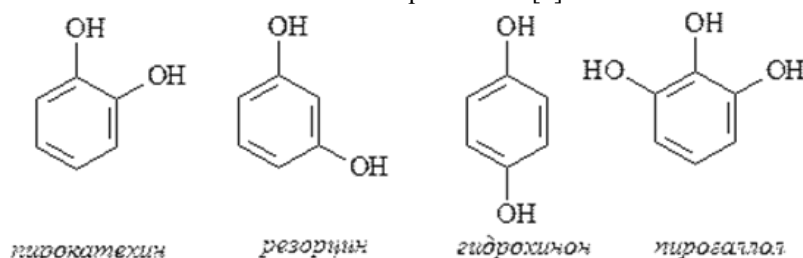
Применялся качественный анализ, в том числе тонкослойная хроматография, и количественный анализ.

Гипотеза. Если население будет знать о содержании фенолов, арбутина, алкалоидов в шишках сосны, то люди будут использовать варенье из шишек сосны более осторожно.

Новизна. Впервые изучается химический состав варенья из сосновых шишек, приготовленных разными хозяйками с целью предотвращения отравления людей.

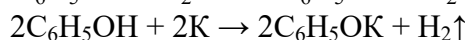
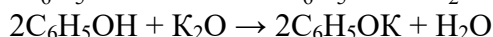
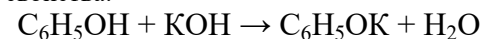
Практическая значимость работы – информирование хозяйек о составе варенья из шишек сосны для более осторожного применения варенья.

Фенолы являются наиболее изученной частью древесных смол. В древесных смолах их содержится обычно 10-20%. Фенолы в смоле из самой древесины содержатся, как правило, в большем количестве, чем в смоле из коры. В результате изучения химического состава древесных смол различного происхождения многими исследователями установлено, что фенолы древесных смол относятся к трем рядам соединений: простого фенола - монооксибензола, пирокатехина, пирогаллола. Из начальных представителей указанных рядов были найдены в свободном виде лишь простой фенол и пирокатехин [2].



Химические свойства фенолов

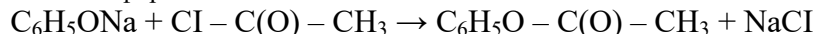
Фенолы проявляют слабокислые свойства:



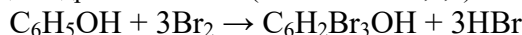
1. Образование простых эфиров:



2. Образование сложных эфиров:



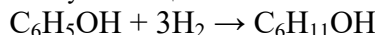
3. Замещение атомов водорода в ядре на галогены (в положения 2,4,6):



4. Нитрование (в положения 2,4,6):



5. При полном гидрировании фенола получается циклогексанол:



Методика исследования

Исследование состоит из трех частей (этапов):

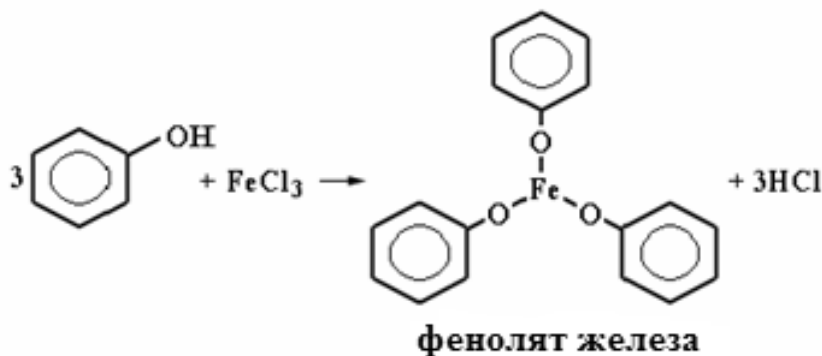
1. Сбор информации об изготовлении варенья из сосновых шишек.
2. Определение содержания фенола в варенье в лаборатории школы

3. Определение фенолов, арбутина, алкалоидов в химической лаборатории КФЕН.

Экспериментальная часть

Опыт №1. Реакция фенола с хлоридом железа (III)

Реактивы и материалы: фенол, насыщенный водный раствор; хлорид железа (III), 0,1 н. раствор.



Ход работы. В пробирку помещали 2 капли раствора фенола, добавляли 3 капли воды и 1 каплю раствора хлорида железа (III).

Наблюдение. Появляется интенсивное красно-фиолетовое окрашивание.

Вывод. Фенолы с хлоридом железа в водном растворе дают цветную реакцию вследствие образования окрашенного комплексного соединения $C_6H_5OFeCl_2$

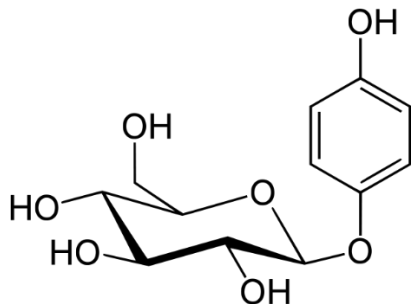
$$W = \frac{m_b}{m_p};$$

К полученным растворам добавляли 10% раствор хлорида железа (III).

Рассчитывали ПДК фенола на 100 г воды. При этом мы рассчитали содержание фенола в 100 г воды. ПДК=0,0001 мг/л. Получился 0,0000001% раствор. В химический стакан налили столько же воды с ПДК, сколько и в других стаканах. В каждый стакан добавили хлорид железа (III). Растворы перемешали и зафиксировали их цвет.

Наблюдение. Цвет растворов: темногрязносиний - №1; светлозеленоватосиний - №2; светлогрязнозеленоватый - №3; цвет ПДК, чуть желтоватый - №4.

Вывод. Самое большее содержание и фенола, и пирокатехина в образце №1. Допустимые концентрации в образце №4, №5 по фенолу. Зеленоватый оттенок образца №5 говорит о содержании пирокатехина, у которого ПДК более мягок, чем у фенола. У фенола - 0,001 мг/л, у пирокатехина - 0,1 мг/л.



Арбутин

Опыт №5. Качественный анализ на арбутин (первый способ):

Ход работы. Приготовили растворы варенья в пробирках. К растворам прибавили 4 мл раствора аммиака и 1 мл 10% раствора натрия фосфорномолибденовокислого $Na_3H_4[P(MoO_7)_6]$ в 10% соляной кислоте.

Наблюдение. В третьем образце появилось синее окрашивание. Значит, есть арбутин.

Опыт №6. Качественный анализ на арбутин (второй способ):

Ход работы. Приготовили растворы варенья в пробирках. К растворам добавили кристаллик сульфата закисного железа. Окраска должна быть сначала сиреневой, затем перейти в темнофиолетовый цвет.

Наблюдение. Арбутин был обнаружен в образцах №1 и №3.

Опыт №7. Качественная реакция на алкалоиды

Ход работы: В 1 мг раствора варенья добавили 1 мг раствора нингидрина. Подогрели на спиртовке.

Наблюдение. Появляется красный цвет. У нас появилось только в третьем образце.

(или, точнее, окрашенного иона $C_6H_5OFe_2^{2+}$). Эта реакция служит для качественного открытия фенолов.

Опыт №2. Реакция растворов варений с хлоридом железа (III)

Ход работы. К 26 мл воды добавляли 1,25 г варенья №1. Получали раствор варенья 5%. Также получали 5% растворы варений №2, №3, №4, №5.

Процент рассчитывали по формуле:

Опыт №3. Экстрагирование

Реактивы, материалы, оборудование: этилацетат, вакуумного холодильника.

Ход работы. В химической лаборатории КФЕН мы провели экстрагирование 5 образцов варенья. Это процесс извлечения вещества из раствора. Получили 5 образцов экстракта варений в этиловом спирте.

Опыт №4. Хроматографическое исследование

Ход работы. Подготовили 4 системы с разными подвижными фазами:

Кислота муравьиная безводная-вода-этилацетат (6:6:88)

Этилацетат-кислота муравьиная безводная – вода (44:3:3)

Н-бутанол-уксусная кислота-вода (4:1:5)

Хлороформ-метилловый спирт (8:2)

На хроматографическую пластинку нанесли 5 экстрактов варений и свидетели – танин, рутин, фенол, ди-гидрохверцетин.

Потом пластинку поместили в хроматографическую камеру.

Когда жидкость дошла до финиша ее вынули из хроматографической камеры.

После проявления хлоридом железа увидели следы.

Наблюдение. Следы присутствия фенола в образце №1, №2, и №5. Рутин и танин не обнаружили. Дигидрохверцетин был обнаружен в образце №2.

Опыт №8 Титриметрический анализ арбутина

Ход работы: Аналитическую пробу сырья измельчали до размера частиц, проходящих сквозь сито с отверстиями диаметром 1 мм. Около 0,5 г (точная навеска) измельченного сырья помещали в колбу вместимостью 100 мл, прибавляли 50 мл воды и нагревали на плитке, поддерживая слабое кипение в течение 30 мин. Горячее извлечение фильтровали в мерную колбу вместимостью 100 мл через бумажный фильтр диаметром 7 мм, избегая попадания частиц сырья на фильтр. В колбу с сырьем повторно прибавляли 25 мл воды и кипятили 20 мин. Горячее извлечение вместе с сырьем переносили на тот же фильтр и остаток на фильтре дважды промывали горячей водой (по 10 мл). К фильтрату прибавляли 3 мл раствора свинца ацетата основного, перемешивали и по охлаждению доводили объем фильтрата водой до метки. Колбу помещали в кипящую водяную баню и выдерживали до полной коагуляции осадка. Горячую жидкость полностью отфильтровывали в сухую колбу через бумажный фильтр диаметром 10 см, прикрывая воронку часовым стеклом. После охлаждения к фильтрату прибавляли 1 мл концентрированной серной кислоты, колбу взвешивали с погрешностью $\pm 0,01$ г, присоединяли к обратному холодильнику и нагревали на плитке в течение 1,5 ч, поддерживая равномерное и слабое кипение.

Колбу с содержимым охлаждали, доводили до первоначальной массы водой, и жидкость полностью от-

фильтровывали в сухую колбу через бумажный фильтр диаметром 7 см. К фильтрату прибавляли 0,1 г цинковой пыли и встряхивали в течение 5 мин. Затем жидкость нейтрализовали по лакмусовой бумаге натрия гидрокарбонатом (около 1-1,5 г), прибавляли еще 2 г натрия гидрокарбоната и после его растворения фильтровали в сухую колбу через бумажный фильтр диаметром 7 см.

50 мл фильтрата переносили в плоскодонную колбу вместимостью 500 мл, прибавляли 200 мл воды и немедленно титровали из микро- или полумикробюретки раствором йода (0,1 моль/л) при встряхивании до появления синего окрашивания, не исчезающего в течение 1 мин (индикатор - крахмал).

Содержание арбутина в пересчете на абсолютно сухое сырье в процентах (X) вычисляли по формуле:

$$X = \frac{V \cdot 0,01361 \cdot 100 \cdot 100}{m \cdot 25 \cdot (100 - W)}$$

где 0,01361 - количество арбутина, соответствующее 1 мл раствора йода (0,1 моль/л), в граммах; V - объем раствора йода (0,1 моль/л), израсходованного на титрование, в миллилитрах; m - масса сырья в граммах; W - потеря в массе при высушивании сырья в процентах.

Таблица 1. Содержание фенола в пробах

№	Цвет	Примерная ПДК по фенолу	Содержание фенола	Содержание гидрохинона	Годность к использованию
1	Темногрязносиний	Превышает	+	+	Не годно
2	Светлозеленоватосиний	Превышает	+	+	Не годно
3	Светлогрязнозеленоватый	Превышает	+	+	Не годно
4	Желтоватый	Равно ПДК	-	-	Годно
5	Зеленоватожелтоватый	Равно ПДК	-	+	Годно

Таблица 2. Результаты хроматограмм (Сводная таблица трех хроматограмм)

	Проба 1			Проба 2			Проба 3			Проба 4			Проба 5		
Фенол	+	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+
Рутин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Танин	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Дигидрокверцетин	-	-	-	+	+	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-
Борнеол	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Арбутин	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Таблица 3. Качественный анализ на арбутин и алкалоиды

Образцы	Арбутин 1 способ (с помощью натрия фосфорно-молибденовокислого)	Арбутин 2 способ (с помощью сульфата закисного железа)	Алкалоиды
Образец № 1	-	+	-
Образец № 2	-	-	-
Образец № 3	+	+	+
Образец № 4	-	-	-

Таблица 4. Результаты титрования

Образцы	Проба 1	Проба 2	Проба 3	Средний показатель	Содержание арбутина в %
Образец 1	0,1 мл	0,1 мл	0,1 мл	0,1 мл	1,1
Образец 2	0,2 мл	0,15 мл	0,2 мл	0,18 мл	1
Образец 3	0,3 мл	0,32 мл	0,3 мл	0,31 мл	1,7
Образец 4	0,1 мл	0,1 мл	0,05 мл	0,08 мл	0,44

Результаты и их обсуждение

Результаты исследования образцов варений на фенол в школьной лаборатории представлены в таблице 1.

Самое большее содержание и фенола, и гидрохинона в пробе №1. В пробах №1 и №2 значительное превышение содержания фенолов. Присутствуют фенол, пирокатехин. В пробе №3 более выражено присутствие пирокатехина. Проба №4 более соответствует ПДК (по фенолу). Допустимые концентрации в пробах №4 и №5. Результаты эксперимента следует подтвердить в химической лаборатории.

Результаты определения фенолов, арбутина, алкалоидов в химической лаборатории КФЕН представлены в таблицах 2-4.

Результаты хроматограммы даны в таблице 2.

Из таблицы 2 видно, что фенол присутствует в пробах №1, №2, №5. Дигидрокверцетин - в пробах №2 и №3. Танин - в пробе №1, арбутин в пробе №4, рутин и борнеол отсутствуют во всех образцах.

В результате анализа арбутина обнаружен в образце №3, и в образце №1 присутствие арбутина под вопросом.

Присутствие алкалоидов выявлено только в образце №3 - появилось окрашивание.

Результаты количественного определения арбутина представлены в таблице 4.

В пробах содержание арбутина низкое 0,44% до 1,7%, что примерно в 9 раз меньше чем в ягодах брусники.

Заключение

Мы изучили литературу о составе сосновых шишек. Узнали о химическом составе сосновых шишек (фенол, витамины) и о методах качественного и количественного анализа веществ.

Изучили 5 образцов варенья и сиропа, приготовленного разными хозяйками.

Провели качественный анализ пяти образцов варенья и количественный анализ на арбутин титриметрическим методом.

Выводы

Существуют предельно допустимые концентрации по фенолу самые строгие – 0,0001 мг/л. ПДК по пирокатехину и гидрохинону – 0,1 мг/л.

Качественный анализ на фенолы сделали в школьной лаборатории и повторили хроматографическим методом в химической лаборатории КФЕН. В образцах №1, №2 значительное превышение содержания фенолов. Присутствуют фенолы, пирокатехин. В образце №3 более выражено присутствие пирокатехина. Образец №4 более соответствует ПДК (по фенолу). Образец №5 – незначительное превышение ПДК. Методом ТСХ фенол обнаружился в образцах №1, №2, №5.

При экстрагировании фенол испаряется и его содержание уменьшается. Поэтому на хроматограмме отчетливо виден след только в одном образце и неясные следы в двух образцах.

Рекомендации

Свежесобранные шишки содержат большое количество смолы. Перед приготовлением варенья их надо высушить 2-3 дня. В результате уменьшается содержание смолы, соответственно и фенольных соединений.

Варить варенье в проветриваемом помещении или при постоянно работающей кухонной вытяжке; фенол легко улетучивается при нагревании.

Варить варенье не менее 1 часа при слабом огне, по принципу долго и при низкой температуре. При высокой температуре разлагаются витамины и полезные вещества.

Не употреблять варенье, не соответствующее по внешнему виду и неприятное по вкусу, с запахом гуаши (кислый, забродивший, с плесенью и др.).

Цвет варенья должен быть от желтого до красного, но не зеленого!

Список литературы

1. Габриелян О.С. Химия. 10 класс. Углубленный уровень: учебник / О.С. Габриелян, И.Г. Остроумов, С.Ю. Пономарев. 2-е изд., стереотип. – М.: Дрофа, 2014. – 238 с.
2. Сумароков В.П. Химия и технология переработки древесных смол. – М.: Гослесбумиздат. 1953.
3. Энциклопедия для детей. Т. 17. Химия / Глав.ред. В.А.Володин, вед.науч.ред. И.Леенсон. – М.: Аванта+, 2003. – 640 с.: ил.
4. [Электронный ресурс]. URL: <http://fb.ru/article/141374/kachestvennyie-reaktsii-na-fenol-poluchenie-fenolov-reaktsii>.
5. [Электронный ресурс]. URL: <http://pandia.ru/text/77/402/7076.php>.
6. [Электронный ресурс]. URL: <https://sites.google.com/site/himulacom/zvonok-na-urok/10-klass---tretij-god-obucenia/urok-no33-stroenie-svoystva-i-primeneniye-fenola>
7. [Электронный ресурс]. URL: <https://mplast.by/encyklopedia/fenol-gidroksibenzol-karbolovaya-kislota/>
8. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.krugosvet.ru/node/40961>
9. [Электронный ресурс]. URL: <https://studfiles.net/preview/2878458/page:2/>
10. [Электронный ресурс]. URL: https://studopedia.ru/2_50916_lektsiya--.html
11. [Электронный ресурс]. URL: <http://ncare.ru/gidroxinon-v-kosmetike/>
12. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Арбутин>
13. [Электронный ресурс]. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Алкалоиды>
14. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Количественный_анализ_\(химия\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Количественный_анализ_(химия))
15. [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Качественный_анализ_\(химия\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Качественный_анализ_(химия)).

РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ПИЩЕВЫХ МАТРИКСОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПИЩЕВЫМИ ИНГРИДИЕНТАМИ

КАПУСТИНА ЕКАТЕРИНА

МАОУ «Лицей №21», 9 класс, г.Иваново

Научные руководители: Лапшина Вера Анатольевна, учитель лицея; Степычева Наталья Вадимовна, кандидат химических наук, доцент кафедры технологии пищевых продуктов и биотехнологии ИГХТУ

В настоящее время все более популярна тема здорового питания. Здоровое питание — это питание, обеспечивающее рост, нормальное развитие и жизнедеятельность человека, способствующая укреплению его здоровья и профилактике заболеваний. На российском рынке продовольствия развивается тенденция, которую на зрелых рынках называют wellness. С английского языка это многогранное понятие переводится как «хорошее здоровье, являющееся результатом здорового образа жизни и активной жизненной позиции». Компания Nielsen [1], анализируя результаты исследования российского продовольственного рынка, установила, что городские жители все чаще сознательно делают выбор в пользу полезных для здоровья продуктов питания, в том числе и тех, которые помогают решать отдельные функциональные задачи, связанные с поддержанием здоровья. В настоящее время продукты «здорового» питания составляют не более 3% всех известных пищевых продуктов. Прогнозируется, что в ближайшие один-два десятилетия потенциал европейского рынка данных продуктов превысит 30% всех реализуемых продуктов питания [2]. Согласно исследованиям маркетингового агентства a2z marketing наиболее динамично развивающиеся продуктовые группы в секторе «здоровых» продуктов питания – молочная и масложировая [3], поэтому расширение ассортимента масложировых продуктов, полезных для здоровья, имеет хорошие пер-

спективы.

Актуальность темы. Россия остается крупнейшим рынком масложировой продукции в Восточной Европе, обеспечивающим более 40% общих розничных продаж региона в стоимостном выражении. Однако с точки зрения подушевого потребления российский рынок масложировой продукции еще недостаточно развит по сравнению с более зрелыми рынками.

Цель работы: изучение качественного состава растительных масел, их купажирование, влияние на организм.

Задачами исследования являются:

1. Изучение литературы по данной теме; выяснение значения терминов «функциональное питание», «купажирование растительных масел», «обогащение продуктов ПНЖК», «пищевые матриксы»;
2. Определение жирно-кислотного состава растительных масел методом газожидкостной хроматографии;
3. Проведение социологического опроса для наглядного представления об информированности населения о пользе растительных масел.
4. Разработка купажей растительных масел на основе подсолнечного масла полезных для здоровья.

В нескольких продуктовых магазинах города нами был проведен социологический опрос, в котором приняли участие 50 респондентов разных категорий населения. Результаты опроса представлены на рис.1-4.

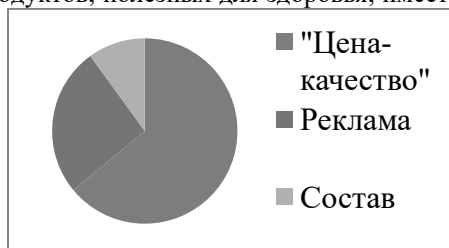


Рис. 1. Критерии выбора растительного масла

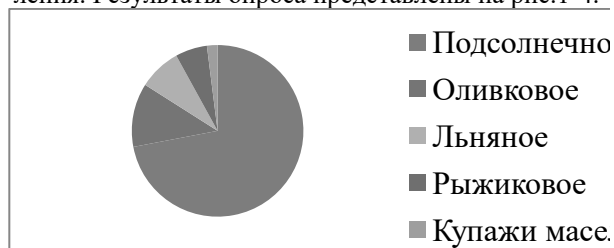


Рис. 2. Какие виды масел употребляют респонденты?

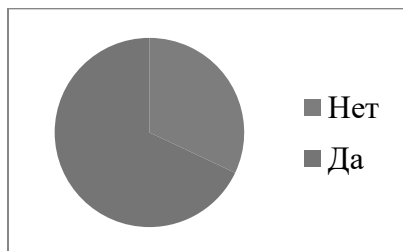


Рис. 3. Задумываются ли опрошенные о том, как влияет на здоровье употребление в пищу растительных масел?

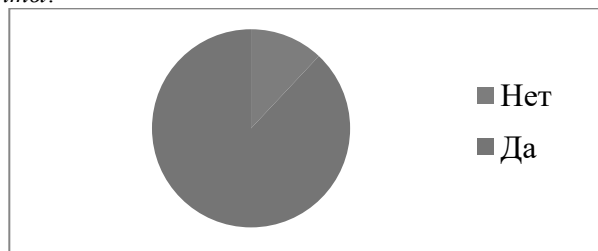


Рис. 4. Употребляет ли в пищу респондент растительное масло?

Выводы по результатам социологического опроса:

- При покупке растительного масла 64% опрошенных (32 человека) обращают внимание на критерий «цена-качество», 26% респондентов (13 человек) считают основным критерием рекламу данного продукта, 10% опрошенных (5 человек) в первую очередь обращают внимание на состав продукта (рис. 1).
- Чаще всего люди покупают подсолнечное масло 72% (36 человек), 12% (6 человек) покупают оливковое масло, 8% (4 человека) отдают предпочтение льняному маслу, 6 % (3 человека) покупают рыжиковое масло, 2% (1 человек) выбирает купаж масел (рис. 2).
- 68% опрошенных (34 человека) не задумываются о том, какую пользу или вред может принести употребление в пищу данного продукта, 32% опрошенных (16 человек) задумываются о влиянии продукта на свой организм (рис. 3).
- 4.88% респондентов (44 человека) употребляют данный продукт, 12% (6 человек) предпочитают воздержаться (рис. 4).

Теоретическая часть

Функциональные продукты - пищевые продукты, которые служат не только для удовлетворения потребностей человека в белках, жирах, углеводах, микро- и макроэлементах, но и реализуют другие цели: повышают иммунитет, улучшают работу кишечника, сердца, способствуют снижению или повышению массы тела и

многое другое.

Согласно ГОСТ Р 52349-2005 физиологически функциональный пищевой ингредиент – вещество или комплекс веществ животного, растительного, микробиологического, минерального происхождения или идентичные натуральным, а также живые микроорганизмы, входящие в состав функционального пищевого продукта, обладающее способностью оказывать благоприятный эффект на одну или несколько физиологических функций, процесса обмена веществ в организме человека при систематическом употреблении в количестве, составляющих от 10% до 50% от суточной физиологической потребности.

Базовым критерием пищевой ценности этих продуктов является их жирнокислотный состав. Поэтому не случайно одним из этапов в преобразовании традиционного жирового продукта в продукт с повышенной биологической эффективностью является изменение состава жировой фазы путем подбора сбалансированной по количеству и соотношению полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) жировой основы [4,5].

Жирные кислоты с двумя и более двойными связями между углеродными атомами называются ПНЖК. Характеристикой оптимального жирнокислотного состава растительных масел является его сбалансированность по соотношению эссенциальных жирных кислот, представленных в пищевых продуктах двумя основными классами:

кислоты семейства ω-3:

• α-линоленовая (цис-9,12,15-октадекатриеновая)

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_3 - (\text{CH}_2)_6 \text{COOH};$

• эйкозапентаеновая (цис-5,8,11,14,17-эйкозапентаеновая)

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_5 - (\text{CH}_2)_2 \text{COOH};$

• докозапентаеновая (цис-7,10,13,16,19-докозапентаеновая)

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_5 - (\text{CH}_2)_4 \text{COOH};$

• цис-4,7,10,13,16,19-докозагексаеновая

$\text{CH}_3 - \text{CH}_2 - (\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_6 - \text{CH}_2 \text{COOH};$

кислоты семейства ω-6:

линолевая (цис-9,12-октадекадиеновая)

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 - \text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2 - \text{CH} = \text{CH} - (\text{CH}_2)_7 - \text{COOH};$

γ-линоленовая (цис-6,9,12-октадекатриеновая)

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 - (\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_3 - (\text{CH}_2)_3 - \text{COOH};$

арахидоновая (цис-5,8,11,14-эйкозатетраеновая)

$\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4 - (\text{CH} = \text{CH} - \text{CH}_2)_4 - (\text{CH}_2)_2 - \text{COOH}$

Особое значение для организма человека имеют такие ПНЖК как линолевая, линоленовая, являющиеся структурными элементами клеточных мембран и обеспечивающие нормальное развитие и адаптацию организма человека к неблагоприятным факторам окружающей среды. Физиологическая потребность в ПНЖК для взрослых 6...10%, для детей 5...10% от калорийности суточного рациона. Основным пищевым источником ω-3 жирных кислот являются: жирные сорта рыб и некоторые морепродукты, а ω-6 жирных кислот являются: семечки и орехи, овес, авокадо, растительные масла, жирные сорта рыб.

Физиологические аспекты обогащения продуктов ПНЖК:

В растительных маслах наиболее значимыми являются два представителя этих семейств линолевая и линоленовая кислоты. Обе кислоты являются продуктами

биосинтеза растительных организмов, где они образуются из олеиновой кислоты.

В организме человека из линолевой кислоты синтезируется γ-линоленовая, а α-линоленовая кислота может трансформироваться в эйкозапентаеновую и докозагексаеновую кислоты.

Не все жирные кислоты могут быть синтезированы в организме, т.к. синтез ненасыщенных жирных кислот из-за отсутствия соответствующих ферментов прерывается на олеиновой кислоте. К несинтезируемым в организме относятся жирные кислоты с двумя и более ненасыщенными связями (α-линоленовая и γ-линоленовая), называемые незаменимыми или эссенциальными.

ПНЖК могут поступать в организм человека с рационом питания в разных количествах, но реализация их биологического действия возможна только при соблюдении конкретного соотношения кислот ω-6 и ω-3.

Рекомендуемое в настоящее время Институтом питания РАМН РФ соотношение ПНЖК семейств ω -6 : ω -3 в рационе здорового человека составляет (5-10) : 1, в лечебном питании (3-5) : 1.

Наиболее эффективным способом получения сбалансированного по составу и соотношению ПНЖК семейств ω -6 и ω -3 является использование купажируемых растительных масел. Подсолнечное, кукурузное, хлопковое растительные масла являются источниками γ -линолевой кислоты, а соевое, рапсовое, горчичное, льняное служат источниками α -линоленовой кислоты.

Другим приёмом коррекции жирового рациона является обогащение продуктов коммерческими препаратами кислот семейств ω -6 и ω -3. Например, препараты эйкозапентаеновой и докозагексаеновой кислот в виде рафинированного и дезодорированного масла или порошка с гарантированным содержанием ω -3 не менее 25...30%, стабилизированная антиоксидантами и не ухудшающие вкус готовых продуктов. Так в МГУПП в конце 1990-х гг. была сформирована концепция создания таких продуктов, а совместно с Центром инновации и развития «Здоровый продукт» предложена технология их получения, включающая систему расчета оптимального жирнокислотного состава. Для создания купажей из растительных масел рекомендуется использовать наиболее доступные, технологически удобные и широко используемые в производстве растительные масла.

Экспериментальная часть

Определение жирнокислотного состава образцов проводилось методом газожидкостной хроматографии в соответствии с ГОСТ Р 51483-99 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли этиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме» [7] на хроматографе «Кристалл Люкс-4000» с пламенно-ионизационным детектором.

Метод определения жирнокислотного состава основан на газохроматографическом разделении этиловых эфиров жирных кислот, входящих в состав масел и жировых продуктов, получаемых переэтерификацией масла абсолютированным этиловым спиртом в присутствии катализатора этилата натрия.

Условия хроматографирования:

Хроматограф «Кристалл Люкс-4000» с пламенно-ионизационным детектором. Колонка капиллярная кварцевая VF-23ms длиной 60 м, внутренним диаметром 0,25 мм. Газ-носитель – гелий. Температура испарителя 270°C; температура колонки 120..220°C с выдерживанием 220°C 20 мин со скоростью подъема температуры 10°C/мин (программируемый режим); температура ионной ловушки 175°C. Величина пробы - 1 мм³ раствора этиловых эфиров кислот в гексане.

Обработка результатов:

1. Качественный анализ

Качественный состав определяют путем сравнения полученных масс-спектров с электронной библиотекой «Nist-98».

2. Количественный анализ

Расчет состава этиловых эфиров жирных кислот масла проводят методом внутренней нормализации.

Расчет состава купажа и технология купажирования:

Для расчета состава двухкомпонентных смесей использовалась компьютерная программа MS Office Excel с разработкой своего алгоритма. Принцип, положенный в основу компьютерной обработки данных хроматографического анализа исходных растительных масел, связан с подбором соотношением жирных кислот ω -6 и ω -3 равным 9:1.

При разработке технологии купажирования растительных масел учитывают следующие особенности:

- исходные масла могут иметь разную вязкость;
- исходные масла могут смешиваться в разных соотношениях;
- купажируемая система имеет повышенное содержание ПНЖК.

Возможны три способа купажирования масел:

1. Масла поступают в ёмкость для смешивания одновременно, и только после этого начинается перемешивание общей массы с нагреванием или без него. Этот способ является наиболее простым, однако купажируемая система требует длительной механической обработки (в крупнотоннажных заводских масштабах) и нагревания.

2. Масла поступают в ёмкость для смешивания с включенной мешалкой последовательно, одно за другим с нагреванием или без него. Данный способ позволяет уже с первых минут процесса купажирования осуществлять равномерное распределение объема одного масла в другом, нагревание ускоряет процесс.

3. Масла поступают в ёмкость для смешивания с включенной мешалкой по частям от их рецептурного количества, последовательно и попеременно, с нагреванием или без него. Последний прием увеличивает продолжительность процесса купажирования, так как сначала, например, смешивают 1/10 часть масла 1 с 1/10 частью масла 2 при перемешивании, затем добавляют часть масла 1 при перемешивании, потом часть масла 2 и т.д. Нагревание купажируемой системы и в этом случае ускоряет процесс.

Определение жирнокислотного состава растительных масел методом газожидкостной хроматографии:

1. Приготовление этиловых эфиров жирных кислот растительных масел.
2. Оценка масла на хроматографе.
3. Определение жирнокислотного состава растительных масел по результатам газожидкостной хроматографии.

Качественный состав определяют путем сравнения полученных масс-спектров с электронной библиотекой «Nist-98». Расчет состава этиловых эфиров жирных кислот масла проводят методом внутренней нормализации.

Площади пиков компонентов (S_i) в мм² вычисляют по формуле:

$$S_i = H_i \times a_i,$$

где H_i – высота пика,

a_i – ширина пика, измеренная на половине высоты, мм.

Высоту пика измеряют с записью результата до целых чисел; ширину пика – с записью результатов до первого десятичного знака. Сумму площадей всех пиков на хроматограмме принимают за 100%.

Массовую долю жирной кислоты (X_i) в процентах вычисляют по формуле:

$$X_i = \frac{S_i}{\sum S_i} \times 100,$$

где S_i – площадь пика этилового эфира данной жирной кислоты, мм²;

$\sum S_i$ – сумма площадей всех пиков на хроматограмме, мм².

Вычисления проводят до второго десятичного знака с последующим округлением результата до первого десятичного знака.

Обсуждение результатов эксперимента

Целью данной работы явилось изучение рынка смешанных растительных масел и разработка новых видов купажированных масел.

Рынок смешанных масел стимулируется спросом потребителя на продукты здорового питания, что создает маркетинговую и коммерческую перспективу для производителей. Мониторинг рынка растительных масел г.Иваново показал наличие в торговом ассортименте ряда смешанных масел от компаний ОАО «ЭФКО» («ALTERO»), ОАО «Орелрастмасло» («Олейна оливия»), ОАО «МЖК Краснодарский» («Аведовъ»), ОАО «Валуйский комбинат растительных масел» («Милора солнечная»), ООО «Лабинский МЭЗ» («Аведовъ»), ООО «Бунге СНГ» («Олейна») (табл. 1).

На первом этапе работы был определен жирнокислотный состав торговых образцов растительных масел методом газожидкостной хроматографии в соответствии с ГОСТ Р 51483-99 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хро-

матографии массовой доли этиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме» на хроматографе «Кристалл Люкс-4000» с пламенно-ионизационным детектором. Метод определения жирнокислотного состава основан на газохроматографическом разделении этиловых эфиров жирных кислот, входящих в состав масел и жировых продуктов, получаемых перэтерификацией масла абсолютированным этиловым спиртом в присутствии катализатора этилата натрия. Полученные результаты представлены в таблице 2.

Исследование образцов показало, что большинство масел не сбалансировано по жирнокислотному составу. Соотношение ПНЖК семейств ω -6: ω -3 в образцах колеблется от 208 («Аведовъ») до 61200 («ALTERO»). Лишь образец №6 («ALTERO» Масло подсолнечное с зародышами пшеницы), можно назвать сбалансированным по жирнокислотному составу, соотношение ЖК ω -6: ω -3 в нем составляет 8:1, что близко к рекомендациям РАМН РФ для рациона здорового человека. Второй этап работы касался разработки купажированных растительных масел. Широко представленные на рынке масла – подсолнечное, кукурузное, соевое – не полностью удовлетворяют потребности организма в ПНЖК, и, как следствие, около 80% россиян испытывают в них недостаток. Масла с заданным составом жирных кислот можно получить путем селекции или генетической модификации масличных культур, а также в результате смешивания масел различного состава.

Таблица 1. Исследуемые образцы купажированных растительных масел

Номер образца	Торговая марка	Производитель, ТУ	Состав	Цена, руб. за 1 л
1	ALTERO	ОАО «Эфко», РФ, Белгородская область, г. Алексеевка, ТУ 9141-015-0033393-01	Подсолнечное и оливковое рафинированные дезодорированные масла	68
2	Олейна оливия	ОАО «Орелрастмасло», РФ, г. Орел, ГОСТ Р 52465-2005	Подсолнечное и оливковое рафинированные дезодорированные масла	74
3	Милора солнечная	ОАО «Валуйский комбинат растительных масел». РФ, Белгородская область, г. Валуйки	Соевое и подсолнечное рафинированные дезодорированные масла	55
4	Аведовъ	ООО «Лабинский МЭЗ», Краснодарский край, ТУ 9141-020-55505939-08	Подсолнечное и оливковое рафинированные дезодорированные масла	81
5	Олейна	ООО «Бунге СНГ», ТУ 9141-001-72055573-07	Подсолнечное рафинированное и оливковое нерафинированное	79
6	ALTERO	ОАО «Эфко», РФ, Белгородская область, г. Алексеевка, ТУ 9141-029-0033693-2007	Масло подсолнечное с зародышами пшеницы	73
7	ALTERO	ОАО «Эфко», РФ, Белгородская область, г. Алексеевка, ТУ 9141-015-0033393-01	Подсолнечное и оливковое рафинированные дезодорированные масла	68
8	Аведовъ	ОАО «МЖК Краснодарский», ТУ 9141-001-00336579-2013	Подсолнечное и оливковое рафинированные дезодорированные масла	69

Таблица 2. Жирнокислотный состав исследуемых масел

Наименование кислот	Массовая доля ЖК в образцах, %			
	Образец 1	Образец 2	Образец 3	Образец 4
Сумма НЖК, % в том числе:	10,6±0,8	17,3±1,4	10,1±0,8	10,2±0,9
C _{14:0}	-	-	0,05±0,006	-
C _{16:0}	6,6±0,5	13,1±1,0	6,3±0,5	6,6±0,5
C _{18:0}	4,0±0,4	4,2±0,4	3,7±0,4	3,6±0,4
Сумма МНЖК, %, в том числе:	27,9±1,4	29,3±1,5	38,2±1,9	25,4±1,3
C _{16:1}	-	0,3±0,03	0,2±0,02	-
C _{18:1}	27,9±1,4	29,0±1,5	38,1±1,9	25,4±1,3
Сумма ПНЖК, %, в том числе:	61,2±3,1	52,1±2,6	50,6±2,5	62,6±3,1
C _{18:2(ω-6)}	61,2±1,4	52,1±2,6	50,4±2,5	62,3±3,1
C _{18:3(ω-3)}	0,001	0,001	0,2±0,02	0,3 ± 0,03
ω-6:ω-3	61200:1	52100:1	252:1	208:1
	Образец 5	Образец 6	Образец 7	Образец 8
Сумма НЖК, % в том числе:	10,5±0,8	8,8±0,7	10,7±0,8	11±0,9
C _{14:0}	0,07±0,007	0,08±0,008	0,08±0,008	0,1±0,01
C _{16:0}	6,6±0,5	6,01±0,48	6,6±0,5	7,1±0,6
C _{18:0}	3,8±0,4	2,73±0,3	3,6±0,4	3,8±0,4
C _{22:0}	-	-	0,3±0,03	-
C _{22:1}	-	-	0,08±0,008	-
Сумма МНЖК, %, в том числе:	25,9±1,3	41,99±2,09	29±1,5	23,6±1,2
C _{16:1}	0,1±0,01	-	0,1±0,01	-
C _{18:1}	25,8±1,3	41,99±2,09	28,9±1,4	23,6±1,2
Сумма ПНЖК, %, в том числе:	61,9±3,1	46,86±2,3	58,9±2,9	64,6±3,2
C _{18:2(ω-6)}	61,7±3,1	41,74±2,08	58,8±2,9	64,4±3,2
C _{18:3(ω-3)}	0,1±0,01	5,12±0,4	0,1±0,01	0,2±0,02
ω-6:ω-3	617:1	8:1	588:1	322:1

Для создания купажей растительных масел в качестве основы нами было выбрано подсолнечное масло. Это связано с тем, что россияне потребляют в основном (95%) подсолнечное масло, которое наиболее характерно для выращивания в большинстве климатических зон РФ. Проанализировав состав подсолнечного масла, можно констатировать, что масло не сбалансировано по жирнокислотному составу, соотношение в нем жирных кислот $\omega 6:\omega 3$ составляет 825:1. Полученные результаты представлены в таблице 3.

Для создания купажей рекомендуется брать наиболее доступные, технологически удобные и широко используемые в производстве растительные масла. Кроме того, для достижения идеального соотношения жирных кислот $\omega 6:\omega 3$ равным (5-10):1, в подсолнечном масле нужно повысить долю кислот $\omega 3$. Источником ПНЖК семейств $\omega 3$ в первую очередь являются масла, относящиеся к восьмой группе масел, с содержанием лино-

леновой кислоты более 20%: льняное и рыжиковое масла. Жирнокислотный состав образцов масел представлен в таблице 4.

Для расчета состава двухкомпонентных смесей использовали компьютерную программу MS Office Excel с разработкой своего алгоритма. Принцип, положенный в основу компьютерной обработки данных хроматографического анализа исходных растительных масел, связан с подбором соотношения жирных кислот $\omega 6$ и $\omega 3$ равным 9:1.

Расчет показал, что для получения оптимального соотношения кислот $\omega 6$ и $\omega 3$ необходимо взять подсолнечное масло + льняное в количестве 89+11 (мас.%); либо подсолнечное масло + рыжиковое в количестве 79+21 (мас.%). Методом газожидкостной хроматографии определен жирнокислотный состав полученных купажей, результаты представлены в таблице 5.

Таблица 3. Жирнокислотный состав подсолнечного масла

Название жирной кислоты	Массовая доля жирной кислоты в образцах, в %	
	фактически	По ГОСТ 30623-98
<i>Насыщенные</i>		
Миристиновая, C _{14:0}	0,12 ± 0,0132	До 0,2
Пальмитиновая, C _{16:0}	7,44 ± 0,59	5,6 – 5,7
Стеариновая, C _{18:0}	3,82 ± 0,42	2,7 – 6,5
<i>Мононенасыщенные</i>		
Пальмитолеиновая, C _{16:1}	0,17 ± 0,019	-
Олеиновая, C _{18:1}	29,09 ± 1,45	14,0 – 39,4
<i>Полиненасыщенные</i>		
Линолевая, C _{18:2}	57,76 ± 2,89	18,3 – 74,0
Линоленовая, C _{18:3}	0,07 ± 0,007	До 0,2
<i>Итого:</i>	98,47	
<i>Прочее:</i>	1,53	
соотношение $\omega 6/\omega 3$	825 : 1	

Таблица 4. Жирнокислотный состав льняного и рыжикового масел

Название жирной кислоты	Массовая доля жирной кислоты в образцах, в %			
	Льняное масло (образец)	Льняное масло ГОСТ 30623-98	Рыжиковое масло (образец)	Рыжиковое масло ГОСТ 30623-98
<i>Насыщенные</i>				
Пальмитиновая, C _{16:0}	5,79 ± 0,46	5,4 - 11,3	7,35 ± 0,59	4,0 - 6,0
Стеариновая, C _{18:0}	4,19 ± 0,46	2,5 - 8,0	3,13 ± 0,34	1,8 - 3,0
Арахидовая, C _{20:0}	1,28 ± 0,14	0,4 ± 1,28	27,79 ± 1,39	-
<i>Мононенасыщенные</i>				
Пальмитолеиновая, C _{16:1}	0,06 ± 0,0066	До 0,1	1,17 ± 0,13	0,4 – 1,28
Олеиновая, C _{18:1}	18,29 ± 1,46	13,0 – 36,0	17,86 ± 1,43	9,0 – 27,0
<i>Полиненасыщенные</i>				
Линолевая, C _{18:2}	16,31 ± 1,3	8,3 – 30,0	9,15 ± 0,73	15,0 – 45,0

Название жирной кислоты	Массовая доля жирной кислоты в образцах, в %			
	Льняное масло (образец)	Льняное масло ГОСТ 30623-98	Рыжиковое масло (образец)	Рыжиковое масло ГОСТ 30623-98
Линоленовая, C _{18:3}	52,05 ± 2,6	30,0 – 67,0	30,88 ± 1,54	20,0 – 39,0
<i>Итого:</i>	97,97		97,33	-
<i>Прочее:</i>	2,03		2,67	
соотношение ω-6/ω-3	1 : 3,19		1 : 3,3	

Таблица 5. Жирнокислотный состав купажируемых масел

Название жирной кислоты	Массовая доля жирной кислоты в образцах, в %	
	подсолнечное + льняное	подсолнечное + рыжиковое
<i>Насыщенные</i>		
Миристиновая, C _{14:0}	0,13 ± 0,0143	-
Пальмитиновая, C _{16:0}	6,94 ± 0,55	8,81 ± 0,7
Стеариновая, C _{18:0}	4,34 ± 0,48	3,19 ± 0,35
<i>Мононенасыщенные</i>		
Пальмитолеиновая, C _{16:1}	0,21 ± 0,0231	-

Таким образом, наиболее эффективным способом получения сбалансированных по составу и соотношению ПНЖК семейств ω-6 и ω-3 является использование купажируемых растительных масел. Если готовить купаж именно на основе подсолнечного масла, то наиболее рационально смешивать его с рыжиковым маслом. В этом случае добавки второго масла не будут превышать 20-25%, при этом купаж будет сохранять традиционный вкус подсолнечного масла.

Разработанные масла со сбалансированным жирнокислотным составом, можно позиционировать как функциональные масложировые продукты.

Жирные кислоты семейств ω-3 и ω-6, содержащиеся в их составе в оптимальном соотношении, в организме человека будут проявлять следующие физиологические функции:

- участвовать в метаболизме углеводов (способствовать поддержанию уровня глюкозы и инсулина в крови);
- способны повышать устойчивость организма к онкологическим патологиям;
- способны улучшать функции сердечно-сосудистой системы (способствовать сохранению тонуса стенок кровеносных сосудов и их проходимости, проявляют антитромботическое действие);
- участвовать в липидном обмене (способствовать поддержанию уровня триацилглицеринов, общего холестерина, липопротеинов высокой и низкой плотности в крови).

Выводы

1. Оценка потребительского рынка купажируемых растительных масел показала, что основная часть масел, представленная на прилавках г. Иваново не обладает сбалансированным жирнокислотным составом.
2. Установлено, что для создания купажей на основе подсолнечного масла могут быть использованы масла с высоким содержанием линоленовой кислоты.
3. Разработаны купажи на основе наиболее доступных,

технологически удобных и широко используемых в производстве растительных масел: льняного, рыжикового.

4. Установлено, что для получения сбалансированного по составу и соотношению ПНЖК семейств ω-6 и ω-3 подсолнечного масла предпочтительным является его купажируемое с льняным и рыжиковым маслами.
5. В ходе социологического опроса было установлено, что население плохо проинформировано о том, какое масло стоит выбирать и по каким критериям.

Список литературы

1. Не пора ли сменить масло? Обзор российского рынка масложировой продукции. Исследования компании Euromonitor International // RUSSIAN FOOD & DRINKS MARKET MAGAZINE. 2008. № 4.
2. Новый спрос – новые предложения. Российский рынок продуктов питания и напитков. Исследования компании Nielsen // RUSSIAN FOOD & DRINKS MARKET MAGAZINE. 2008. № 3.
3. Шендеров Б.А. Современное состояние и перспективы развития концепции «Функциональное питание» // Пищевая промышленность. 2003. № 5. С. 4-7.
4. Кулакова С.Н., Байков В.Г., Бессонов В.В., Нечаев А.П., Тарасова В.В. Особенности растительных масел и их роль в питании // Масложировая промышленность. 2009. № 3. С.16-20.
5. Ипатова Л.Г., Кочеткова А.А., Нечаев А.П. Новые направления в создании функциональных жировых продуктов // Масложировая промышленность. 2006. № 4. С. 12.
6. Григорьева В.Н., Лисицын А.Н. Факторы, определяющие биологическую полноценность жировых продуктов // Масложировая промышленность. 2002. № 4. С.14-17.
7. ГОСТ Р 51483-99 «Масла растительные и жиры животные. Определение методом газовой хроматографии массовой доли этиловых эфиров индивидуальных жирных кислот к их сумме».

АНАЛИЗ РОЛИ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ ВО ФЛОРЕ ОТКРЫТЫХ МЕСТ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОСЕЛКА ВАРВАРИНО

МИРОШНИКОВ ИЛЬЯ

Станция юных натуралистов, г.Новохоперск, Воронежская область

Научные руководители: Родионова Наталья Александровна, кандидат биологических наук, педагог дополнительного образования; Авраменко Юлия Анатольевна, педагог дополнительного образования Станции

Адвентивная флора – гетерогенная по происхождению и гетерохронная по времени проникновения группа видов в составе региональной флоры, которая формируется в результате трансконтинентальных, трансзональных и межзональных миграций, осуществляющихся благодаря прямому или косвенному воздействию человека.

Научно-исследовательская работа проводилась на территории и в ближайших окрестностях поселка Варварино – центральной усадьбы Хоперского государственного природного заповедника. Основными путями переноса чужеродных видов растений, 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.

Цель работы: исследование флоры открытых мест п.Варварино, выявление адвентивных видов и изучение их роли в фитоценозах.

Задачи:

1. Выбрать участки в п.Варварино на открытой местности в пойме, на склоне террасы и на террасе.
2. Сделать геоботанические описания выбранных участков.
3. Выявить адвентивные виды в фитоценозах.

Материалы и методы исследования

Материал собирался летом 2017 г. Стационарные исследования мы проводили маршрутным методом [7]. Проведено описание пробных площадей, сделаны геоботанические описания. Определение видов проводилось по определителю [1]. Рассчитаны постоянство, средний балл обилия, фитоценотическая значимость отдельных видов. Рассчитан коэффициент сходства Сьеренсена флоры травяного яруса [2].

Результаты и их обсуждение

В настоящее время в заповеднике насчитывается 1079 видов сосудистых растений, увеличение числа видов происходит и сейчас, причем «обогащение» флоры заповедника чаще происходит за счет адвентивных растений. Адвентивная флора заповедника по подсчётам научных сотрудников насчитывает 110 видов, что составляет 10,2% от всего списка растений [3-5]. После опубликования «Флоры Хоперского заповедника» Н.Н. Цвелевым [6] обнаружено 19 новых для заповедника видов, из них 9 – адвентивные растения.

Нами проведены описания в пойме р.Хопер, на склоне террасы и на самой террасе. Участок, на котором проводились работы в пойме, с одной стороны граничит с пойменным ветляником (заросли ивы белой), который произрастает по берегу озера 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 отделении от ул. Лесная, между огородами и участком, заросшим самосевом сосны. Флора этих участков представлена 98 видами, относящимися к 26 семействам и 77 родам. Наиболее богато видами семейство Сложноцветные (24 вида), далее по убыванию – семейства Злаки (11 видов), Губоцветные (7 видов); Бобовые, Гвоздичные и Гречиховые (по 6 видов). По экологической приуроченности преобладают виды степной группы (52 вида) и луговой (24 вида).

Рассмотрим флору отдельных ландшафтов. В пойме нами отмечен 61 вид растений травянистого яруса, на склоне надпойменной террасы – 51 и на самой террасе – 39 видов. На всех участках преобладают представители сем. Сложноцветные и Злаковые; кроме того, в пойме – сем. Гречиховые, на склоне террасы – сем. Бобовые, Гвоздичные и Крестоцветные, а на террасе – сем. Бобовые и Кипрейные. Преобладают виды степной экологической приуроченности. В пойме с наибольшим обилием отмечен вид лесной приуроченности вейник наземный и виды степной приуроченности осока ранняя и мятлик узколистный. На склоне надпойменной террасы с наибольшим обилием отмечены виды степной приуроченности – пырей ползучий, житняк Лавренко и качим метельчатый. На террасе с наибольшим обилием отмечен также вид степной экологической группы – подмаренник настоящий.

Высокое видовое богатство флоры открытого участка в пойме мы считаем следствием более ровных условий увлажнения, т.к. на террасе грунт сохнет быстрее из-за более высокого местоположения, а на склоне – из-за прогрева в послеобеденные часы, когда солнце освещает этот участок. Из-за этого пойменный участок богат видами не только степной, но и болотной, и луговой экологической приуроченности. На склоне террасы отмечено много сорных видов, которые в основном многолетние. Большое количество сорных видов, вероятно, связано с нарушением растительного покрова как человеком, так и природными явлениями – возможно, после сильных ливней, сильных ветров, когда растительность может высохнуть и погибнуть и т.п.

Из 98 видов растений 21 вид – адвенты. По времени заселения большинство видов (12-54%) – 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 агрофиты – 13 (59,1%), далее 8 – эпеко-агрофиты (36,4%) и 1 – эфемерофит-эпекофит (4,5%). Большинство видов Североамериканского происхождения.

риканского происхождения. На участке в пойме отмечено 12 видов адвентов (19,7%), с высоким обилием отмечены археофиты – горец птичий и пастушья сумка; кенофиты – костер растопыренный и череда олиственная. На склоне террасы отмечено 14 адвентивных видов (27,4%), с высоким обилием археофиты – горец птичий и пастушья сумка; кенофит дрок красильный. На террасе отмечено 10 видов – адвентов (25,6%), высокое обилие отмечено только у неравноцветника кровельного.

Таким образом, адвентивные виды преобладают на склоне террасы. Вероятно, это является следствием уязвимости этого местообитания из-за влияния человека и топографических особенностей.

Выводы

1. В окрестностях п.Варварино выбраны участки на открытой местности на разных рельефных уровнях: в пойме, на склоне надпойменной террасы и на террасе.

2. Нами сделаны геоботанические описания выбранных участков.

3. Флора исследуемых участков представлена 98 видами, относящимися к 26 семействам и 77 родам. Наиболее богато видами сем. Сложноцветные, преобладают многолетники, травы, по экологической приуроченности преобладают виды степной и луговой групп.

4. В пойме нами отмечен 61 вид растений травянистого яруса, на склоне надпойменной террасы – 51 и на самой террасе – 39 видов. На всех участках преобладают сем. Сложноцветные и Злаковые; кроме того, в пойме – сем. Гречишные, на склоне террасы – сем. Бобовые, Гвоздичные и Крестоцветные, а на террасе – сем. Бобовые и Кипрейные. Высокое видовое богатство флоры открытого участка в пойме мы считаем следствием более ровных условий увлажнения.

5. На исследуемой территории отмечено 22 адвентив-

ных вида, по времени заселения преобладают археофиты, по способу натурализации – ксенофиты, по степени натурализации – агриофиты, большинство видов Североамериканского происхождения.

Список использованной литературы

1. Маевский П.Ф. Флора средней полосы Европейской части России / П.Ф. Маевский. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 600 с.

2. Миркин Б.М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б.М. Миркин, Г.Н. Розенберг, Л.Г. Наумова. – М.: Наука, 1989. – 222 с.

3. Нескрябина Е. С. Об антропогенных изменениях растительного покрова Хоперского заповедника / Е.С. Нескрябина // Проблемы сохранения и оценки состояния природных комплексов и объектов: тезисы докладов. – Воронеж, 1997. С. 74.

4. Нескрябина Е. С. Адвентивные виды Хоперского заповедника / Е. С. Нескрябина // Труды Хопёрского государственного заповедника. – Воронеж, 2014. – Вып. 9. – С. 173-193.

5. Родионова Н.А. Культивируемые виды растений как потенциальные интродуценты в заповедные сообщества / Н.А. Родионова // Состояние, изучение и сохранение заповедных природных комплексов лесостепной зоны. – Воронеж, 2000. – С. 41–44.

6. Цвелёв Н.Н. Флора Хопёрского государственного заповедника / Н.Н. Цвелёв – Л.: Наука, 1988. – 192 с.

7. Юннатов А.А. Типы и содержание геоботанических исследований. Выбор пробных площадей и заложение экологических профилей / А.А. Юннатов // Полевая геоботаника. – М.-Л.: Изд-во Акад. наук СССР, 1964. – Т.3. – С. 9-35.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ДНК ИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ЧЕЛОВЕКА

ФОМИЧЕВА ЕЛИЗАВЕТА

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

Научный руководитель – Фомичева Анна Николаевна, кандидат биологических наук, заместитель директора по учебной работе, учитель школы

Методы молекулярной биологии в настоящее время широко используются для различных исследований генома человека: генетического скрининга наследственных заболеваний, пренатальной диагностики нарушений развития плода, генетического консультирования, генной терапии наследственных заболеваний, генетической дактилоскопии и др. Данные исследования позволяют выявлять и предотвращать генетические заболевания, значительно повышают эффективность лечения, открывая новые возможности для персонализированной медицины, используются в криминалистике [1, 2]. Молекулярно-генетические методы характеризуются достаточно сложной методикой, и интерпретация результатов в значительной степени зависит от точности проведенного исследования.

Цель исследования: изучить эффективность различ-

ных методов выделения и очистки ДНК из нескольких биологических субстратов человека (кровь, волос, кость).

В связи с поставленной целью выделены *следующие задачи:*

1. Выделить ДНК из крови, волоса, кости с использованием различных методов (кремниевый сорбент, магнитный сорбент).
2. Оценить количество ДНК, выделенной различными методами из крови, волоса и кости.
3. Оценить степень очистки ДНК, выделенной различными методами из крови, волоса и кости для каждой исследованной ткани.

Материалы и методы исследования

В качестве материала в исследовании использовались образцы крови, волос, кости человека. Выделение ДНК из каждого образца проводилось с использованием крем-

ниевое сорбента и магнитных частиц. Для выделения использовались образцы костного порошка по 52 мкг, высушенные образцы крови площадью по 2 мм² и образцы волос по 4 волосах луковицы в каждом. Выделение ДНК проводилось в соответствии с протоколами фирм-производителей. Математическую обработку полученных данных проводили с использованием пакета программ EXCEL 2007 (Microsoft, USA). Вычисляли среднюю концентрацию ДНК, выделенной из различных биологических субстратов различными методами. Рассчитывалось среднее значение ($\bar{x}$) и ошибка среднего (m). Для определения достоверности различий между средними значениями количества ДНК, выделенной различными методами, использовался t-критерий Стьюдента. Отклонение считалось достоверным при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение

Для определения эффективности выделения ДНК различными методами было проведено сравнение количества выделенной ДНК попарно из нескольких образцов каждого субстрата. Для сравнения степени эффективности выделения ДНК определяли долю образцов, в которых её концентрация была выше при выделении одним из методов.

Таблица 1. Доля образцов ДНК с более высокой концентрацией и среднее превышение концентрации ДНК при использовании магнитного и кремневого сорбента

Субстрат	Метод *	Кол-во образцов с более высокой концентрацией ДНК	Доля образцов с более высокой концентрацией ДНК, %	Среднее превышение концентрации ДНК (разность) по сравнению с альтернативным методом, нг/мкл
волос	МС	5	71,43	0,002736
	КС	2	28,57	0,003750
кость	МС	7	87,50	0,725505
	КС	1	14,29	0,117660
кровь	МС	7	87,50	1,581693
	КС	1	14,29	0,026900

(*) Примечание: МС – магнитный сорбент; КС – кремневый сорбент.

Таблица 2. Количество ДНК, выделенное различными способами из биологических субстратов человека

Субстрат	Метод*	Среднее кол-во ДНК, нг/мкл	Минимальное кол-во выделенной ДНК, нг/мкл	Максимальное кол-во выделенной ДНК в нг/мкл	t-критерий Стьюдента
кость	КС	0,032336 ± 0,028388	0,000210	0,202200	1,104996
	МС	0,648404 ± 0,560634	0,028162	4,571837	
кровь	КС	2,865735 ± 1,661771	0,259443	14,348270	0,585393
	МС	4,246355 ± 1,673557	0,855047	15,464055	
волос	КС	0,004851 ± 0,001851	0,002676	0,015780	1,097822
	МС	0,005622 ± 0,003056	0,007066	0,026649	

(*) Примечание: МС – магнитный сорбент; КС – кремневый сорбент.

В результате анализа данных по средней концентрации ДНК, выделенной из кости, полученных после ПЦР, было выявлено, что при выделении методом с использованием магнитного сорбента средняя концентрация ДНК выше, чем при выделении с помощью кремневого сорбента, однако различия недостоверны. Недостоверность различий результатов, полученных изученными метода-

дов и среднее превышение концентрации выделенной ДНК по сравнению и альтернативным методом (табл. 1).

Полученные данные позволяют отметить, что доля образцов с более высокой концентрацией ДНК была выше для всех биологических субстратов (волос, кость, кровь) при выделении с помощью магнитного сорбента. Среднее превышение концентрации ДНК при выделении данным методом максимально для крови (в среднем по всем образцам было выделено на 1,581693 нг/мкл больше ДНК). Для кости превышение концентрации по магнитному сорбенту также значительно (0,725505 нг/мкл). Количество ДНК, выделенной из луковиц волос, было недостаточным для обоих методов, однако с помощью магнитного сорбента удалось получить более концентрированные растворы ДНК. Таким образом, метод с использованием магнитных частиц эффективнее метода с кремневым сорбентом.

Эффективность методов выделения ДНК также оценивали по средним концентрациям, вычисленным на основании данных анализа нескольких образцов крови, кости и волос (табл. 2).

Эффективность методов выделения ДНК также оценивали по средним концентрациям, вычисленным на основании данных анализа нескольких образцов крови, кости и волос (табл. 2).

Эффективность методов выделения ДНК также оценивали по средним концентрациям, вычисленным на основании данных анализа нескольких образцов крови, кости и волос (табл. 2).

Эффективность методов выделения ДНК также оценивали по средним концентрациям, вычисленным на основании данных анализа нескольких образцов крови, кости и волос (табл. 2).

Эффективность методов выделения ДНК также оценивали по средним концентрациям, вычисленным на основании данных анализа нескольких образцов крови, кости и волос (табл. 2).

Эффективность методов выделения ДНК также оценивали по средним концентрациям, вычисленным на основании данных анализа нескольких образцов крови, кости и волос (табл. 2).

ми, может быть связана с нестабильностью и значительными колебаниями данных по повторностям. Различия количества выделенной ДНК могут быть обусловлены числом остецитов с сохранившейся ДНК в образцах костной ткани, т.к. проводилась примерная оценка их количества в образце. Точную оценку количества клеток с ДНК в образце костной ткани произвести невозможно.

Следует отметить, что, несмотря на недостоверность различий данных по двум методам выделения, среднее, минимальное и максимальное количество ДНК выделенной из кости с помощью магнитного сорбента значительно выше. Это позволяет заключить, что магнитный сорбент более эффективен для выделения ДНК из кости, по сравнению с кремниевым сорбентом. Средние значения концентрации ДНК, выделенной двумя методами из крови человека, достоверно не различаются. Количество ДНК было достаточным для дальнейшего исследования для обоих методов (более 0,125 нг/мкл). Однако при выделении с помощью магнитного сорбента среднее, максимальное и минимальное значение выделенной ДНК было выше, чем для кремниевого сорбента. Следовательно, выбор метода выделения ДНК из кости должен быть обусловлен учетом других параметров эффективности методов выделения ДНК (стоимость одного выделения, отсутствие ингибиторов ПЦР, затраты времени на выделение). Анализ данных по выделению ДНК из луковиц волос человека с помощью двух методов, позволяет отметить, что средняя концентрация ДНК была низкой в обоих случаях и достоверно не различалась. Максимальное количество выделенной ДНК было выше при использовании магнитного сорбента.

Таблица 3. Содержание ингибиторов в образцах ДНК, выделенных с помощью магнитного и кремниевого сорбентов

Субстрат	Метод*	Кол-во образцов, не содержащих ингибиторы	Доля образцов, не содержащих ингибиторы, %	Кол-во образцов, с незначительным содержанием ингибиторов	Доля образцов, с незначительным содержанием ингибиторов, %
волос	МС	7	100	0	0
	КС	7	100	0	0
кровь	МС	5	62,5	3	37,5
	КС	7	87,5	1	12,5
кость	МС	3	37,5	5	62,5
	КС	8	100	0	0

(*) Примечание: МС – магнитный сорбент; КС – кремниевый сорбент.

Таблица 4. Стоимость и время выделения одного образца ДНК с помощью магнитного и кремниевого сорбента

Метод	Стоимость одного выделения, руб.	Затраты времени на одно выделение, мин	доля образцов, из которых было выделено ДНК более 0,125 нг/мкл
Prepfilер-express, Applied Biosystems (магнитный сорбент)	228,00	30	волос – 0% кровь – 100% кость – 25%
S-сорб, Синтол (кремниевый сорбент)	16,75	40	волос – 0% кровь – 100% кость – 12,5%

Изученные методы практически не различаются по затратам времени на одно выделение и по трудоемкости. Однако стоимость выделения одного образца для метода с использованием магнитных частиц в 13 раз выше. Поэтому для свежих образцов и образцов биологических субстратов в достаточном количестве (например, специально отобранные образцы крови) можно использовать более дешевый кремниевый сорбент. Для сложных образцов, имеющих малый объем (луковицы волос, кость, маленькие пятна крови) предпочтительнее использовать магнитный сорбент.

Выводы

1. Для всех изученных биологических субстратов (кровь, кость, волос), преобладающая доля образцов с более высокой концентрацией ДНК была получена при

Таким образом, сравнение методов по количеству выделенной ДНК показало, что доля образцов с более высокой концентрацией ДНК, средняя и максимальная концентрация выделенной ДНК выше при использовании магнитного сорбента для всех изученных биологических субстратов (кровь, кость, луковицы волос).

Результаты, полученные при изучении качества ДНК, выделенной из кости, представлены в таблице 3.

Все образцы ДНК, выделенные обоими методами, подходят для проведения ПЦР, ни один образец не содержит ингибиторов в концентрации, подавляющей реакцию. Однако стоит отметить, что во всех случаях образцы, выделенные при помощи магнитных частиц, содержат незначительное количество ингибиторов, а образцы, выделенные методом с использованием кремниевого сорбента, ингибиторов практически не содержат. Такая разница может быть объяснена тем, что магнитными частицами выделяется избыток ДНК, который является ингибитором ПЦР.

Сравнение методов также проводилось по стоимости выделения одного образца ДНК, затрат времени и трудоемкости (табл. 4).

использовании магнитного сорбента. Среднее превышение концентрации ДНК по сравнению с кремниевым сорбентом составило 0,002736 нг/мкл для луковиц волос, 0,725505 нг/мкл для кости и 1,581693 нг/мкл для крови.

2. Средняя и максимальная концентрация ДНК, выделенной с помощью магнитных частиц из кости и крови, превышает показатели, полученные кремниевым сорбентом.

3. Степень очистки ДНК, выделенной из всех изученных биологических субстратов, была достаточной для дальнейших молекулярно-генетических исследований при использовании магнитного и кремниевого сорбента. Незначительное ингибирование ПЦР в образцах ДНК, полученных магнитным сорбентом, связано с избытком ДНК, являющимся ингибитором ПЦР.

4. Сравнение стоимости выделения одного образца, трудоёмкости и затрат времени на одно выделение показало, что метод с использованием магнитных частиц рекомендуется использовать для сложных биологических образцов, для образцов достаточного объема и сохранности подходит метод с использованием кремниевого сорбента.

Список использованной литературы

1. Антонова О.С. Эффективные методы выделения нуклеиновых кислот для проведения анализов в молекулярной биологии / О. С. Антонова и др. // Научное приборостроение. – 2010. – Т.20. – №1. – С.3-9.
2. Ведерников В.Е. Сравнительная характеристика способов экстракции нуклеиновых кислот / В. Е. Ведерников // Лаборатория. – 2012. – № 4. – С.14-15.

ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭМИ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА APPLE IPHONE 5S С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ *ALLIUM CERA* В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА

ДЕЩЕНКО ЕЛИЗАВЕТА

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

Научный руководитель – Фомичева Анна Николаевна, кандидат биологических наук, заместитель директора по учебной работе, учитель школы

В процессе жизнедеятельности человек постоянно находится в поле действия различного электромагнитного излучения (ЭМИ). Наиболее существенное влияние оказывают мобильные телефоны, СВЧ печи, компьютеры и телевизоры. Влияние ЭМИ ультравысокой частоты (УВЧ) сотовых телефонов нельзя недооценивать. Такое воздействие может не только негативно сказаться на функциях органов, но и вызывать генетические изменения в клетках, то есть вызывать генотоксические эффекты [3]. В связи с этим необходима оценка генотоксической активности ЭМИ УВЧ сотовых телефонов.

Цель исследования: изучить генотоксическую активность ЭМИ сотового телефона iPhone 5s с использованием *Allium cera* в качестве тест-объекта.

Задачи исследования:

1. Облучить луковицы ЭМИ сотового телефона iPhone 5s в режиме разговора в течение различных временных промежутков;
2. Оценить митотическую активность меристемы кончиков корешков *Allium cera* при различном времени облучения;
3. Сравнить воздействие ЭМИ сотового телефона на меристему при различном времени облучения;
4. Сравнить полученные в ходе собственной исследовательской работы результаты о воздействии ЭМИ мобильного телефона на меристему с результатами, полученными в других научных исследованиях.

Материалы и методы исследования

В качестве тест-объекта использовали меристему проростков корешков лука посевного *Allium cera* сорта Штутгартен. Для создания фактора ЭМИ в исследовании использовался мобильный телефон Apple iPhone 5s, модели ME435RU/A с беспроводным модулем Wi-Fi стандарта 802.11n. Генотоксическая активность электромагнитного излучения (ЭМИ) определялась по нарушению процесса митоза в меристеме (митотоксичность).

Не пророщенные луковицы подвергались облучению ЭМИ в течение 3 и 5 час. В каждом варианте облучению подвергались 3 луковицы. В качестве контрольного варианта использовались луковицы, не подвергавшиеся облучению. Облученные и интактные луковицы помещались

в чистую воду для проращивания в течение 4 суток. В исследовании использовалась негазированная питьевая вода марки «Некрасовская». Фиксацию срезанных корешков провели фиксатором Кларка, затем корешки окрашивали 2% ацетоорсеином в фарфоровых тиглях. Препараты анализировали под цифровым микроскопом «Альтами» при увеличении около $\times 1200$. Просматривали около 600 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 [2]. 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 [4].

Результаты и их обсуждение

Данные, характеризующие уровень митотической активности меристемы в контрольном варианте представлены в табл. 1.

По нашим данным, среднее значение митотического индекса составляет 4,51%, при этом в различных повторностях он варьирует от 3,09% до 6,33%, что может говорить о различном уровне митотической активности в меристеме корешков *Allium cera*. Ошибка среднего (m) составляет 0,60%. Анализ индексов фаз митоза позволяет отметить преобладание клеток на стадии профазы (43,55%), доля клеток на стадии метафазы наименьшая (17,58%).

Для изучения влияния времени воздействия ЭМИ мобильного телефона на митотическую активность меристемы луковицы облучали в течение 3 и 5 час. Результаты представлены в таблице 2.

Таблица 1. Митотический индекс и индексы фаз митоза в меристеме *A. сера*

номер повторности	МИ, %	ПИ, %	МИ, %	А-ТИ, %
1	5,47	69,44	2,78	27,78
2	6,33	52,63	10,53	36,84
3	3,77	30,43	17,39	52,17
4	3,87	18,18	45,45	36,36
5	3,09	47,06	11,76	41,18
Среднее значение	4,51	43,55	17,58	38,87
m	0,60	8,89	7,35	3,97

Таблица 2. Митотический индекс и индексы фаз митоза в меристеме *A. сера* при разной длительности облучения

Время облучения	МИ, %	ПИ, %	МИ, %	А-ТИ, %
Контроль	4,51±0,60	43,55±8,89	17,58±7,35	38,87±3,97
Облучение ЭМИ 3 час.	4,87±1,02	49,22±3,90	26,74±6,32	24,04±9,26
Облучение ЭМИ 5 час.	5,78±1,17	38,62±3,95	28,19±6,83	33,19±4,48

Таблица 3. Длина корней *A. сера* при облучении при разной длительности облучения

№ п/п	Длительность облучения, час.	Длина корней, см
1.	0 (контроль)	3,84±0,37
2.	3	3,53±0,08
3.	5	3,78±0,09

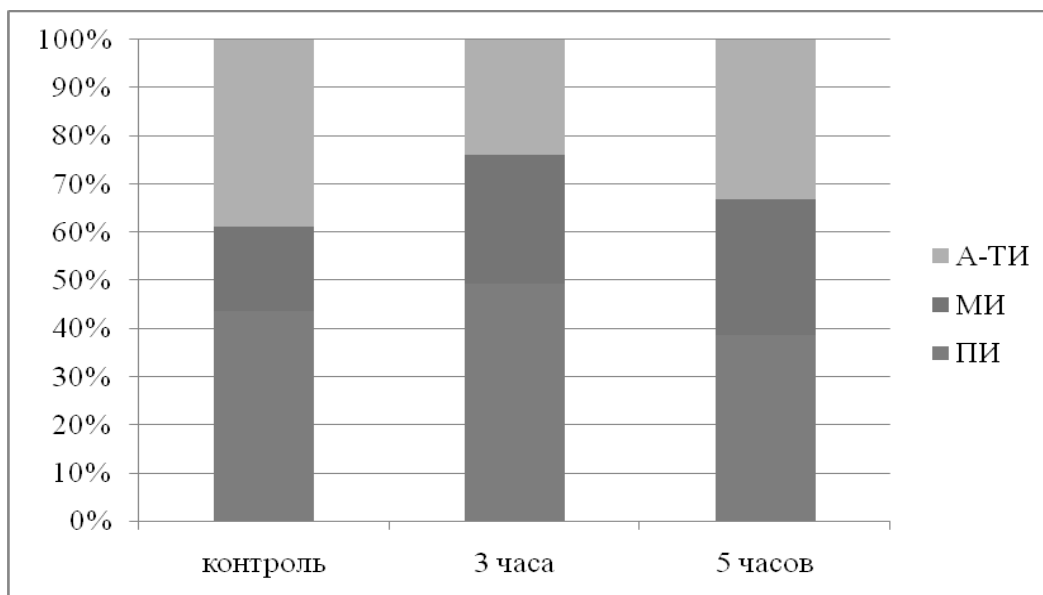
Митотический индекс при облучении в течение 3 часов повышается до 4,87%, 5 часов – до 5,78%, однако различия между контролем и опытом недостоверны. Повышение митотического индекса может свидетельствовать о стимулирующем действии ЭМИ мобильного телефона на митоз. Данный эффект можно отнести к группе митотоксических эффектов, т.к. повышение митотической активности клеток может негативно сказываться на развитии организма, приводя к онкологическому заболеванию.

Изучение длины корней при различном времени облучения также позволяет отметить отсутствие достовер-

ных различий с контрольным вариантом (табл. 3).

Так как длина корней не увеличивается, можно предположить, что происходит задержка клеток на стадиях митоза.

На рис. 1 мы можем увидеть соотношение индексов фаз митоза при различном времени облучения ЭМИ мобильного телефона. Сравнение индексов фаз митоза позволяет отметить, что их соотношение незначительно изменяется по сравнению с контрольным вариантом. При облучении в течение 3 часов повысилась доля клеток на стадии профазы и метафазы, уменьшилось количество клеток на стадии ана-телофазы.

Рис. 2. Индексы фаз митоза в меристеме *A. сера* при различном времени облучения ЭМИ мобильного телефона.

При облучении в течение 5 час. уменьшилась доля клеток на стадиях профазы и ана-телофазы, при этом увеличилась доля клеток на стадии метафазы по сравнению с контролем. Таким образом, при воздействии излучения телефона доля делящихся клеток увеличивается, имеет место изменение соотношения индексов фаз митоза, однако прироста корней не происходит. Это может свидетельствовать о нарушениях прохождения клетками отдельных фаз митоза. Задержка клеток на стадии профазы может быть связана с нарушениями сборки веретена деления, спирализации хромосом, прикрепления хромосом к веретену деления и т.п., на стадии метафазы – с подвижностью хромосом на ахроматиновом веретене, на стадии анафазы – с нарушениями расхождения хромосом к полюсам клетки (разделение центромер, изменения длины нитей веретена деления).

Таким образом, данные нашей исследовательской работы подтверждаются результатами исследований других авторов [1, 5-7] с использованием различных тест-объектов и свидетельствуют о наличии генотоксического эффекта ЭМИ мобильных телефонов.

Выводы

1. Спонтанный митотический индекс в меристеме *A.сера* составляет $4,51 \pm 0,60\%$, профазный индекс – $43,55 \pm 8,89\%$, метафазный индекс – $17,58 \pm 7,35\%$, ана-телофазный индекс – $38,87 \pm 3,97\%$.

2. Воздействие ЭМИ мобильного телефона *Apple iPhone 5s* (модель ME435RU/A с беспроводным модулем Wi-Fi стандарта 802.11n) приводит к повышению митотического индекса в меристеме *A.сера* до $4,87 \pm 1,02\%$ (облучение в течение 3 час.) и $5,78 \pm 1,17\%$ (облучение в течение 5 час.), следовательно, ЭМИ данного мобильного телефона обладает генотоксической активностью.

3. Повышение доли делящихся клеток в облученной меристеме не приводит к увеличению длины корней *A.сера*, следовательно, воздействие ЭМИ индуцирует задержку прохождения клетками фаз митоза и не вызывает повышения доли клеток, вступающих в митоз.

4. Воздействие ЭМИ мобильного телефона *Apple iPhone 5s* вызывает повышение доли профаз и метафаз в меристеме, что может быть связано с нарушением в облученных клетках процессов спирализации хромосом, формирования веретена деления, прикрепления хромосом к митотическому веретену.

5. Митотический индекс наиболее значительно повышается при облучении ЭМИ сотового телефона в течение 5 час. ($5,78 \pm 1,17\%$), чем при воздействии 3 час. ($4,87 \pm 1,02\%$), следовательно, при увеличении времени облучения генотоксический эффект ЭМИ усиливается.

Список использованной литературы

1. Песня Д.С. Разработка методики для оценки влияния УФЧ-излучения сотовых телефонов и других приборов с ЭМИ РЧ на организмы *in vivo* / Д. С. Песня // Ярославский педагогический вестник. – 2010. – №3. – С. 80-84.
2. Прохорова И.М. Генетическая токсикология. Лабораторный практикум / И. М. Прохорова, М. И. Ковалева, А. Н. Фомичева. – Ярославль: Изд-во ЯрГУ им. П.Г. Демидова. – 2005. – 132 с.
3. Слатинская Л. Ю. Действие электромагнитных полей на человека / Л. Ю. Слатинская, В.О. Слатинский: электронный ресурс. URL: <http://krascolife.ru/wp-content/uploads/2010/09/article7.pdf>
4. Лакин Г.Ф. Биометрия / Г. Ю. Лакин. – М.: Высшая школа, 1990. – С.113-119.
5. Engelmann, J.C. Is gene activity in plant cells affected by UMTS-irradiation? A whole genome approach / J.C. Engelmann etc. // Advanced Applied Bioinformftion Chemistry. – 2008. – Vol. 1. – P. 71-83.
6. Gandhi, G. Genetic damage in mobile phone users: some preliminary findings / G. Gandhi // International Journal of Human Genetics. – 2005. – Vol. 11. – P. 99-104.
7. Cam, S.T. Single-strand DNA breaks in human hair root cells exposed to mobile phone radiation / S. T. Cam, N. Seyhan // International Journal Radiation Biology. – 2012. – Vol. 88(5). – P. 420-424.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. ЧЕРЕПОВЦА ПО СОСТОЯНИЮ ЕГО СНЕГОВОГО ПОКРОВА

КОЗЛОВСКИЙ КИРИЛЛ

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

Научный руководитель – Ляпкина Нина Ивановна, педагог дополнительного образования Дворца

Череповец – промышленный город. Стационарными источниками загрязнения окружающей среды являются предприятия металлургической, химической, пищевой, деревообрабатывающей, лёгкой, строительной, машиностроительной промышленности. Кроме того, в атмосферу города попадают выбросы автотранспорта. Снежный покров является эффективным накопителем аэрозольных загрязняющих веществ, выпадающих из атмосферного воздуха [1, 2, 5].

Цель работы: оценить загрязнение окружающей среды в разных точках г. Череповца по состоянию его снежного покрова.

Задачи исследования:

1. Определить количество твердых пылевых частиц в снежном покрове в различных участках г. Череповца.
2. Исследовать снеговой покров на загрязнение химическими веществами.
3. Оценить влияние на загрязнение снега, а, следовательно, и окружающей среды автомобильного и железнодорожного транспорта.
4. Сравнить данные по загрязнению снежного покрова твердыми пылевыми частицами в г. Череповце за несколько лет.
5. Оценить динамику загрязнения снежного покрова

твердыми пылевыми частицами и химическими веществами по трансекте в направлении от промышленной зоны г. Череповца к Северному району.

Материалы и методы исследования

Для проведения исследования использовались следующие методы: наблюдение, забор проб снега, фильтрация, взвешивание, химический анализ, сравнение результатов. Работа проводилась в 2012-2018 гг. на территории г. Череповца.

Взятие проб снега для анализов проводили в конце зимы при максимальной высоте снега (конец февраля – начало марта) по методике [2]. Взяты точно и исследованы пробы снега во всех районах г. Череповца. Кроме того, пробы снега взяты в феврале 2012 г. и 2016 г. в Индустриальном районе города у автодорог и во дворах, чтобы определить загрязнение снега автотранспортом. В феврале 2017 г. проложена трансекта в направлении от промышленной зоны ПАО «СеверСталь» к Северному району города. Для сравнения взята проба в лесной зоне в 5 км от города (контроль).

Проводился химический анализ с помощью НКВ лаборатории. Все анализы проводились в трехкратной повторности. Определяли следующие химические показатели: водородный показатель (рН), содержание карбонатов, гидрокарбонатов, хлоридов, нитритов, железа общего, общую жесткость [3].

Результаты и их обсуждение

Для оценки загрязнения снегового покрова в городе автотранспортом были взяты 3 пробы снега: в Индустриальном районе 29 февраля 2012 г. возле дома 32 на ул. Сталеваров (во дворе), возле второстепенной дороги у этого же здания, и у центральной автодороги на ул. Сталеваров, соединяющей Индустриальный и Зашекснинский районы города. Получили следующие результаты: самым чистым оказался снег на Сталеваров, 32 (во дворе) – 4,4 г пылевых частиц на 1 м²; самый грязный снег оказался у центральной автодороги, здесь пылевых частиц выпало в 35,5 раза больше, чем во дворах у соседних домов (156,6 г/м²). Во дворах загрязняющие вещества в снег попадают от промышленных предприятий города, а большое количество загрязняющих веществ в снегу возле центральной автодороги говорит о том, что туда они попадают еще и от проезжающего автотранспорта (выхлопные газы, грязь из-под колёс, в том числе растворы и песок для обработки дороги). У второстепенной дороги меньше пылевых частиц, чем у центральной, но больше, чем во дворе. Так получается потому, что там движется небольшой поток машин.

В феврале 2016 г. исследовалось загрязнение снега у автодорог химическими веществами. Были взяты четыре пробы снега: у центральной автодороги, у второстепенной дороги, возле площадки с автотранспортом и во дворе (табл. 1).

Чистая дождевая вода и чистый снег имеют значение рН 5,6 [4]. В наших пробах на всех участках, разное удаленных от автомагистралей значение рН оказалось выше. Это говорит о том, что в снегу есть соединения металлов. Самое большое значение рН возле центральной автодороги, у второстепенной дороги, во дворах и у автоплощадки оно одинаково. Во всех пробах, за исключением дворов, железо превышает норму даже для воды, уровень загрязненности спадает в зависимости от отдаления от центральной автодороги, следовательно, автотранспорт влияет на загрязнение атмосферы соединениями железа. Все наши автодороги в зимнее время обрабатываются жидкими растворами от обледенения. В состав этих растворов входят соли. Взяты пробы были проверены на

содержание хлоридов. Возле центральной дороги их оказалось в два раза больше, чем в других пробах. Помимо этого, мы провели анализ на присутствие в снегу соединений аммония, нитритов, гидрокарбонатов, общую жесткость. Какой-либо зависимости от удаления или приближения к автодорогам не выявлено.

Исследовано загрязнение снегового покрова пылевыми частицами за весь зимний период 2011-2015 гг. (табл. 2). Пробы снега брались в разных районах города, всего изучалось и сравнивалось загрязнение на 6 площадках. В конце зимы 2012 г. из 6 изученных площадок самой чистой оказалось точка в конце Зареченского района: пересечение пр. Победы и ул. Юбилейной. Чуть больше загрязнения в начале Зареченского района и на ул. Сталеваров (Индустриальный район). Самой загрязненной, из исследуемых, является площадка на ул. Проезжей, 4а (Северный район). Довольно неблагоприятно оказалось на площадках на ул. Бардина (Индустриальный район), в Зашекснинском районе (Октябрьский пр., во дворах). Такие результаты говорят о том, что в снег, а, следовательно, и в атмосферу города, попадает пыль в большом количестве с промышленных предприятий г. Череповца и от автотранспорта. Северный район (ул. Проезжая) расположен неблагоприятно относительно промышленной зоны города в соответствии с розой ветров, так как у нас преобладают южные и юго-западные ветра.

Улица Бардина находится рядом с промышленной зоной (Индустриальный район). В конце марта 2013 г. в тех же точках снова были взяты пробы снега. Самыми загрязненными снова оказались площадки на ул. Проезжей (Северный район) и ул. Бардина (Индустриальный район). В остальных точках загрязнение гораздо меньше и различается очень незначительно. Была взята проба в парке Культуры и отдыха. Количество пылевых частиц, выпавших на 1 м² площади там меньше, чем во всех остальных точках. Таким образом, за исключением парка КиО, загрязнение колеблется от 6,6 до 17,6 г/м². По сравнению с 2012 г. разница в загрязнении между площадками значительно меньше, оно более равномерно почти по всему городу. В конце марта 2015 г. в тех же точках снова были взяты пробы снега, самыми загрязненными точками оказались площадки на ул. Проезжая (Северный район) и ул. Бардина (Индустриальный район). Остальные пробы заметно чище. Кроме того, пылевое загрязнение на этих четырех площадках оказалось чуть меньше, чем два года назад. Чище всего оказалась проба на пр. Октябрьском, 58 (Зашекснинский район). По сравнению с другими годами, загрязнение снега увеличилось в Северном районе и на улице Бардина (промышленная зона), уменьшилось в Зашекснинском и Заягорбском районах. На улице Сталеваров загрязнение почти не изменилось.

Загрязнение снега химическими веществами точно изучалось во всех районах города в 2015 г. (табл. 3).

Самое большое значение рН на ул. Проезжей и в начале Заягорбского района. В незначительном количестве обнаружены хлориды (16-24 мг/л), гидрокарбонаты (27,5-55,0 мг/л) и аммоний (0,5-1,5 мг/л), общая жесткость от 0,23 до 0,90 °Ж. Железо общее в пробах снега не превышает ПДК для воды. Нитриты обнаружены так же во всех пробах, наибольшее их количество обнаружено в пробах снега на ул. Проезжей (в 20 раз превышает ПДК для воды). В три раза выше нормы для воды количество нитритов в снегу на ул. Сталеваров, 32.

В 2017 г. была проложена трансекта в направлении от промышленной зоны ПАО «СеверСталь» к Северному

району города, так как именно этот район оказался самым загрязненным по результатам предыдущих исследований. Для сравнения снег взят в лесном массиве (контроль). Получили следующие результаты: начиная с первой пробы, количество пылевых частиц шло на уменьше-

ние, но на улице Заречной, 3 вновь возросло (вероятно, из-за близкого расположения с точкой забора гаражей и близости железной дороги), после чего снова резко пошло на уменьшение (табл. 4).

Таблица 1. Химический анализ проб снега в феврале 2016г. в г. Череповце

№ п/п	Место отбора пробы	pH	NO ²⁻ мг/л	Fe _{общ} , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	Жесткость общая, °Ж	HCO ₃ ⁻ , мг/л	СГ, мг/л
1.	У центральной автодороги (Сталеваров, 34)	7,0	0,1	0,7	0,5	4	68,6	48,10
2.	У второстепенной автодороги (Сталеваров, 30)	6,5	0,5	0,5	0,7	4	41,2	24,03
3.	У площадки с автотранспортом (Сталеваров, 32)	6,5	0,5	0,3	0,5	4	54,9	16,02
4.	Во дворах (Сталеваров, 32/Андреевская)	6,5	0,5	0,2	0,1	4	54,9	24,03
ПДК для воды		5,6	0,1	0,3	2,5	7	1000	250

Таблица 2. Загрязнение снегового покрова г. Череповца пылевыми частицами в марте с 2012 по 2015 гг.

№ п/п	Место отбора проб	Количество твёрдых веществ, г/м ²		
		2012 г.	2013 г.	2015 г.
1.	Ул. Проезжая, 4а (Северный район)	22,1	17,6	30,9
2.	Ул. Олимпийская (конец Заягорбского района)	2,2	11,0	8,8
3.	Ул. Сталеваров, 32 (Индустриальный район)	6,6	6,6	4,4
4.	Пр. Октябрьский, 48 (Зашекснинский район)	13,2	8,8	2,2
5.	Пр. Победы (начало Заягорбского района)	4,4	8,8	6,6
6.	Ул. Бардина, 21 (Индустриальный район)	13,2	15,4	24,3

Таблица 3. Химический анализ проб снега в марте 2015г. в г. Череповце

№ п/п	Место отбора пробы	pH	NO ²⁻ мг/л	Fe _{общ} , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	Жесткость общая, °Ж	HCO ₃ ⁻ , мг/л	СГ, мг/л
1.	Ул. Проезжая (Северный район)	7,0	2,0	0,2	1,5	0,90	55,0	16
2.	Ул. Олимпийская (конец Заягорбского района)	6,3	0,1	0,2	0,5	0,23	55,0	16
3.	Ул. Сталеваров, 32 (Индустриальный район)	6,3	0,3	0,1	0,5	0,50	41,0	16
4.	Пр. Октябрьский, 48 (Зашекснинский район)	6,0	0,1	0,1	0,5	0,23	55,0	16
5.	Пр. Победы (начало Заягорбского района)	6,8	0,1	0,1	0,7	0,70	27,5	24
6.	Ул. Бардина, 21 (Индустриальный район)	6,3	0,1	0,2	0,7	0,70	41,0	24
ПДК для воды		5,6	0,1	0,3	2,5	7,00	1000	250

Таблица 4. Загрязнение снегового покрова пылевыми частицами на трансекте «Промышленная зона – Северный район» в 2017 г.

№ п/п	Место отбора пробы	Кол-во пылевых частиц, г/м ²	pH	NO ²⁻ мг/л	Fe _{общ} , мг/л	NH ₄ ⁺ , мг/л	Жесткость общая, °Ж	HCO ₃ ⁻ , мг/л	СГ, мг/л
1.	Ул. Мира, 25	83,8	7,0	1,0	0,2	0,5	1,4	82	64
2.	Ул. Маяковского, 9	57,3	7,5	2,0	0,1	0,8	1,6	110	72
3.	Ул. Комсомольская, 39	28,7	6,5	0,1	0,3	1,3	1,0	41	16
4.	Ул. Заречная, 3	114,7	7,5	0,5	0,5	>3,0	1,1	82	48
5.	Ул. Спортивная, 20	55,1	7,0	0,4	0,4	0,7	1,1	55	16
6.	Северное Шоссе, 31	13,2	6,5	2,0	0,1	2,0	1,6	69	16
7.	Ул. Моченкова, 12	8,8	6,5	0,3	0,1	1,0	1,1	41	24
ПДК для воды		—	5,6	0,1	0,3	2,5	7,00	1000	250

Концентрация ионов аммония превышает ПДК для воды (2,5 мг/л) он только на улице Заречной, 3. Во всех пробах так же присутствует железо, видимо, из-за развитого металлургического производства и большого количества транспорта в городе. Достигает или превышает ПДК количество железа в 3, 4 и 5 пробах (табл. 4). Чем ближе к железной дороге, тем больше содержание железа в снегу. Концентрация нитритов в снегу превышают ПДК для воды во всех пробах, кроме 3. Какой либо зависимости от удаления от промышленной зоны не выявляется. Так как на трансекте была железная дорога, то мы можем проанализировать загрязнение снега и атмосферы города железнодорожным транспортом. Вблизи железной дороги загрязнение пылевыми частицами больше в 13 раз, чем во дворах на улице Моченкова в Северном районе (в 2 км от железной дороги). Количество пылевых частиц постепенно уменьшается при удалении от железной дороги в обе стороны по трансекте. Снег возле железной дороги загрязнен в большом количестве соединениями аммония и железа. Их количество при удалении от железнодорожных путей так же уменьшается.

Выводы

1. В г.Череповце в течение зимнего периода выпадает от 2 до 115 г. пылевых частиц на м² площади.
2. Снеговой покров в городе содержит ионы аммония, железа, нитриты и хлориды. Значение pH во всех пробах выше 5,6.
3. Загрязнение снегового покрова пылевыми частицами возле центральной автодороги больше, чем во дворах в 35,5 раза. Загрязнение снегового покрова хлоридами уменьшается при удалении от автодорог.
4. Снеговой покров возле железной дороги загрязнен пылевыми частицами больше, чем во дворах города в 13 раз, в снегу в большом количестве содержатся соедине-

ния железа и ионы аммония, их количество уменьшается при удалении от железнодорожного полотна.

5. Загрязнение снегового покрова в г.Череповце неравномерно. Самым загрязненным является Северный район, более чистыми – Заягорбский и Зашексинский районы города.

6. Загрязнение снегового покрова в Северном и Индустриальном районах, вблизи промышленной зоны, в 2015г. выросло по сравнению с 2012 и 2013 годами, в остальных точках отбора разница незначительна.

7. Загрязнение снегового покрова пылевыми частицами на трансекте в направлении от промышленной зоны ПАО «СеверСталь» г.Череповца к Северному району вначале уменьшается, возрастает вблизи железной дороги, затем снова уменьшается.

Список использованной литературы

1. Экологический мониторинг в школе: Рекомендации к проведению непрерывной экологической практики / Под ред. Л.А. Коробейниковой. – Вологда: Изд-во «Русь», 1998. – 216 с.
2. Методы изучения состояния окружающей среды: Практикум по экологии. Ч.1. – Вологда: Изд-во «Русь», 1995. – 140 с.
3. Руководство по анализу воды. Питьевая и природная вода, почвенные вытяжки / Под ред. А. Г. Муравьева. – СПб.: Изд-во «Крисмас +», 2012. – 264 с.
4. Орлов Е. В. Методические рекомендации по обследованию водоемов / Е.В. Орлов, С.Б. Шустов, К. А. Орлова. – Нижний Новгород: Экологический центр «ДронТ», 1994. – 41 с.
5. Снежный покров как индикатор загрязнения природной среды [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.murman.ru/ecology/krep/snow2.html> (дата обращения: 21.09.2017).

ПРОБЛЕМА БЕЗНАДЗОРНЫХ СОБАК В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. БЕЛГОРОД)

КОРЖЕНКО НАДЕЖДА, ЧИРОК АЛЕКСАНДР

Белгородский Дворец детского творчества

Объединение «Кинолог»

Научный руководитель – Ургант Ольга Владимировна, педагог дополнительного образования, руководитель объединения Дворца

Проблема безнадзорных животных в целом и собак, в частности, очень актуальна сегодня. Она является сложной и многогранной, требующей глубокого комплексного подхода. В ней можно выделить множество составляющих: санитарно-эпидемиологическая опасность безнадзорных животных, опасность агрессивных собачьих стай, вопрос перепроизводства домашних питомцев и т.д. Проблема безнадзорных собак давняя, но ее актуальность (особенно в городах) и сегодня не уменьшается. Так, по данным различных организаций, в Москве их от 23 тысяч до 100 тысяч особей [2], в Новосибирске – около 6 тысяч, в Воронеже – от 5 до 30 тысяч, в Архангельске - до 3 тысяч [3], данных по г. Белгороду нет.

Не секрет, что она возникла как следствие безответственного и равнодушного отношения человека к «братьям нашим меньшим». Разные способы регулирования попу-

ляции животных не решают вопрос до конца.

Цель исследования: рассмотреть причины возникновения проблемы безнадзорных собак и пути ее решения в г.Белгород.

Для ее достижения поставлены *следующие задачи:*

1. Оценить общее состояние проблемы безнадзорных собак в г.Белгороде.
2. Рассмотреть современные меры, предпринимаемые в нашем городе по решению проблемы безнадзорных собак.
3. Предложить дополнительные пути решения данного вопроса.
4. Разработать проект программы занятий по формированию кинологической культуры.

Материалы и методы исследования

Нами применялись следующие методы исследования:

изучение научной и научно-популярной литературы, публикаций в СМИ; сравнение и обобщение; наблюдение; анкетирование; интервью; проектирование программы.

Результаты и их обсуждение

Чаще всего безнадзорные собаки живут в местах, имеющих кормовую базу – на рынках (так в Белгороде их часто можно встретить возле Центрального рынка, рынков «Салют» и «Южный»), в промзонах, во дворах или подъездах домов, где их подкармливают работники или жильцы, на свалках, реже – в парках, на улицах города. Такие животные нередко образуют стаи, мигрируют в более сытные и безопасные места. Возникновение стай приводит к потере контакта с человеком, вызывает озлобленность животных. Происходят битвы за территорию, которые еще больше озлобляют собак; это, в свою очередь, учащает случаи их нападения на людей.

В целом наблюдается несколько способов добывания пищи безнадзорными собаками. Во-первых, собирательство (самостоятельный поиск корма; например, пищевых отходов во дворах, мусорных контейнерах и пр.). Во-вторых, попрошайничество (собаки выпрашивают съестное у людей). В-третьих, нахлебничество (когда у собак есть «опекуны» – сердобольные жители города, которые их регулярно подкармливают). Наконец, имеется и хищничество (охота собак на грызунов и кошек), но в городских условиях оно не является основным.

Сегодня на улицах г.Белгорода наряду с дворнягами появились и породистые собаки. Во многом это объясняется не только безответственностью их бывших владельцев, но также ухудшением материального положения и недостатком знаний (ведь содержание собак, особенно крупных пород, требует специальной подготовки). Картина такова: породистые собаки составляют примерно 30% всей популяции безнадзорных животных. Из них больше всего овчарок; также встречаются охотничьи собаки, стаффордширские терьеры, питбультерьеры, представители декоративных пород и т.д. К сожалению, спрос на спасенных с улицы собак довольно низок как в Белгороде, так и по всей стране. Здесь во многом сказывается российский менталитет: у нас предпочитают покупать собак модных пород, нежели брать животных из приютов или с передержек, как практикуется в западных странах.

На сегодня в г.Белгороде реализуются следующие меры по сокращению числа безнадзорных собак:

1) отлов животных, им занимается Муниципальное учреждение «Управление Белгорблагоустройство»;

2) функционирование пансионата временного содержания безнадзорных животных (находится по адресу: Промышленный проезд, 12а), именно сюда попадают отловленные собаки;

3) функционирование нескольких общественных организаций, помогающих безнадзорным животным: общество защиты животных «Преданность», благотворительный фонд «Помощь бездомным животным», сообщество помощи бездомным животным «Оберег», сообщество «Надежда», группа помощи бездомным животным «СПЕРАНЦА» и др.;

4) частная инициатива людей, подбирающих безнадзорных собак, стерилизующих и пристраивающих их в добрые руки;

5) ликвидация безнадзорных животных (тоже в основном частная инициатива).

Белгородский пансионат временного содержания безнадзорных животных был создан в 2003 году. Там со-

держится около 30-40 «постояльцев» – и взрослых, и щенков. Собаки содержатся в вольерах (есть и закрытые зимние, и летние); их лечат, кормят, по возможности выгуливают и стараются пристроить. К сожалению, часть животных (в основном тяжелобольных, старых или агрессивных) приходится усыплять. Случается, что в пансионат попадают потерявшиеся собаки, тогда хозяевам легче их найти.

Надо отметить, что в большинстве случаев собак в пансионат отдают сами хозяева. Причины самые разные: надоело ухаживать, породистая собака состарилась и перестала приносить доход в виде щенков, переезд, рождение ребенка, аллергия и т.п. Некоторые люди не в первый раз приносят сюда щенков от своих собак (видимо, стерилизацию считают излишней или не имеют на это денег).

Пообщавшись с сотрудниками Белгородского пансионата временного содержания безнадзорных животных, мы выяснили, сколько примерно собак попадает в пансионат в результате отлова, а сколько привозится владельцами. В июне – августе 2017 г. было отловлено 196 собак, а привезено хозяевами 239 (две трети составили щенки). В сентябре – декабре 2017 г. отловлено 252 собаки, привезено хозяевами – 545 (и опять-таки щенки составили две трети). Из этих данных можно сделать вывод: именно человеческая безответственность порождает перепроизводство щенков, увеличивая тем самым количество безнадзорных животных.

Также мы узнали, скольким собакам из пансионата удается найти хозяев. Оказалось, что в июне – августе 2017 г. было пристроено 66 животных, а в сентябре – декабре того же года – 110. Статистика показывает, что больше всего сдают животных весной и осенью, а забирают домой больше всего в весеннее время. Очевидно, это объясняется тем, что с началом дачного сезона многие берут собак, но часть из них потом становится не нужна. Кроме того, в весенний и осенний сезоны рождается больше щенков. В летнее время (сезон отпусков) собак забирают мало.

Для того чтобы как можно больше собак из пансионата временного содержания стали хозяйскими, в Белгороде в 2013 году был запущен волонтерский проект «Пойдём домой!». Его участники проводят разъяснительную работу по вопросам содержания и воспитания собак, убеждают людей, что брать питомцев из пансионата или с временной передержки – это нормально, проводят благотворительные акции. Самые значительные акции – выставки-раздачи безнадзорных собак, которые тоже называются «Пойдём домой!» и проводятся дважды в год. Эти выставки стали организовываться недавно – (с 2013 года) [1, 3], но уже стали хорошей традицией, показав свою эффективность. Так на выставке, прошедшей 20 октября 2013 г., было отдано в хозяйские руки 23 собаки. Кроме того, уже в ходе подготовки акции, благодаря рекламе, нашли дом еще 13 питомцев. 18 апреля 2015 г. уехало домой 36 собак; 10 пристроены на этапе подготовки. Последняя из выставок (31 октября 2017 г.) помогла найти хозяев 20 собакам и щенкам; еще 10 стали домашними до акции. Да и самих волонтеров становится все больше: узнав о проекте, к нему присоединяются новые участники. Также волонтеры регулярно проводят акции по сбору гуманитарной помощи собакам, находящимся в пансионате и на передержках: «День счастливой собаки» и «Протяни руку лапам». Авторы данной работы также являются участниками волонтерского проекта «Пойдём

домой!».

Белгородские общественные организации, помогающие безнадзорным животным, тоже объединяют неравнодушных людей. Кто-то берет собак на передержку, кто-то занимается их лечением и стерилизацией, кто-то обеспечивает животных кормом. Большинство оказывает разовую помощь, но есть и постоянные защитники собак.

Чтобы понять, какие еще меры можно предпринять для решения проблемы безнадзорных собак, мы провели анкетирование среди жителей Белгорода в возрасте от 14 до 65 лет. Всего опрошено 53 человека: 32 женского пола и 21 – мужского. Большинство опрошенных встречали бездомных собак и довольно часто. Также большинство признают ответственность людей за появление бездомных собак. За необходимость отстрела таких животных высказалось только 4% респондентов, а вот за отлов – 59%. Среди альтернативных вариантов решения проблемы безнадзорных собак предложены: создание приюта (65%), устройство в новые семьи (20%), строгий учет домашних питомцев (13%), повышение ответственности хозяев, стерилизация животных, воспитание населения (2%). Помогают бродячим собакам 64% респондентов. Основная помощь, оказываемая ими, – кормление бездомных собак (86%), участие в передаче в новые семьи (9%), воспитание хозяев, социализация животных (5%). Собственные собаки есть, как выяснилось, у 41% опрошенных (у 31% питомцы были подобраны). На вопрос – «Существуют ли причины, по которым Вы могли бы отказаться от своей собаки?» только один человек ответил «Да», указав причиной – тяжелую болезнь хозяина. К сожалению, многие не задумываются о такой ситуации.

В результате анализа результатов проделанной работы мы предлагаем следующие меры: 1) усовершенствование законодательной базы – издание законов (федеральных и региональных) о содержании и защите животных; 2) государственный контроль за разведением животных (например, налогообложение владельцев нестерилизованных собак); 3) создание достаточного количества приютов для безнадзорных собак с целью найти новых хозяев; 4) пропаганда кинологической культуры, обучение людей, основам собаководства, воспитание гуманного и ответственного отношения к собакам.

Мы взяли интервью у ветеринарного врача пансионата временного содержания безнадзорных животных г.Белгород, Лобановой Нины Борисовны. На первый вопрос о том, какие меры необходимы для решения проблемы безнадзорных собак, Нина Борисовна ответила, что считает важным и создание приютов, и проведение выставок-раздач. Однако особенно действенным является кинологическое просвещение, так как воспитание разум-

ного и ответственного отношения к «братьям нашим меньшим» само по себе может сократить приток брошенных животных. Второй вопрос был о том, на какие группы населения такое просвещение должно быть направлено в первую очередь. По мнению Нины Лобановой, надо организовывать занятия с детьми и молодежью, ведь именно молодое поколение вскоре будет формировать экологическое пространство. На заключительный вопрос: «Где могут быть организованы эти занятия?» мы получили ответ: «Их можно проводить и в школах, и в учреждениях дополнительного образования. Главное, чтобы занятия велись специалистами».

На основании изучения проблемы безнадзорных собак и путей ее решения в г.Белгород мы разработали свой проект программы занятий по формированию кинологической культуры у младших школьников (Приложение). Данная программа может быть реализована в различных учреждениях основного и дополнительного образования Белгорода и других городов.

Выводы

1. Проблема безнадзорных собак в Белгороде является острой и требует принятия эффективных мер. В то же время, пока что она изучена недостаточно, и это затрудняет поиски ее решения.

2. На сегодня в Белгороде действует целый ряд мер по сокращению числа безнадзорных собак (отлов; функционирование пансионата временного содержания безнадзорных животных; работа ряда общественных организаций, помогающих безнадзорным животным; частная инициатива отдельных людей; физическое уничтожение).

3. Для решения проблемы безнадзорных собак необходимы дополнительные меры как государственные, так и общественные. Среди них очень важную роль могли бы сыграть пропаганда и воспитание кинологической культуры, особенно среди подрастающего поколения.

4. Нами был разработан проект образовательной программы по формированию кинологической культуры у младших школьников.

Список использованной литературы

1. Салгалова К. «Собачья жизнь»: где ждут своих хозяев бездомные четвероногие [Электронный ресурс]. – Режим доступа:

<https://www.yar.kp.ru/daily/26464/3335297>.

2. Народная экспертиза [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://narod-expert.ru/idea/5488b3f8e4b0f63efc010d6a>.

3. Волонтерский проект «Пойдем домой!» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://premiagi.ru/initiative/3021>.

Приложение. Образовательная программа по формированию кинологической культуры «Дружок»

Срок реализации программы: 1 год

Возраст обучающихся: 8-10 лет

Пояснительная записка

Данная программа имеет социальную направленность, так как обучает грамотному и гуманному отношению к домашним и безнадзорным животным.

Цель программы: объединить детей, которые любят собак, и сформировать у них понимание личной ответственности за жизнь и судьбу «братьев наших меньших».

Тематический план

№ п/п	Разделы (темы)	Кол-во часов
1	2	3
1. Общие сведения о собаках		12

№ п/п	Разделы (темы)	Кол-во часов
1.	Вводное занятие	1
2.	Происхождение собак	2
3.	Как человек приручил собаку	2
4.	Породы собак	2
5.	Собачьи «профессии»	2
6.	Собаки-герои	1
7.	Художественные произведения о собаках	2
2. Собака в доме		12
1.	Вы заводите щенка	2
2.	Собака. Содержание и кормление	2
3.	Здоровье собаки	2
4.	Собачий «язык»	2
5.	Основы дрессировки	2
6.	Выставка собак	2
3. Бездзорные собаки и человек		12
1.	Откуда берутся бездзорные собаки?	2
2.	Опасны ли уличные собаки?	1
3.	Как помочь бездзорной собаке?	2
4.	Приюты для собак	2
5.	Волонтерская помощь бездзорным собакам	2
6.	Бездзорная собака находит дом	2
7.	Заключительное занятие: игра-викторина «Человек и собака»	1
Итого		36

ИЗМЕНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ П. ХАРП, УСТАНОВЛЕННОГО МЕТОДОМ УЧЕТА ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ, ПО СРАВНЕНИЮ С 2016 Г.

МАЗУРЕНКО ПОЛИНА

МОУ «Школа п.Харп», 9 класс, Приуральский район, Ямало-Ненецкий автономный округ

Научные руководители: Старкова Татьяна Алексеевна, Абатурова Валентина Владимировна, учителя школы

Цель работы: определить степень загрязнения окружающей среды в различных районах поселка Харп, сравнить с данными 2016 г.

Задачи исследования:

1. Определить уровень загрязнения в пяти районах п.Харп;
2. Сравнить полученные результаты с данными 2016 г.

Материалы и методы исследования

В качестве растительного объекта использовалась береза повислая. Сбор листьев проводился в сроки с 15 июля по 25 августа с растений, находящихся в примерно одинаковых экологических условиях по уровню освещенности, влажности, типу биотопа. В работе использовались методические пособия [1, 2]. С каждого листа снимали показатели по 5-ти параметрам с левой и правой стороны листа. Для хранения и математической обработки использовали программу Microsoft Excel.

Величина асимметричности оценивается с помощью интегрального показателя – *среднего относительного различия* на признак (средняя арифметическая отношения

разности к сумме промеров листа слева и справа, отнесенная к числу признаков). Для проведения вычислений пользовались вспомогательной таблицей. Измеряя параметры листа по 5-ти признакам (слева и справа) мы получали 10 значений. В первом действии находили относительное различие между значениями признака слева и справа для каждого признака. Для этого находили разность значений измерений по одному признаку для одного листа, затем находили сумму этих же значений и разность делили на сумму.

После этого находили значение Y по формуле:

$$Y = X_{\text{л}} - X_{\text{п}} / X_{\text{л}} + X_{\text{п}}$$

Подобные вычисления производили по каждому признаку (от 1 до 5). В результате получили 5 значений Y для одного листа. Такие же вычисления производили для каждого листа в отдельности. Во втором действии находили значение среднего относительного различия между сторонами для каждого листа (Z):

$$Z = Y_1 + Y_2 + \dots + Y_5 / N$$

Для этого сумму относительных различий делили на

число признаков. В третьем действии вычисляли среднее относительное различие на признак для всей выборки (X). Для этого все значения Z складывали и делили на число этих значений:

$$X = Z_1 + \dots + Z_n / n$$

Полученный показатель характеризует степень асимметричности организма (табл. 1).

Таблица 1. Шкала отклонения от нормы флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой

№ п/п	Балл	Значение показателя асимметричности
1.	1 балл	до 0,055
2.	2 балл	0,055-0,060
3.	3 балл	0,060-0,065
4.	4 балл	0,065-0,070
5.	5 балл	более 0,07

Для данного показателя разработана пятибалльная шкала отклонения от нормы, в которой 1 балл – условная норма, а 5 баллов – критическое состояние [2].

Результаты и их обсуждение

Для выполнения работы были определены пять площадок. Первая находится в непосредственной близости к обогащательному цеху предприятия Конгор-Хром, так как именно это предприятие является главным источником загрязнения воздуха, почвы, растительности. Вторая площадка выбрана в парковой зоне центральной части поселка, так как это излюбленное место отдыха жителей поселка, удалена от первой на 1,5 км. Третья – контрольная площадка располагается за школой на удалении от главного загрязнителя на 3 км. Четвертая площадка – «Гаражи», там помимо автомобилей фактором загрязнения является железная дорога, показалось интересным проверить, насколько экологически «грязнее» этот участок, по сравнению с другими. Пятый участок, это детский сад «Жемчужинка». При выборе площадок учитывалось наличие объекта исследования, а именно произрастание березы в достаточном для исследования количестве.

На всех пяти площадках отмечается благополучная экологическая ситуация (табл. 2). На площадке вблизи предприятия Конгор-Хром наибольшее значение показателя асимметричности не превышает 0,025, что указывает на ненарушенное экологическое равновесие. На площадке в парковой зоне показатель асимметричности выше 0,045, но он так же не достигает 0,055. Показатели третьей, четвертой и пятой площадок также свидетельст-

вует об отсутствии факторов, нарушающих экологическое равновесие.

Сравнивая полученные в 2017 г. результаты с данными 2016 г., отмечаем значительное отличие между ними (рис. 1). Если в 2016 г. на площадке расположенной вблизи предприятия Конгор-Хром данные по асимметрии листовых пластинок значительно превышали показатель, обозначающий критическое состояние среды, то в этом году подобного не наблюдалось. В 2016 г. на второй площадке, расположенной в парковой зоне, было выявлено превышение показателя критического состояния природного равновесия. На контрольной площадке, удаленной от источника загрязнения на три километра, было зафиксировано, что асимметрия листовых пластинок приближается к критическому значению. В целом результаты прошлогоднего исследования показывают на наличие серьезных экологических нарушений. Исследования 2017 г. свидетельствуют о благополучной экологической ситуации.

Результаты лабораторных, химико-аналитических исследований, проведенных учащимися нашей школы в 2017 г., противоречат данным, полученным методом флуктуирующей асимметрии листовой пластинки в этом же году. Они сигнализируют об экологической опасности территории п.Харп.

Таблица 2. Отклонения от нормы флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой при исследовании на территории поселка Харп в 2017 г.

№ п/п	№ растения	Площадки				
		Средняя школа	Парк	Конгор-Хром	д/с Жемчужинка	Гаражи
1.	1	0,005	0,028	0,006	0,004	0,012
2.	2	0,010	0,033	0,002	0,050	0,001
3.	3	0,017	0,021	0,000	0,018	0,007
4.	4	0,005	0,028	0,002	0,026	0,000
5.	5	0,026	0,003	0,008	0,001	0,004
6.	6	0,011	0,045	0,021	0,007	0,017
7.	7	0,032	0,014	0,016	0,002	0,011
8.	8	0,004	0,006	0,008	0,020	0,032
9.	9	0,020	0,020	0,003	0,017	0,002
10.	10	0,021	0,003	0,022	0,016	0,013
11.	Среднее	0,015	0,020	0,009	0,016	0,010

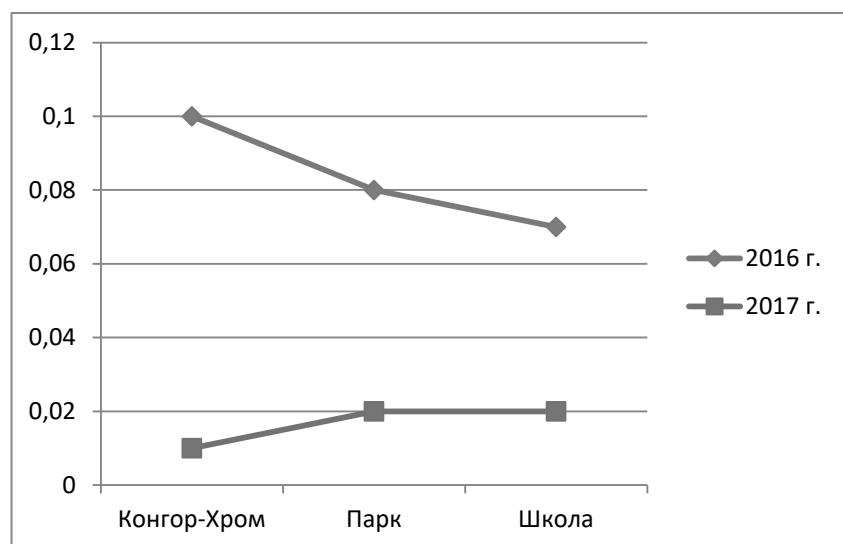


Рис. 1. Отклонение от нормы флуктуирующей асимметрии листовой пластинки березы повислой при исследовании на территории поселка Харп в 2016 г. и 2017 г.

Выводы

1. Данные, полученные методом изучения асимметрии листовых пластинок березы повислой, могут значительно расходиться по годам и зависят не только от загрязненности окружающей среды, а также и от других факторов. Предположительно, играют роль погодные условия в период вегетации данного вида растений.

2. При сравнении полученных данных с результатами исследований, проведенных химико-аналитическими методами, выявлено, что изучение среды способом флуктуирующей асимметрии не всегда дает аналогичные результаты и не может быть использовано при осуществлении мониторинговых мероприятий.

3. Метод изучения среды способом флуктуирующей

асимметрии требует дальнейших исследований в направлении выбора объекта исследования и коррекции на изменяющиеся условия в период вегетации растений.

Список использованной литературы

1. Боголюбов А.С. Методика комплексной экологической оценки антропогенных воздействий на местность / А. С. Боголюбов. – М.: Экосистема, 1998. – 21 с.
2. Шестакова Г.А. Методика сбора и обработки материала для оценки стабильности развития березы повислой / Г.А. Шестакова, А.Б. Стрельцов, Е.Л. Константинов // Материалы по дополнительному экологическому образованию учащихся (сборник статей). – Калуга: КГПУ им. К.Э. Циолковского, 2004. – Вып. 1. – С. 187-195.

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЛЕСОПОЛОС АДАПТИВНОГО ТИПА

КОЧАРЯН ГРЕТА

МБУ ДО Центр дополнительного образования детей г. Минеральные Воды, Ставропольский край
Эколого-краеведческий клуб «Краевед»

Научный руководитель – Фидий Ирина Павловна, заместитель директора по учебно-воспитательной работе Центра

Горячие юго-восточные ветра пустынь проносятся по ставропольским степям, губят на полях высаженные урожаи. Причина этих бед – отсутствие лесов. Лес является хорошим защитником степей и полей от суховея, выдувания плодородного слоя почвы. В период с 1975 по 1990 гг. в Ставропольском крае ежегодно создавалось по 3,3 тыс. га защитных лесных насаждений, а в период с 2005 по 2008 гг. создано всего лишь 1,4 тыс. га. Для обеспечения защиты почв от эрозионных процессов в дефляционно-опасных районах Ставропольского края, сохранения и повышения урожайности сельскохозяйственных культур необходимо ежегодно создавать не менее 1000 га защитных лесных насаждений. В настоящее время только 26% площади защитных лесных насаждений находится в хорошем состоянии, 74% подошло к возрасту естественного биологического отмирания. Дальнейшее ухудшение состояния защитных лесных на-

саждений в ближайшие годы может привести к резкому усилению деградиационных процессов в земледелии в Ставропольском крае.

Цель работы: разработка модели лесополос адаптивного типа на основе изучения состояния полей защитных лесополос в окрестностях пос. Ленинский и хутора Возрождение Минераловодского городского округа.

Задачи:

1. Изучить видовой состав лесополос.
2. Сравнить видовое разнообразие различных типов лесополос (ясеновой, акациевой, смешанной).
3. Предложить модель адаптивной лесополосы.

Материалы и методы исследования

Исследования проводились в пос. Ленинский Минераловодского городского округа Ставропольского края летом и осенью 2017 г. Использовали метод наблюдения, фотографирование, велась работа с определителями рас-

тений, анализировали полученные материалы. Для оценки состояния древостоя в исследуемых лесополосах была использована методика [3].

Результаты и их обсуждение

Лесополосы были заложены в 1948-1953 гг. Лесополосы были посажены руками жителей хутора Возрождение и пос.Ленинский. Лесным хозяйством были завезены саженцы акации белой, груши лесной, дуба черешчатого, ореха грецкого, гледичии трехколючковой, клена остролистного, ясеня обыкновенного, абрикоса обыкновенного, алычи, вяза гладкого, вяза мелколистного (карагача) и др. По воспоминаниям жительниц х.Возрождение и пос.Ленинский А.М.Аскатенко, Е.С.Захаренко, Н.П.Пантелеевой, приходилось не только пропалывать и поливать деревья, но и в первые годы развития деревьев разгребать руками задуваемые песком и землей молодые деревца. Лесополосы высаживались в определенной последовательности. Первыми были высажены поперечные лесополосы, протянувшиеся с севера на юг. Учтены были при закладке лесополос преобладающие ветры нашей местности. Это в основном западные и восточные ветры. Известно, что при скорости ветра 9 м/сек, начинается отрыв частичек почвы от поверхностного слоя. При скорости ветра 15 м/сек возможна пыльная буря. Как продольные, так и поперечные лесополосы имеют прогалы, повторяющиеся через определенное расстояние. Они обеспечивают хорошую продуваемость. Продольные лесополосы имеют протяженность 1700-1800 м. Лесополосы способствуют равномерному распределению снега на полях, снижают скорость ветра на 40-50%, испарение влаги с поверхности почвы на 20-30%, повышают влажность воздуха, по сравнению с открытой степью, на 5-10% [1].

На основании проведенного нами анализа породного состава существующих лесополос и экспериментальных данных полигона «Агроландшафт» СНИИСХ [2], в лесополосах следующий ассортимент пород:

- главные породы: акация белая, груша лесная, дуб черешчатый, орех грецкий, орех черный, гледичия трехколючковая, клен остролистный, яшень обыкновенный;
- сопутствующие породы: абрикос обыкновенный, алыча, клен полевой, клен татарский.

Главные породы обеспечивают наибольшую высоту, устойчивость и долговечность насаждения; обеспечивают необходимую плотность полос в верхнем ярусе, способствуют затенению почвы и защите её от сорняков. По данным СНИИСХ, 55 видов деревьев и кустарников можно выращивать в различных лесополосах.

Так как в районе исследования почва – солонцеватый чернозём, то необходимо учитывать состав древесных пород по отношению к засолённости почвы. Анализ состава существующих лесных насаждений показал, что преобладающей породой является акация белая, занимающая 73% от общей площади насаждений. Подавляющее участие акции белой в защитном лесоразведении объясняется её качествами: засухоустойчивость, относительная солеустойчивость и морозостойкость в пределах зоны, быстрый рост и устойчивость против вредителей и болезней. Однако акация белая дает корневые отпрыски и её необходимо высаживать только во внутренние ряды лесополос. Не следует высаживать в крайние ряды также гледичию, которая своей поверхностной корневой системой сильно иссушает прилегающие участки полей и не защищает опушки от проникновения сорной полевой растительности. В соседних с дубом и орехами рядах, чтобы избежать угнетения, нельзя высаживать быстрора-

стущие породы (тополь, акацию, вяз мелколистный). Наиболее жизненными являются насаждения из акации белой и ясеня обыкновенного при посадке чистыми рядами. Яшень наиболее распространенная после акации порода, занимает 12% площади насаждений. Лесополосы ажурные, т. е. высажен хотя бы один ряд кустарника (смородина золотистая, скумпия). Участие других пород в существующих лесных полосах меньше. Тем не менее, в окрестностях х.Возрождение и пос.Ленинский существуют лесополосы, состоящие из абрикоса, грецкого ореха, шелковицы, алычи.

Моделирование лесополосы адаптивного типа проводилось на основе полученных данных: здоровым древостоем характеризуется лесополоса из акации белой, ясеня обыкновенного, вяза мелколистного. Следовательно, эти виды являются наиболее адаптивными видами древесных растений. Таким образом, складывается следующая модель лесополосы адаптивного типа: создание внутри полей трёх- и четырёхрядных полезащитных лесополос. Главная порода – акация белая, сопутствующая – яшень обыкновенный, можно использовать смородину золотистую с наветренной стороны в виде чистого крайнего ряда. Схема посадки: центральный ряд – акация белая (2 ряда), 50% от общего количества посадочных мест. Крайний чистый ряд с подветренной стороны – яшень обыкновенный, крайний чистый ряд с наветренной стороны – смородина золотистая. Расстояние между рядами акации – 3 м, внутри ряда между растениями – 2 м, междурядье (яшень) – 1,5 м, между ясенями в ряду 1,5 м; смородина золотистая: расстояние в ряду – 1 м, междурядье смородина – акация – 1,5 м.

Вторая модель лесополосы адаптивного типа. Главная порода – гледичия трехколючковая, сопутствующая – вяз мелколистный, можно использовать скумпью кожевную с наветренной стороны в виде чистого крайнего ряда. Схема посадки: центральный ряд – гледичия (2 ряда), 50-60% от общего количества посадочных мест. Крайний чистый ряд с подветренной стороны – вяз мелколистный, крайний чистый ряд с наветренной стороны – скумпия. Расстояние между рядами гледичии – 3-3,5 м, внутри ряда между растениями – 3 м, междурядье (вяз) – 1,5 м, между вязами в ряду 1,5 м, скумпия: расстояние в ряду – 1 м, междурядье скумпия – гледичия – 1,5 м.

Выводы

1. Наиболее адаптивные виды деревьев в исследуемых лесополосах – акация белая и яшень обыкновенный. Древостой абрикоса обыкновенного разного возраста ослаблен во всех лесополосах и подвергается наибольшему антропогенному влиянию.

2. По нашим данным, лучше всего состояние лесополос смешанного типа: акациево-ясеневого с примесью других деревьев. Необходимо провести рубки ухода для придания полосе умеренно-ажурной конструкции.

3. Предложены модели лесополос адаптивного типа.

Список использованной литературы

1. Никонов М.В. Лесоводство / М.В. Никонов. – СПб.: Изд-во «Лань», 2010. – 224 с.
2. Руководство по подбору ассортимента древесно-кустарниковых пород для создания мелиоративных лесных насаждений на территории лесостепной зоны Ставропольского края. – Михайловск: РАСХН ГНУ «Ставропольский НИИ сельского хозяйства», 2011. – 13 с.
3. Школьный экологический мониторинг / Под ред. Т.Я. Ашихминой. – М.: АГАР: Рандеву – АМ, 2000. – 387 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ГОРОДА ПРИВОЛЖСКА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ

СОКОЛОВА АННА

Центр детского и юношеского творчества, г. Приволжск, Ивановская область

Научный руководитель – Тевризова Татьяна Александровна, педагог дополнительного образования Центра

Качественная питьевая вода – это вода, не содержащая примесей, вредных для здоровья человека. Она должна быть без запаха и цвета и безопасна при длительном ее употреблении. Качество питьевой воды характеризуют следующие параметры: общие физико-химические показатели качества воды, органолептические показатели качества воды, бактериологические и паразитологические показатели качества воды, радиологические показатели качества воды, показатели неорганических и органических примесей, а также ряд других параметров, часто употребляемых в водоподготовке [2, 4].

Цель работы: исследовать качество питьевой воды некоторых источников водоснабжения г.Приволжска и предложить решение проблемы обеспечения населения качественной водой.

Задачи:

1. Определить основные органолептические показатели питьевой воды: цветность, запах, вкус, привкус, прозрачность;
2. Определить некоторые химические показатели: карбонатную жёсткость, общую жесткость, перманганатную окисляемость, содержание общего железа, нитритов, нитратов, а также оценить водородный показатель;
3. Оценить токсичность питьевой воды с помощью метода биотестирования;
4. Дать рекомендации по использованию доступных источников питьевого водоснабжения г.Приволжска.

Материал и методы исследования

Сбор материала для данной работы был проведён за период январь-апрель 2017 г. Исследования проб воды проводились на базе Ивановского химико-технологического университета, в ходе работы кружка «Химия и жизнь», а также школьной химической лаборатории. Использовался метод анкетирования, опроса и интервьюирования. Для исследования химических и органолептических показателей были взяты пробы воды из объектов централизованного и нецентрализованного водоснабжения: Проба №1 – родник на левом берегу р.Таха, в 150 м от МКОУ СШ №1; Проба №2 – Тихвинский Святой источник, расположенный на правом берегу р.Таха; Проба №3 – питьевой водопровод МКОУ СШ №1.

Химические и органолептические анализы выполнялись, придерживаясь следующих методических руководств [1, 3] Карбонатную жесткость определяли методом титрования, общую жесткость – комплексонометрическим методом. С помощью метода морфофизиологического биотестирования оценили токсичность питьевой воды. рН, нитриты, нитраты – с помощью Tetratest и универсальной индикаторной бумаги. Данные по железу и

перманганатной окисляемости предоставлены начальником химической лаборатории цеха очистных сооружений Е.А.Курицыной.

Результаты и их обсуждение

В ходе работы было проведено анкетирование школьников 5-11 классов МКОУ СШ №1. Цель анкетирования: выявить отношение социума к выбранной теме и обосновать её актуальность. В анкетировании приняли участие 135 учащихся. Результаты анкетирования показали, что 8% учащихся используют для питья родниковую воду. Качество родниковой воды устраивает 84% опрошенных, а качество водопроводной воды только 47%. Свежую воду употребляет только 7%, и это, в основном, колодезная, родниковая и бутилированная вода. Воду из под крана большинство опрошенных предпочитает употреблять в кипяченом виде, либо после отстаивания. 17% анкетированных используют либо бутилированную воду, либо воду, пропущенную через бытовые фильтры.

Результаты исследования проб воды представлены в таблице 1.

Вода, взятая для исследования, не по всем органолептическим и общим физико-химическим показателям соответствует требованиям СанПиНа. Во многих пробах превышено содержание железа и рекомендуемое значение жесткости воды, а также наблюдается высокая цветность воды в городской сети. Водопроводная вода и вода из родника рядом со школой №1 содержит общего железа от 1,2 и более мг/дм³. Норматив содержания железа общего в питьевой воде — не более 0,3 мг/дм³. Показатель общей жёсткости в родниковой воде превышает норму, рекомендуемую СанПиНом. Показатель общей жёсткости воды, взятой в школе №1, не превышает норму. Сравнивая перманганатную окисляемость воды, необходимо обратить внимание на воду из Тихвинского источника. Перманганатная окисляемость родниковой воды равна 2,53 мгО₂/дм³ (ПДК = 5,00 мгО₂/дм³). Перманганатная окисляемость талого снега около источника, равна 2,8 мгО₂/дм³. Природа органических веществ может быть самой разной, и гуминовые кислоты почв, и сложная органика растений, и химические соединения антропогенного происхождения. Органические вещества могут поступать вместе с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Например, жители близлежащих улиц, не имея централизованной канализации, сливают хозяйственно-бытовые стоки на улицу, и они стекают по склону в реку, частично просачиваясь в землю, могут попадать в неплотные стыки сруба родника. Сравнивая данные за 2016 и 2017 гг., по родниковым водам, можно сделать вывод о том, что их качество по основным физико-химическим показателям не изменилось.

Таблица 1. Результаты анализа воды, взятой из разных источников водоснабжения

№ п/п	Показатель	Тихвинский источник		Родник		МКОУ СШ №1		ПДК (ДК) / Сан-ПиН
		2016	2017	2016	2017	2016	2017	
1.	Интенсивность запаха, балл	0	0	0	1	0	1	0-1
2.	Прозрачность, см	38	38	37	37	37	36	> 30
3.	Цветность, °Ц	10	10	15	15	30	32	< 30
4.	Интенсивность вкуса	0	0	0	1	1	1	0
5.	pH	7	7	7	7	7	7	6-9
6.	Карбонатная жесткость, ммоль/дм ³	8,00	7,80	6,98	6,30	4,90	5,30	–
7.	Общая жесткость, ммоль/дм ³	11,10	10,50	9,86	9,69	5,60	6,41	7,00
8.	Геобщ., мг/дм ³	0,18	0,15	1,50	1,20	1,85	1,87	0,30
9.	Перманганатная окисляемость, мгО ₂ /дм ³	1,81	2,53	0,91	0,96	0,87	0,95	5,00
10.	NO ₂ ⁻ , мг/дм ³	0	0	0	0	0	0	0,2
11.	NO ₃ ⁻ , мг/дм ³	0	0	0	0	0	0	0,3

Проанализируем результаты биотестирования, целью которого было изучить влияние токсичности питьевой воды на прорастивание и рост семян кресс-салата. Кроме этого, для сравнения рядом с родниками были взяты пробы снега. Таким образом, всего для анализа мы взяли шесть проб. Шестая проба – контрольная, в которой использовали дистиллированную воду, купленную в аптеке. Снег растопили при комнатной температуре. Положили в приготовленную тару готовый грунт для рассады «Агроном». В шесть чашек высели в грунт по 100 семян кресс-салата и полили водой из взятых участков. Наблюдали прорастание семян и рост корешков растений в течение 14 дней, поливая по мере высыхания водой в одинаковых объемах. Семена кресс-салата высели 5 апреля. На второй день, 6 апреля, во всех чашках семена начали прорастать. Проанализируем результаты исследований.

Проба №1 (родниковая вода из Святого источника). Всхожесть семян на 14 день 85%. Проростки крепкие ровные, но немного тоньше, чем в контроле. Средняя длина корней 6,1 см. Средняя длина проростков 8,5 см. Слабое загрязнение.

Проба №2 (снеговая вода, взятая рядом со Святым источником). Всхожесть семян на 14 день 89%. Проростки крепкие ровные, но немного тоньше, чем в контроле. Средняя длина корней 7,2 см. Средняя длина проростков 7,8 см. Слабое загрязнение.

Проба №3 (вода из родника у школы №1). Всхожесть семян на 14 день 88%. Проростки крепкие ровные, но немного тоньше, чем в контроле. Средняя длина корней 7,5 см. Средняя длина проростков 8,4 см. Слабое загрязнение.

Проба №4 (снеговая вода, взятая рядом с родником у школы №1). Всхожесть семян на 14 день 89%. Проростки крепкие ровные, но немного тоньше, чем в контроле. Средняя длина корней 8,3 см. Средняя длина проростков 8,5 см. Слабое загрязнение.

Проба №5 (водопроводная вода МКОУ СШ №1). Всхожесть семян на 14 день 89%. Проростки крепкие ровные, но немного тоньше, чем в контроле. Средняя длина корней 7,8 см. Средняя длина проростков 8,2 см. Слабое загрязнение.

Проба №6 (контроль). Всхожесть семян на 14 день 91%. Всходы дружные, проростки крепкие, ровные, с хорошо развитой корневой системой. Средняя длина корней 8,4 см. Средняя длина проростков 7,5 см. Загрязнение отсутствует.

Выводы

1. Результаты анкетирования показали, что 8% учащихся используют для питья родниковую воду. Качество родниковой воды устраивает 84% опрошенных, а качество водопроводной воды – 47%. Свежую воду употребляет только 7%. 17% анкетированных используют либо бутилированную воду, либо воду, пропущенную через бытовые фильтры.

2. Водородный показатель всех проб воды не выходит за рекомендованные СанПиНом границы (pH 6-9).

3. Показатель общей жесткости в родниковой воде превышает норму, рекомендуемую СанПиНом. Показатель общей жесткости воды, взятой в школе №1, не превышает норму, рекомендуемую СанПиНом.

4. Водопроводная вода и вода из родника рядом со школой №1 содержит общего железа от 1,2 и более мг/дм³ при норме – не более 0,3 мг/дм³. Это способствует накоплению осадка в системе водоснабжения, засорению труб, интенсивному окрашиванию сантехнического оборудования.

5. В пробах №1 - №6 всхожесть семян кресс-салата от 85% до 89%, что свидетельствует о слабом загрязнении.

6. По нашему мнению для улучшения качества питьевой воды в г.Приволжье необходимо пробурить новую скважину в более глубокие водоносные слои с меньшим содержанием железа и солей жесткости. Оптимальным местом для бурения такой скважины (по данным геологической разведки 1979 г.) является район д.Русиха в 4 километрах от города.

Список использованной литературы

1. Васильев В.П. Методические указания к занятиям школы «Химия и жизнь» (для учащихся 10-х классов) / В. П. Васильев, Л. А. Кочергина, А. И. Лыткин. – Иваново: ИХТИ, 1990. – 37 с.

2. ГОСТ Р 51232-98 Вода питьевая. общие требования к организации и методам контроля качества [электронный ресурс] – режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/1200003120>

3. Кузьмина, И. А. Температура, запах, прозрачность, цветность природной воды / И.А. Кузьмина И.А. – Новгород: Изд-во НовГУ, 2011. – 12 с.

4. Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. СанПиН 2.1.4.1074-01. – М.: Минздрав России, 2002.

СОСТОЯНИЯ ЛЕСА ВБЛИЗИ П. ХАРП ПО СОСТОЯНИЮ ЕЛИ

САКОВИЧ АННА

МОУ «Школа п.Харп», 9 класс, Приуральский район, Ямало-Ненецкий автономный округ

Научные руководители: Старкова Татьяна Алексеевна, Абатурова Валентина Владимировна, учителя школы

Загрязнение тяжелыми металлами воздуха, почвы и растений создает угрозу здоровью и жизни жителей поселка. Необходимы данные об изменении степени загрязнения не только территории п.Харп, но и прилегающих территорий с течением времени, а также создание системы мероприятий для устранения загрязнения.

Цель исследования: установить наличие загрязнения окружающей среды п.Харп посредством биоиндикации на ели европейской.

Задачи:

1. Выбор площадок и отбор деревьев для проведения измерений.
2. Описание общего жизненного состояния (ОЖС) деревьев.
3. Оценка и интерпретация данных.

Материалы и методы исследования

Наблюдение, анализ литературных источников, природных материалов и документов, измерение и расчеты по формулам, представленным в методике [1].

Выбор площадок был произведен по принципу случайности. Для проведения сравнения выбирались площадки с одинаковым, по возможности, типом древесной растительности и примерно одного возраста. Площадки для изучения жизненного состояния деревьев находились в достаточно обширном массиве леса, площадью около 1 га. Вблизи п.Харп выбраны пять площадок: 1) территория правого берега Желтого ручья; 2) территория к западу от железнодорожной станции; 3) территория пришкольного участка, 4) территория к северу от старого кладбища и 5) территория к западу от рыбоперерабатывающего предприятия.

При выборе деревьев использовалась случайная, независимая от исследователя выборка деревьев. Такая выборка, при которой выбранные деревья отражают общее состояние всего леса, называется отбором представительной пробы. Исследователь самостоятельно выбирал только центральную точку площадки. От центральной точки (дерева) на север, запад, юг и восток при помощи компаса и рулетки отмерялось по 25 м. Таким образом, на площадке отмечались угловые точки. Около каждой угловой точки выбиралось по 4 дерева. Деревья, имеющие явные признаки механического повреждения (снеж-

ные обломы, ветровал, крупные задиры на коре), исключались из выборки. Сухие деревья, не имеющие признаков явного механического повреждения, включались в выборку как старый сухостой. Для каждой площадки составлялся паспорт.

Результаты и их обсуждение

В работе использовали следующие показатели:

1) Дефолиацию оценивали по четырем основным классам: 0 – дефолиация не более 10% (густота кроны 90-100% от нормы); 1 – незначительная дефолиация – 10-25% (густота 75-90%); 2 – средняя степень дефолиации – 25-60% (густота 40-75%); 3 – сильная дефолиация – более 60% (густота кроны менее 40%).

2) Степень потери природной окраски оценивается визуально по четырем классам: 0 – нет пожелтения (потеря общей окраски кроны 0-10%); 1 – слабое (потеря 10-25% окраски); 2 – среднее (25-60 %); 3 – сильное (более 60 %).

3) Количество новых (не раскрывшихся) шишек на дереве оценивали по 4-х балльной шкале: от 0 баллов – шишек очень много до 3 баллов – шишек нет совсем

4) Количество старых (раскрывшихся шишек) определяют по той же шкале, что и количество новых.

5) Прирост верхнего побега измеряли линейкой. Средний прирост ели в ЯНАО составляет 3-4 см в год. Малый прирост считается менее 2 см в год.

Оценка жизненного состояния (ОЖС) заключается в выведении величины, позволяющей сравнивать и интерпретировать данные проведенных описаний. Оценку проводили двумя способами: по сумме баллов и по классу ОЖС.

Оценка по сумме баллов. Определялась сумма значений по классам дефолиации, пожелтения, по количеству новых и старых шишек и по приросту верхнего побега. Таким образом, максимальное значение 15 баллов соответствует отмирающему или мертвому дереву. Если сумма составляет 0-5 баллов, то данное дерево является здоровым и весьма жизнеспособным. Чем меньше средний балл деревьев на площадке, тем лучше жизненное состояние деревьев. **Определение класса ОЖС** проводится по комбинации класса дефолиации и класса пожелтения хвои (табл. 1).

Таблица 1. Таблица определения ОЖС

Класс дефолиации	Класс пожелтения		
	0 или 1	2	3
	Класс ОЖС		
0	0	1	2
1	1	2	2
2	2	3	3
3	3	3	3

Каждому классу ОЖС соответствует среднестатистическая оценка количества лет: до полного отмирания дерева. Нулевой класс (балл) ОЖС соответствует сроку более 20 лет, 1 класс – 10-20 лет, 2 класс – 3-9 лет, 3-й класс – менее 3-х лет. Следует учесть, что это лишь самый общий статистический прогноз развития дерева при неизменных внешних условиях, и реальные сроки могут не совпадать с предлагаемыми среднестатистическими.

На площадке №1 в целом состояние ОЖС ели относится к первой категории – не очень плохое, но и не

очень хорошее (табл. 2). На площадке №2 встречаются деревья второй категории, из чего можно сделать вывод о наличии большего количества загрязнителей по сравнению с первой площадкой. На площадке №3 зафиксированы деревья третьей категории ОЖС, что свидетельствует об ещё большем загрязнении, на площадке №4 присутствуют деревья как первой, так и второй категории. На площадке №5 обнаружены деревья четвертой категории, что указывает на самое сильное загрязнение именно в этом районе.

Таблица 2. Сравнительная характеристика ОЖС деревьев ели на площадках вблизи п.Харп

№ площадки	Место исследования	Сумма баллов ОЖС
1.	территория правого берега Желтого ручья	4
2.	территория к западу от железнодорожной станции	4
3.	территория пришкольного участка	10
4.	территория к северу от старого кладбища	4
5.	территория к западу от рыбоперерабатывающего предприятия	16

Учитывая, что на площадке №3 чаще встречается суховершинность, можно сделать вывод о повышенном антропогенном воздействии в ближнем лесном массиве возле школы в сравнении с более удаленной территорией (площадки №1 и 4). Какой именно из антропогенных факторов имеет здесь первостепенное значение, данным методом определить невозможно. Можно лишь предположить, что первостепенную роль играет чрезмерное уплотнение почв вследствие вытаптывания, а также распространение по воздуху пылевидных частиц от промышленных предприятий Конгор-Хром и котельные ИК-3, ИК-18.

Необходимо проявлять пристальное внимание к экологической ситуации, сложившейся в Харпе. Не только наши, но и другие многочисленные исследования указывают на существование проблемы загрязнения окружающей среды поселка, свидетельствуют о влиянии это-

го фактора на появление хронических заболеваний у взрослого населения и у детей.

Выводы

1. В окрестностях п.Харп был произведен выбор 5 площадок и отбор деревьев для проведения одноразовых и многократных исследований.

2. ОЖС деревьев ели показало, что в лесной зоне, прилегающей к населенному пункту, существует отрицательное экологическое воздействие на окружающую среду.

3. Наибольшее антропогенное воздействие испытывают участки, расположенные ближе к поселку или находящиеся по направлению господствующих ветров.

Список использованной литературы

1. Боголюбов А.С. Методика комплексной экологической оценки антропогенных воздействий на местность / А. С. Боголюбов. – М.: Экосистема, 1998. – 21 с.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР СОРОКИНО И ЛАМХОРО НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА «КЛАЗЬМИНСКИЙ» МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ

КОЗЛОВА КСЕНИЯ

Ивановский областной центр развития дополнительного образования детей

Объединение «Экомир»

Научный руководитель – Гусева Анна Юрьевна, кандидат биологических наук, заместитель директора по учебно-методической работе, педагог дополнительного образования Центра

За последние годы многие озера на территории Ивановской области стали объектом антропогенного и, в частности, рекреационного воздействия. Не избежали этой участи и озера, расположенные на территориях, имеющих природоохранный статус. Объектом наших исследований стали два озера, расположенные на территории Федерального заказника «Клязьминский» – оз. Сорокино и оз. Ламхоро.

Цель работы – провести оценку качества воды в некоторых озерах Клязьминского заказника методами биоиндикации (оз. Сорокино и оз. Ламхоро).

Для достижения цели были поставлены *следующие задачи*:

1. Отобрать пробы макрозообентоса и определить классы качества воды для некоторых станций озер Сорокино и Ламхоро с использованием общепринятых биоиндикационных методов;
2. Изучить видовой состав гидробионтов;
3. Сделать заключение о качестве воды в озерах Ламхоро и Сорокино и сопоставить полученные данные за 2015-2017 гг.;

4. Выявить источники загрязнения водоемов и дать практические рекомендации по улучшению их экологического состояния.

Материалы и методы исследования

Отбор проб производился с помощью гидробиологического скребка по стандартной методике. Оз. Сорокино – 7 станций отбора проб (рис. 1), оз. Ламхоро – 4 (рис. 2).

Пробы фиксировались в растворе формалина. Определение гидробионтов производилось с помощью определителей [1, 2]. При определении объектов использовался бинокулярный микроскоп «БИОМЕД» МС-1Т-ZOOM 109172211888. Для определения классов качества воды нами применялись общепринятые биоиндикационные методы - индекс Майера, методика С.Г.Николаева (1993) и метод Вудивисса. Для оценки качеств вод также

была применена методика Пантле-Букка в модификации Сладчека. Ниже приведена формула для расчёта индекса сапробности по методике Пантле-Букка в модификации Сладчека:

$$s = \frac{\sum(sh)}{\sum h},$$

где: h - относительная частота встречаемости (обилие) гидробионтов; s - сапробная валентность. Использовалась следующая оценочная шкала чистоты воды: 1) ксено-носсапробная зона – 0-0,50 (очень чистые); 2) олигосапробная – 0,51-1,50 (чистые); 3) β -мезосапробная – 1,51-2,50 (удовлетворительной чистоты); 4) α -мезосапробная – 2,51-3,50 (загрязнённые); 5) полисапробная – 3,51-4,00 (грязные).

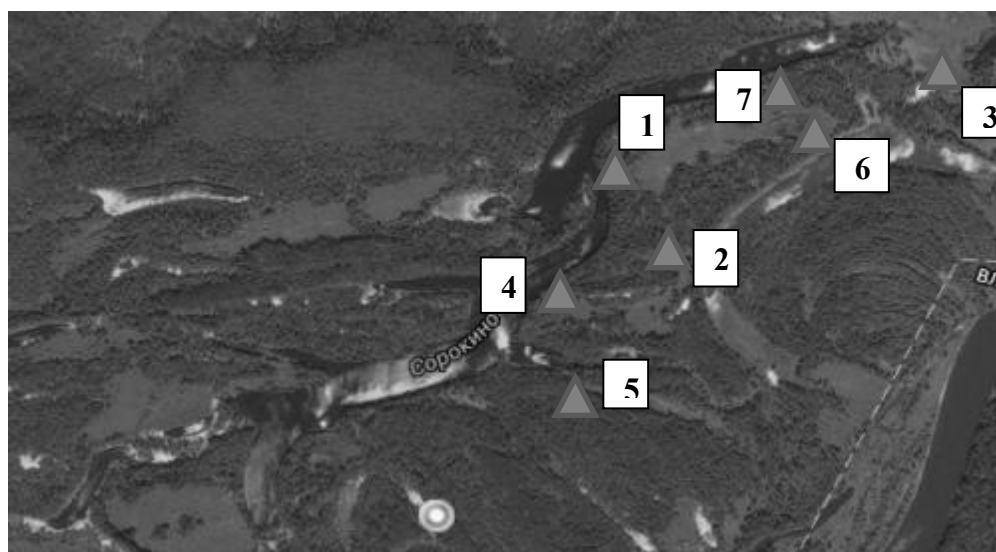


Рис.1. Места расположения станций на оз. Сорокино



Рис.2. Места расположения станций на оз. Ламхоро

Химический анализ воды различных станций был произведен с использованием экспресс-теста «Тетра». Анализировались общая и карбонатная жесткость, содержание нитратов и нитритов, рН, содержание ионов хлора.

Результаты и их обсуждение

Нами было отмечено 65 видов беспозвоночных, представителей макрозообентоса, относящихся к различным типам и классам. Наибольшее количество видов отмечено для класса Насекомые (35 видов, 55%). На втором месте находятся моллюски (22 вида, 34%). Отмечен один вид губок – бодяга речная и 1 вид паукообразных, 2 вида ракообразных, 3 вида кольчатых червей. Среди насеко-

мых преобладают представители отряда Ручейники (9 видов), кодоминирующими группами являются поденки и стрекозы. Отмечено 6 видов жесткокрылых (жуки и их личинки), 3 вида полужесткокрылых (клопов). Среди моллюсков доминирующей группой являются брюхоногие, на долю двусторчатых приходится 23%. Присутствие моллюсков-фильтраторов говорит об относительно высоком количестве кислорода в воде. Однако в отобранных пробах численность крупных двусторчатых моллюсков относительно невелика, что свидетельствует о наличии органического загрязнения в придонном слое.

В 2015 г. анализ данных по методу С.Г.Николаева для озера Сорокино показал, что для большинства станций

воды соответствовали 4 классу качества и являлись загрязненными. Такая картина является характерной для пойменных озер полуоткрытого типа. Воды удовлетворительной чистоты (3 класс качества) в 2015 г. были отмечены для станции № 4, что связано с выходом в данном месте родниковых вод, что значительно повышает содержание кислорода в воде. В 2016 г. для станции №1 оз.Сорокино нами было отмечено улучшение класса качества вод с 4 класса до 3-го (воды удовлетворительной чистоты), а для станции №6 – с 5 класса («грязные воды») до 3-го. Воды удовлетворительной чистоты в 2016 г. характерны для трех станций из 6 обследованных. Самой чистой оказалась станция №5, расположенная в большом и малодоступном «рукаве» озера. Здесь отмечена относительно низкая степень проективного покрытия водной поверхности растениями-макрофитами, характерно большое количество родников и несколько более сильное течение. Обследование станции №7 в 2016 г. не проводилось из-за ее подтопления и затрудненности подхода.

Ухудшение состояния в 2016 г. отмечено для 2, 3 и 4 станций. Для первых двух класс качества изменился с 4 на 5. Для 4 станции класс качества изменился с 3 («удовлетворительной чистоты») на 4 («загрязненные воды»). Изменения классов качества связано как с высоким паводком и подъемом уровня воды для большинства станций в 2016 г. по сравнению с 2015 г., так и с продолжением процессов зарастания озера телорезом и кубышкой. Особенно явно эти изменения происходят для мелководных участков. Для всех станций, где отмечены рыбацкие и туристические стоянки (№1, 4), уровень органического загрязнения выше. Кроме того, озеро постепенно зарастает, и развитие водной растительности служит источником вторичного загрязнения. В 2017 г. мы вновь обследовали седьмую станцию. Для всех семи станций отмечен 4 класс качества.

Для оз.Ламхоро для станции №1, где расположена наиболее посещаемая рыбацкая стоянка воды, в 2015 г. и в 2016 г. воды оказались загрязненными и соответствовали 4 классу качества. В этой точке озеро сильно заросло телорезом. Для станции №2 в 2015 г. вода соответствовала 3 классу качества (воды удовлетворительной чистоты). В 2016 г. класс качества понизился до 4 (загрязненные воды), что связано, скорее всего, с более высокими паводками и смывом в озеро значительного количества органических веществ. Вторая станция расположена на участке с существенным понижением рельефа, вплотную подходят высокотравные заливные луга. В 2017 г. мы обследовали не две, а 4 станции. Все эти четыре станции являются загрязненными (4 класс качества).

По индексу Майера для оз.Сорокино воды всех станций, за исключением 4-й и 7-й в 2015 г., 6-й – в 2016 г. и всех в 2017 г. можно отнести к 3 классу качества (загрязненные воды). Воды указанных выше станций являются по индексу Майера грязными. Для оз.Ламхоро воды всех станций за исключением 3, которая соответствует 2 классу, имеют 3 класс качества и являются загрязненными.

Проведя анализ проб с различных станций исследуемых озер по биотическому индексу Вудивисса, мы пришли к выводу, что для ряда станций эти показатели несколько завышены. По индексу Вудивисса воды большинства станций можно отнести к незагрязненным водам и водам хорошего качества, преимущественно β-мезосапробным, что в целом соответствует результатам, полученным с использованием метода С.Г.Николаева. Однако для ряда станций отмечено несовпадение показате-

телей, что можно объяснить наличием мягких грунтов и иловых отложений. В то же время крупные пойменные старичные озера полуоткрытого типа близки по характеристикам к речным биоценозам. Для них характерны значительные глубины, существенное разнообразие грунта, местами отмечено наличие сильных течений. Анализ фауны озер показал, что для них характерны представители как речной, так и озерной фауны. Этим и объясняется наличие в водоемах участков, которые можно охарактеризовать как участки с водами удовлетворительной чистоты. Расхождение результатов также объясняется и различием таксонов-биоиндикаторов для методик.

В 2015 г. для оз.Сорокино был проведен анализ качества вод по Пантле-Букку и Пантле-Букку с модификации Сладчека, в результате вторая станция по Пантле-Букку соответствует олигосапробным водам, вода станций 6 и 7 по Пантле-Букку в модификации Сладчека, относятся к загрязненным водам, все остальные станции оказались водами удовлетворительной чистоты (β-мезосапробными). Для озера Ламхоро воды всех станций являются водами удовлетворительной чистоты. В 2016 г. для оз.Сорокино отмечено ухудшение второй станции (в место олигосапробной стала β-мезосапробной). Улучшения класса качества отмечено для шестой станции с α-мезосапробной до β-мезосапробной. Воды других станций остались прежними. Седьмая станция не обследовалась. Для оз.Ламхоро изменений отмечено не было, воды также относятся к β-мезосапробной зоне. В 2017 г. по индексу Пантле-Букка воды всех станций озер Ламхоро и Сорокино оказались водами удовлетворительной чистоты (β-мезосапробными).

Химический анализ вод различных станций двух исследуемых озер показал, что все показатели соответствует норме для водоемов полуоткрытого типа. Санитарно-гигиенические нормативы для водоемов разного типа водопользования (питьевого, рыбохозяйственного, рекреационных зон) устанавливают нормативную величину pH в интервале 6,5-8,5. Воды всех обследованных станций соответствуют этому интервалу и близки к нейтральным. Жесткость воды всех обследованных для двух озер станций не превышала 3 мгэкв./л, что соответствует мягким водам. ПДК нитритов в воде согласно СанПиН 2.1.4.1175 – 02 «Гигиенические требования к качеству воды нецентрализованного водоснабжения. Санитарная охрана источников» составляет 3 мг/куб. дм. В нашем случае превышение предела допустимой концентрации по нитритам отмечено для станции №1 оз.Ламхоро (5 мг/куб.дм). Такое высокое содержание можно объяснить сильным зарастанием акватории озера на этом участке телорезом и очень значительными иловыми отложениями, толщина которых достигает 50-60см. Нитриты значительно опаснее нитратов, поэтому их содержание в воде контролируется более строго (ПДК нитратов 45 мг/куб.дм). По нитратам превышения ПДК не отмечено, однако содержание нитратов также повышается для участков с сильно разросшимися макрофитами, которые являются источником сильного вторичного загрязнения. Для станции №4 озера Сорокино нами отмечено присутствие хлора.

Выводы

1. Отмечено 65 видов беспозвоночных, представителей макрозообентоса, относящихся к различным типам и классам.
2. Воды в озерах Сорокино и Ламхоро на территории Клязьминского заказника, оцененные по классификации

С.Г.Николаева, в целом являются слабозагрязненными и водами удовлетворительной чистоты, β -мезосапробными, для отдельных станций – α -мезосапробными и β -полисапробными.

3. Наиболее чистыми являются воды станций, расположенных в местах выходах родников и для тех точек, где отсутствуют следы антропогенного загрязнения.

4. По индексу Майера воды можно охарактеризовать как грязные или имеющие тенденцию к загрязнению.

5. Воды, оцениваемые по индексу Вудивисса, можно назвать водами удовлетворительной чистоты, β -мезосапробными.

6. По индексу Пантле-Букка и Пантл-Букка в модификации Сладчека воды можно назвать водами удовле-

творительной чистоты, β -мезосапробными.

7. Для озер Сорокино и Ламхоро характерно значительное вторичное загрязнение. Основными источниками загрязнений являются отмершие водные растения и смытые во время паводков с берегов различные органические остатки.

Список использованной литературы

1. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / Под ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатова. – Л.: Гидрометиздат, 1977. – 512 с.

2. Хейсин Е.М. Определитель пресноводной фауны / Е.М. Хейсин. – М.: Учпедгиз, 1962. – 148 с.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА РЫБИНСКА И РЫБИНСКОГО РАЙОНА С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ

ФРАНЦЕВА МАРИЯ

Лицей №2, 11 класс, г.Рыбинск, Ярославская область

Центр «Молодые таланты»

Научный руководитель – Шмакова Светлана Михайловна, учитель лицея, педагог дополнительного образования Центра

Загрязнение воздуха существенно влияет на здоровье человека, что вызывает заболевания органов дыхания, снижение иммунитета, большую восприимчивость к инфекционным заболеваниям, а также ухудшение самочувствия, уменьшение средней продолжительности жизни. Поэтому экологический мониторинг, в том числе оценка качества воздуха, актуален в современных городских условиях.

Цель работы: оценить степень загрязнения воздушного бассейна в черте г.Рыбинска по исследуемым данным экологического мониторинга, используя в качестве основных биоиндикаторов разные виды лишайников и берёзу обыкновенную.

Задачи исследования:

1. Провести анализ воздушного загрязнения в черте г.Рыбинска по асимметрии и некрозам листьев берёзы белой.
2. Определить видовой состав лишайников исследуемых зон г.Рыбинска.
3. Оценить проективное покрытие лишайниками стволов деревьев в различных участках г.Рыбинска.

Материалы и методы исследования

При проведении данной работы была использована методика, взятая из учебно-методического пособия [2]. Для оценки состояния уровня загрязнения конкретного района мы использовали следующие критерии:

0 – допускается наличие повреждений не более 5% общей площади (идеально чистый воздух);

1 – слабо ажурная крона, повреждение насекомыми и болезнями не более 30-40% листьев, усыхание отдельных ветвей в нижней трети кроны, некрозы не более 10% площади листьев дерева (чистый воздух);

2 – ажурная крона; повреждение и усыхание до 60-70% хвои или листьев; суховершинность, сухие ветви в средней и верхней частях кроны; значительные повреждения и поражения ствола, корневых лап, укороченный прирост или его полное отсутствие; некрозы более 10% площади листьев (относительно чистый воздух);

3 – сильно поврежденная крона или отдельные живые ветви с повреждением более 70-80% листьев, отсутствие текущего прироста по высоте, по стволу и корням насечки и единичные свежие поселения стволовых вредителей. Оставшиеся на деревьях листья отличаются бледно-зеленым, желтоватым или оранжево-красным цветом. Некрозы характеризуются коричневым, оранжево-красным или черным цветом. Большая часть листьев с некрозом быстро опадает (заметно загрязненный воздух).

Для оценки степени нарушенности древостоев и качества воздуха нами был проведен визуальный осмотр деревьев, отбор проб листьев с каждой зоны, вычислены общие площади повреждений (некрозы, повреждения вредителями) исследуемых зон. Для оценки экологического состояния деревьев по асимметрии листьев была использована методика [1].

Оценка относительной численности лишайников проводилась по методике линейных пересечений. На каждой пробной площадке были выбраны 5 берёз. Измерения проводились на высотах: 600 мм и 1200 м. Видовой состав лишайников устанавливался с помощью определителя.

Результаты и их обсуждение

Для исследования были выбраны 4 зоны города.

Зона №1 – участок, расположенный в посёлке Каменики. Отбор проб листьев производился вдоль автотрас-

сы Каменниковский тракт вблизи остановки «п.Каменники». В этой же зоне проводилось исследование лишайников. Антропогенная нагрузка на эту зону невелика, так как вблизи находится автотрасса со средним уровнем движения, а также небольшое промышленное предприятие завод железобетонных изделий и Рыбинское водохранилище.

Зона №2 – участок, расположенный недалеко от санатория «Кстово». Отбор проб листьев берёзы и исследования лишайников производились с растений, расположенных по обе стороны от автотрассы вблизи санатория «Кстово» и реки Черёмуха. Антропогенная нагрузка на эту зону невелика, так как вблизи её находится только автотрасса с интенсивным уровнем движения. Уровень загрязнения может быть не большим.

Зона №3 – участок, расположенный на территории Карякинского парка. Исследования производились на территории Карякинского парка, расположенного в центре города, вблизи железной дороги. Антропогенная нагрузка на эту зону велика, загрязнение должно быть достаточно сильным.

Зона №4 – участок, расположенный недалеко от лицея №2. Отбор проб листьев берёзы производился на территории пришкольного парка и на ул. Карякинская вдоль границы школьной территории. Антропогенная на-

грузка на эту зону невысокая, следовательно, и загрязнение не должно быть сильным.

В каждой из приведенных выше зон выбирались примерно 5 берёз, производился визуальный осмотр деревьев. Затем на каждом из выбранных деревьев был проведен отбор проб 20 листьев и производилась лишенометрическая съемка. Собранные данные были обработаны по вышеизложенным методикам. После обработки результатов были получены данные о видовом разнообразии и площади покрытия лишайников, также о средней площади некрозов, повреждений вредителями и степени асимметрии листьев в исследуемых зонах, данные занесли в таблицы 1 и 2.

Исходя из полученных данных установлено, что самой чистой оказалась зона №1. Качество воздуха в ней соответствует индексу 1, показатели асимметрии листьев соответствует норме (1 балл). Были обнаружены все три формы лишайников: накипные: леканора разнообразная, ризокарпон географический, гаспариния изящная; листоватые: пармелии бороздчатая, козья и оливковая, а также ксантория многоплодная; кустистые: уснея жесткая и эверния сливовая. По нашим результатам, самые высокие показатели площади проективного покрытия лишайников оказались так же в зоне №1.

Таблица 1. Результаты исследования листьев

№ п/п	Зона	Среднее значение асимметрии листьев, %	Площадь некрозов, %	Площадь повреждения вредителями, %
1.	1	5,40	13,2	8,0
2.	2	5,60	14,4	7,9
3.	3	7,20	48,3	3,0
4.	4	6,45	39,7	3,2

Таблица 2. Результаты, полученные методом лишеноиндикации

№ п/п	Зона	Высота, мм	Проективное покрытие лишайниками, %	Виды таллома лишайников		
				накипные	листоватые	кустистые
1.	1	600	34,0	3	4	2
		1200	34,5			
2.	2	600	22,9	3	3	1
		1200	11,6			
3.	3	600	7,6	2	5	0
		1200	7,3			
4.	4	600	8,8	3	2	0
		1200	7,9			

Такое качество воздуха в зоне №1 мы можем объяснить тем, что антропогенная нагрузка на эту территорию невелика, так как вблизи её находится только автотрасса со средним уровнем движения; следовательно, уровень загрязнения – низкий. На втором месте по степени загрязнения находится зона №2. Здесь качество воздуха тоже соответствует индексу 1, значение показателя асимметрии листьев соответствует 2 баллам (немного выше нормы). Были обнаружены такие виды лишайников, как леканора разнообразная, ризокарпон географический, гаспариния изящная, пармелии бороздчатая и оливковая, ксантория многоплодная. И по результатам площади проективного покрытия лишайниками (табл. 2) зона №2 также находится на втором месте после зоны №1 (воздух не сильно загрязнён). Эта зона имеет среднюю антропогенную нагрузку, так как на её территории проходит автотрасса с интенсивным уровнем движения,

другие антропогенные факторы отсутствуют; значит, загрязнение не сильное.

Следующей по чистоте воздуха, оказалась зона №4. Антропогенная нагрузка на эту зону больше, чем у зон №1 и 2, загрязнение средней степени. Качество воздуха в этой зоне соответствует индексу 2, значение показателя асимметричности – 3 балла, что выше, чем в предыдущих зонах; видовое разнообразие лишайников меньше, присутствуют: леканора разнообразная; ризокарпон географический; гаспариния изящная; пармелии бороздчатая, козья и оливковая; ксантория многоплодная; площадь проективного покрытия равна 8,8% и 7,9 % на высоте 600 мм и 1200 мм соответственно. Данные свидетельствуют о достаточно загрязненном воздухе в данной зоне.

Самой загрязненной зоной оказалось зона №3. Действие отрицательного антропогенного фактора на эту зону

очень высоко: она находится в центре города, вблизи крупной железной дороги. Индекс качества воздуха в этой зоне равен 3, значение показателя асимметричности – 5 баллов (критическое состояние). В этой зоне оказалось наибольшее количество мертвых лишайников. Видовое разнообразие состоит из леканоры разнообразной, ризокарпона географической, гаспаринии изящной, пармелии бороздчатой, ксантории многоплодной. Площади проективного покрытия лишайниками зоны №3 (табл. 2) незначительно отличаются от зоны №4. Воздух заметно загрязненный.

Анализируя данные процента повреждений вредителями листьев берёзы, мы заметили, что наибольшую площадь погрызов, по сравнению с другими зонами, имеют зоны №1 и 2. По результатам исследования некрозов и асимметрии эти зоны имеют самую низкую степень загрязнения, и, следовательно, самый чистый воздух, в то время как городские зоны имеют примерно одинаковую площадь повреждений вредителями. Объясняется тем, что за городом наблюдается наибольшая плотность древостоя, что понижает средний коэффициент нагрузки на одно растение, а в центре города плотность древостоя не высокая, воздух загрязнён, из-за чего вредители «считают» листья непригодными для питания. Также стоит обратить внимание на то, что ни на одной из выбранных нами зон не было обнаружено ни одного вида лишайников, находящихся в Красной книге Ярославской области.

Выводы

1. По результатам исследования, самой загрязнённой оказалась зона №3 (участок, расположенный на территории Карякинского парка), качество воздуха оценивается индексом 3, значение показателя асимметричности – 5 баллов (критическое состояние), площадь проективного

покрытия лишайниками равна 7,6% (на высоте 600 мм) и 7,3% (на высоте 1200 мм).

2. На втором месте по загрязнённости оказалась зона №4 (участок расположенный недалеко от лица №2), показатели качества воздуха оцениваются индексом 2; показатель асимметричности – 3 балла (выше среднего), площадь проективного покрытия лишайниками 8,8% (на высоте 600 мм) и 7,9 (на высоте 1200 мм).

3. На третьем месте по загрязнённости оказалась зона №2 (участок расположенный рядом с санаторием «Кстово»), качество воздуха соответствует индексу 1 – воздух чистый; значение показателя асимметричности – 2 (немного выше нормы).

4. Самой чистой оказалась зона №1 (участок, расположенный в посёлке Каменники), показатели качества воздуха соответствуют индексу 1 – воздух чистый, показатели асимметричности незначительные, площадь проективного покрытия лишайниками 34,0% (на высоте 600 мм) и 34,56% (на высоте 1200 мм).

5. Оценка степени загрязнения различных районов города с помощью разных методов биоиндикации показала, что результаты данных по некрозам, асимметрии листьев и лишеноиндикации не противоречат, а наоборот, подтверждают друг друга, следовательно, эти методы можно использовать комплексно, для более объективной оценки состояния загрязнения окружающей среды.

Список использованной литературы

1. Боголюбов А.С. Методика комплексной экологической оценки антропогенных воздействий на местность / А. С. Боголюбов. – М.: Экосистема, 1998. – 21 с.
2. Кабиров Р. Оценка качества окружающей среды / Р.Р. Кабиров, Е.В. Сугачкова. – Уфа: Вагант, 2005. – 128 с.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРОВА ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА УЛЬЯНОВСКОЕ

СПЕСИВЦЕВА ПОЛИНА

Станция юных натуралистов, г.Новохоперск, Воронежская область

Научные руководители: Родионова Наталья Александровна, кандидат биологических наук, педагог дополнительного образования Станции; Печенюк Елена Валентиновна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник Хопёрского заповедника

Водно-болотные угодья повсеместно сокращаются, биоразнообразие их находится под угрозой, поэтому в настоящее время сохранению этих биотопов придается особое значение. Ведь именно водоемы и болота служат запасом пресной воды, а также обладают богатым составом флоры и фауны. А в связи с предполагаемым потеплением климата, вопросы изучения и охраны водно-болотных угодий становятся особенно актуальными.

Цель работы: изучение растительного покрова оз.Ульяновского и особенностей распределения растительности.

Задачи:

1. Ознакомиться с высшей водной и прибрежно-водной флорой оз.Ульяновское, обследование озера и описание его зарастания.
2. Заложить две трансекты и выявить особенности рас-

пределения различных видов гелофитов и гидрофитов по участкам и различным глубинам озера.

3. Выявить в оз.Ульяновское виды, занесенных в Красную книгу Воронежской области.

Материалы и методы исследования

Были заложены две ленточные трансекты: I – в относительно глубоководной части озера (длина 77 м) и II – в мелководной части обводнённого ложа оз.Ульяновское (длина 58 м). Реперы установлены на бровках берегов, где склон берега переходит в выровненную поверхность окружающей озера территории. Между ними натягивался шнур с разметкой через каждый метр. При описании трансект вдоль натянутого, размеченного шнура измерялась глубина воды через каждый погонный метр. Проводилось описание растительности каждой площадки на 1 м². Определение растений проводилось по [1]. Основное

внимание было обращено на растительность водной части озера и влажных прибрежий, растительный покров берегов описан с меньшей подробностью, в основном учитывались массовые виды растений. Обработка описаний проводилась в программе Microsoft Excel. Для обработки из всего ряда была выделена часть трансекты с влажными и водными местообитаниями. При обработке рассчитывалось число видов встреченных на каждой метровой площадке, среднее проективное покрытие, частота встреч каждого вида, индекс фитоценотической значимости вида. Для иллюстрации общего состояния растительного покрова оз.Ульяновского использованы схемы озера, представленные публикациях Е.В. Печенюк и С. Радковой [2-4]. На этих схемах озера выделены основные типы

местообитаний: от почти постоянно сухих склонов берегов и обсыхающего мелководья до постоянно обводнённого участка.

Результаты и их обсуждение

Склоны берегов оз.Ульяновское зарастают наземной растительностью с преобладанием на верхней границе около бровки сообществ ксерофитов, в основном полыней равнинной и австрийской, лжекамышы обыкновенного, подмаренника русского, мятлика сплюснутого, вейника наземного, тысячелистников и др. Ниже располагаются сообщества мезофитов с преобладанием сорных видов, в основном мелколепестника канадского (рис. 1).

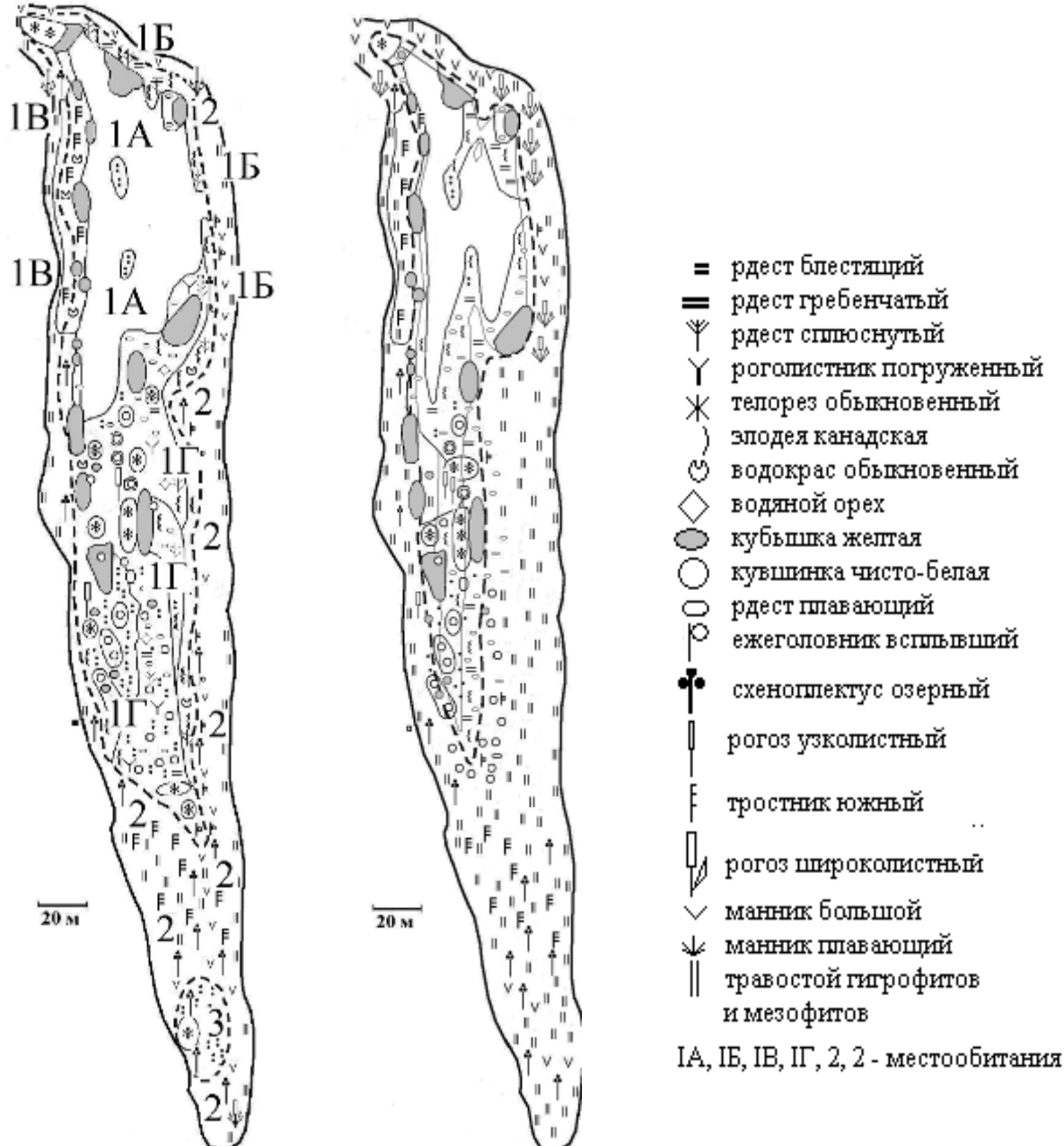


Рис. 1. Распространение растительности оз.Ульяновского.

На границе поясов ксерофитов и мезофитов присутствует полоса аврана лекарственного – гидрофита, который развился на этом местообитании в годы высоких половодий (2005-2006 гг.) и сохранился в угнетённом состоянии до сих пор. На западном берегу присутствуют на склоне берега пояса осоки береговой и тростника южного. На более низком уровне берега преобладает гидрофит, сор-

ный вид американского происхождения – череда олиственная, изредка встречаются череда трехраздельная и череда поникшая. В меньшем количестве отмечаются гидрофиты: вербейник обыкновенный, дербенник иволистный, зюзник европейский и др. Прибрежья между склонами берега и дном заросли во многих местах поясами и пятнами гелофитов – ежеголовника всплывшего и

стрелолиста стрелолистного. Обсохшие участки дна зарастают влаголюбивой растительностью, но на них остаются и прибрежно-водные растения (ежеголовники всплывший и прямой, стрелолист стрелолистный, частуха злаковидная, камыш озерный) и водные растения в наземной форме (кубышка желтая, кувшинка чисто-белая), из погруженных видов – рдест пронзеннолистный.

Обводнённая часть дна зарастает плейстофитами: кубышкой желтой и кувшинкой чисто-белой, водяным орехом, и гидатофитами – погруженными видами: роголистником погруженным, рдестами гребенчатым, пронзеннолистным, курчавым, блестящим, реже встречаются рдесты сплюснутый, красноватый, волосовидный, встречается телорез обыкновенный. Присутствуют и редкие виды растений: рдесты остролистный и туполистный, каулиния малая. Выяснение вопроса приуроченности видов растений к той или иной глубине, сведения о выживании видов при длительной летней засухе получены благодаря описанию двух трансект, пересекающих водоем по ширине от берега до берега. Всего на двух трансектах нами отмечено 74 вида гидрофитов, гелофитов и гидатофитов (плейстофитов и гидатофитов). На трансекте I нами отмечено 62 вида, на трансекте II – 60 видов. Соотношение экологических групп растений двух трансект схоже – коэффициент сходства Сьеренсена равен 78,7%. Но при анализе суммарной фитоценотической значимости, которая показывает роль экологической группы в построении фитоценоза, оказалось, что разные группы играют разную роль. На трансекте I наиболее значимы гидатофиты и гидрофиты, а на трансекте II – гидатофиты и плейстофиты.

На площадках верхней части склона I трансекты западного (правого) берега озера преобладали осока береговая и тростник южный. Тростник южный – гелофит, но он, благодаря глубоко проникающим в грунт корням, может произрастать и на относительно осушенных местах. На крутом склоне берега трансекты I и на песчаном побережье большинство видов растений относятся к экологическим группам мезофитов и гидрофитов. На глубоководной части озера отмечены только немногочисленные гидатофиты: роголистник погруженный, различные рдесты, редкий вид каулиния малая. На побережье восточного берега в зоне I трансекты травостой был более разрежен, из гидрофитов росли ситники жабий, развесистый, авран лекарственный, череда олиственная, и др. из мезофитов – осока коротковолосистая, из ксерофитов на песчаном склоне – лжекамыш обыкновенный, полыни равнинная и австрийская, и др. виды.

В июне и августе 2017 г. максимальная глубина II трансекты составляла 70 см. Вверху крутого, сухого западного берега II трансекты произрастают ксерофиты: лжекамыш обыкновенный, полыни австрийская и равнинная, мятлик сплюснутый, подмаренник русский. На склоне ниже росли вейник наземный, осока коротковолосистая, мелкопестик канадский встречался гидрофит авран лекарственный. Внизу склона встречались гидрофиты: дербенник иволистный, зюзник европейский, сорный вид череды олиственная. На обводнённой части озера в зоне второй трансекты и на влажном заиленном песке около уреза воды произрастали гелофиты (ежеголовник всплывший, стрелолист стрелолистный, омежник водный и др.), плейстофиты (кубышка желтая, кувшинка чисто-белая, водокрас лягушачий, многокоренник обыкновенный). Между гелофитами и пятнами плейстофитов встречались и обра-

зовывали скопления гидатофиты – погруженные растения (роголистник погруженный, рдесты). В 2017 г. нами отмечено на II трансекте увеличение фитоценотической значимости ситника развесистого и плейстофитов водокраса обыкновенного, кубышки желтой, кувшинки чисто-белой и др. и уменьшение значимости мезофитов и гидрофитов, которые весной 2017 г. оказались залиты вследствие сильных осадков в апреле и мае.

Мы считаем, что прогреваемое мелководье с илистыми отложениями поверх песчаного дна, защищаемое от ветрового волнения пятнами кубышки, побегами стрелолиста стрелолистного, ежеголовников, благоприятно для существования узколистных рдестов и роголистника погруженного, которые отсутствовали или были угнетены на более широком участке озера, подверженном ветровому волнению, где располагалась I трансекта.

Выводы

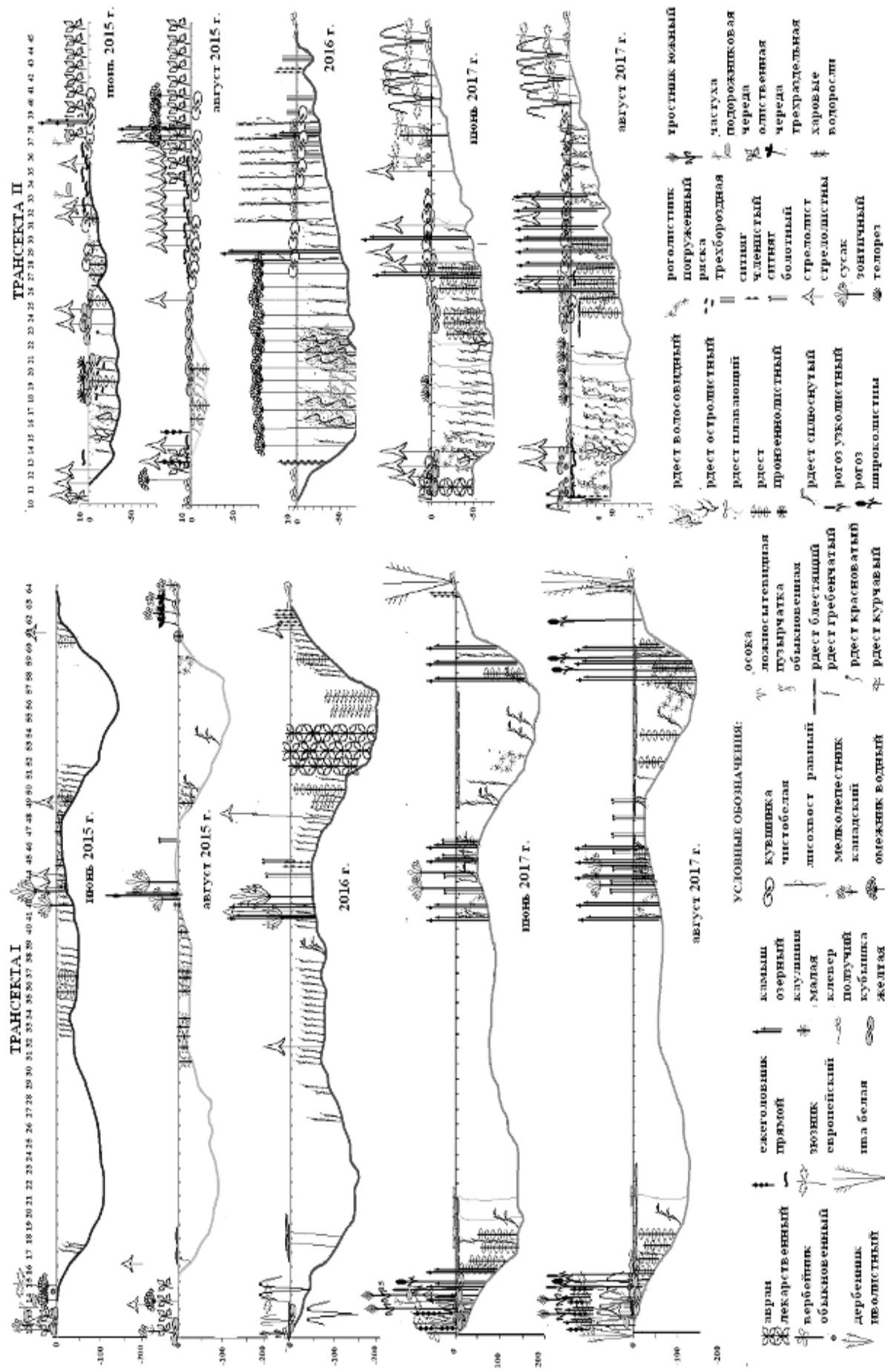
1. Нами обследовано оз. Ульяновское и выявлено зарастание его высоких берегов мезофитами, а обсохшего ложа озера – гидрофитами, среди которых преобладают череда олиственная и омежник водный.

2. Увеличилось количество видов ксерофитов и мезофитов, занявших обсохшие побережья, вместе с тем увеличилась и встречаемость видов, занесенных в Красную книгу Воронежской области. Распространение гидрофитов, гелофитов и плейстофитов зависит от глубины, причем гидрофиты предпочитают заиленные побережья, а гидатофиты – в зависимости от интенсивности ветрового волнения. Глубоководные участки, подверженные ветровому волнению, с песчаным дном, водной и прибрежно-водной растительностью занимают только вдоль берегов и по мелководьям около центральной отмели. В участках с более илистым грунтом, с меньшей глубиной и зарослями плейстофитов, что делает их более защищенными от ветрового волнения, создаются благоприятные условия для погруженных растений по всему ложу озера.

3. В озере присутствуют растения Красной книги Воронежской области: водяной орех (чилиим), каулиния малая, рдест остролистный и рдест туполистный, обитающие в основном, на заиленных мелководьях близко и в зоне второй трансекты. Мы считаем, что их появление связано с обсыханием водоема в межень, что приводит к прогреванию тонкого слоя воды. На высоком уровне берега обычны лжекамыш обыкновенный.

Список использованной литературы

1. Печенюк Е.В. Атлас высших водных и прибрежно-водных растений / Е.В. Печенюк. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. пед. ун-та, 2004. – 128 с.
2. Печенюк Е.В. Многолетние изменения пойменных водоемов Хопёрского заповедника / Е.В. Печенюк // Роль особо охраняемых природных территорий лесостепной и степной природных зон в сохранении и изучении биологического разнообразия: Материалы науч.-практ. конф. – Воронеж, 2007. – С. 84–86.
3. Печенюк Е. В. Пойменные водоемы Хоперского заповедника в засушливом 2009 году / Е.В. Печенюк // Проблемы мониторинга природных процессов на особо охраняемых природных территориях: Материалы Международной науч.-практ. конф., посвящ. 75-летию Хопёрского природного заповедника. – Воронеж: Изд-во ВГПУ, 2010. – С. 84–87.
4. Радькова С. Высшая водная растительность притеррасного озера при катастрофической засухе // Архив МКУ ДО «СЮН».



ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ

АЛИЕВ НАРИМАН

Средняя школа №37, 10 класс, г.Ярославль

Городская программа «Открытие»

Научные руководители: Сердцева Елена Николаевна, учитель школы; Калаева Сахиба Зияддиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и природы ЯГТУ

Проблемы загрязнения окружающей среды с каждым годом обостряются. Одним из основных и крупномасштабных загрязнителей являются нефть и нефтепродукты.

Нефтепродукты (НП) имеются в сточных водах практически всех предприятий, среди которых есть ряд особо выделяющихся, например, машиностроительные предприятия, ТЭС, многочисленные автопредприятия и другие. Особенно опасны аварийные разливы нефтепродуктов. Если промышленные стоки очищаются практически все в той или иной степени, то аварийные выбросы могут быть ликвидированы только подручными средствами, что значительно снижает их эффективность. Аварийные выбросы при всей их редкости часто наносят природе больший вред, чем все регулируемые промышленные стоки.

Во всем мире ведутся работы по созданию новых методов очистки вод от нефтепродуктов и, в частности, сбора их с поверхности воды, что особенно важно при их разливах в случае аварий с нефтеналивными судами и нефтепроводами.

Наиболее распространенным методом очистки воды от нефтепродуктов является ее отстаивание в ловушках различных типов. Основная масса нефтепродуктов в процессе отделения их от воды всплывает на ее поверхность и должна быть оттуда удалена. Также с поверхности воды необходимо собирать нефтепродукты и при аварийных разливах с нефтеналивных судов. Поэтому разработка эффективных методов удаления нефтепродуктов с поверхности воды очень **актуальна**. Весьма перспективной представляется использование для их удаления магнитных жидкостей (МЖ), которые представляют собой суспензию частиц магнитного материала (с размерами 5-100 нм), стабилизированных в жидкости-носителе [1].

Цель работы: исследовать эффективность очистки воды от нефтепродуктов с помощью магнитной жидкости.

Объекты исследования: магнитная жидкость на основе керосина; вода, загрязненная нефтепродуктами.

Задачи:

1. Освоить методику очистки воды от нефтепродуктов с помощью МЖ.
2. Исследовать эффективность очистки при различных соотношениях МЖ:НП.
3. Исследовать эффективность очистки при разном времени выдержки.
4. Дать рекомендации для достижения высокой эффективности очистки воды от нефтепродуктов.

Методы исследования:

- теоретические – анализ технической литературы

по теме исследования;

- экспериментальные;
- математические.

Практическая значимость:

На основании полученных данных будет выбрано оптимальное соотношение МЖ:НП при разработке технологии очистки воды от нефтепродуктов.

Очистка воды от нефтепродуктов может состоять из физико-химических, химических, механических и биологических способов. Использование каждого метода зависит от масштабов и первоисточника загрязнения, объема нефтяных сбросов [2].

Механическая очистка состоит из отстаивания и последующей фильтрации загрязненной воды с использованием нефтеловушек, бензомаслоуловителей или ручным методом. Все они основаны на способности нефти не смешиваться с водой, а создавать масляное пятно. Ее собирают в полиэтиленовые пакеты с последующей утилизацией – сжиганием.

Механической очисткой можно удалить до 75% нерастворимых нефтепродуктов. Это не достаточно для эффективной очистки воды.

Основным недостатком метода является забор воды вместе с тонкой нефтяной пленкой. Хорошо собрать нефтепродукты возможно только при толстом слое, что случается только при больших техногенных катастрофах.

Химическая очистка подразумевает обязательное использование химических реагентов, которые вступают в реакцию с нефтепродуктами. В ходе химических реакций образуется нерастворимый в воде осадок, легко удаляемый механической фильтрацией. Эффективность удаления растворимых примесей – 25%, нерастворимых – 95%. Химическая очистка основана на одном из двух методов:

- провоцирование образования масляного пятна, используя эмульгаторы эмульсий из воды и нефти или поверхностно-активных веществ (ПАВ);
- поглощение нефтепродуктов адсорбентами: оксид алюминия, алюмосиликаты.

Физико-химическая очистка включает коагуляцию, адсорбцию, окисление, экстракцию и другие методы очистки. Происходит удаление тонкодисперсных растворенных примесей, а так же распад органики.

Коагуляция заключается в ускоренном превращении тонкодисперсных примесей с размером частиц от 1 до 100 мкм в более крупные образования, выпадающие в осадок (т.е. слипание частиц и образование хлопьев). Обычно коагуляция протекает под действием химических реагентов — коагулянтов.

В процессе флотации на поверхности воды образу-

ется устойчивая пена, которая захватывает и удерживает в течение длительного времени примеси нефтепродуктов. Впоследствии пенный слой удаляют. Основой для создания пены служит устойчивый комплекс пузырька воздуха или газа в воде с частицами нефтепродуктов.

Для адсорбции часто берут измельченный активированный уголь мелкой фракции. Его наносят равномерным слоем на пятно, что препятствует его увеличению. Смешавшаяся с водой нефть прилипает к частичкам угля и легко удаляется. Смесь угля и нефти хорошо горит, что облегчает дальнейшую утилизацию.

Снижение токсичности и разрушения биохимического состава нефти можно достичь, используя эмульгаторы и ПАВ. Нефть переходит в эмульсию и быстрее распадается.

Биологическая очистка является наиболее распространенной в удалении нефтепродуктов из воды. Используются особые микроорганизмы, которые поедают нефть. Сегодня найдено более 1 тысячи простых организмов, которые питаются различными углеводородами. Например, дрожжи *Candida* питаются нефтяными парафинами. В итоге получается большой объем биомассы с большой концентрацией витаминов и белка. Популярными биологическими средствами являются препараты «Деворойл» и «Ленойл». Они эффективны в разложении нефтепродуктов, которые присутствуют в почвах и водоемах.

«Деворойл» состоит из 5 видов дрожжей и бактерий, способных окислять углеводороды. Каждый вид эффективен в борьбе с определенной фракцией нефти. Их набор позволяет равномерно обрабатывать все фракции. «Ленойл» состоит из ассоциации микроорганизмов.

Магнитные жидкости (МЖ) состоят из трёх ком-

понентов:

- магнитные частицы (магнетит),
- стабилизатор, препятствующий слипанию частиц,
- жидкая основа (жидкость-носитель).

Оборудование и реактивы: мешалка, весы, плитка, два стакана на 150-200 см³, цилиндры на 100, 50 и 5 см³, делительная воронка на 300 см³, термометр, стеклянная палочка, раствор аммиака, соли железа, стабилизатор - олеиновая кислота, керосин.

Магнитные частицы были получены путем смешения 10% водных растворов солей двух- и трехвалентного железа ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ и $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$) и последующим осаждением магнетита раствором аммиака. После промывки осадка до $\text{pH}=8-9$, смесь подогревалась и при интенсивном перемешивании вводился стабилизатор – олеиновая кислота, затем жидкость-носитель – керосин. Подогрев и перемешивание продолжалось 2 часа. После чего смесь переливалась в делительную воронку для отделения воды.

Полученная магнитная жидкость была использована для исследования эффективности очистки воды от нефтепродуктов.

Магнитожидкостный способ очистки заключается в предварительном омагничивании нефтепродуктов путем распыления магнитной жидкости и в последующем сборе омагниченных нефтепродуктов посредством специального магнитосборника. Для успешного омагничивания жидкость-носитель должен быть хорошо растворим в нефтепродукте и нерастворим в воде. Для этой цели пригодна магнитная жидкость на основе керосина [4].

Эксперимент был проведен на лабораторной установке кафедры «Охрана труда и природы» Ярославского государственного технического университета. Схема установки представлена на рисунке 1.

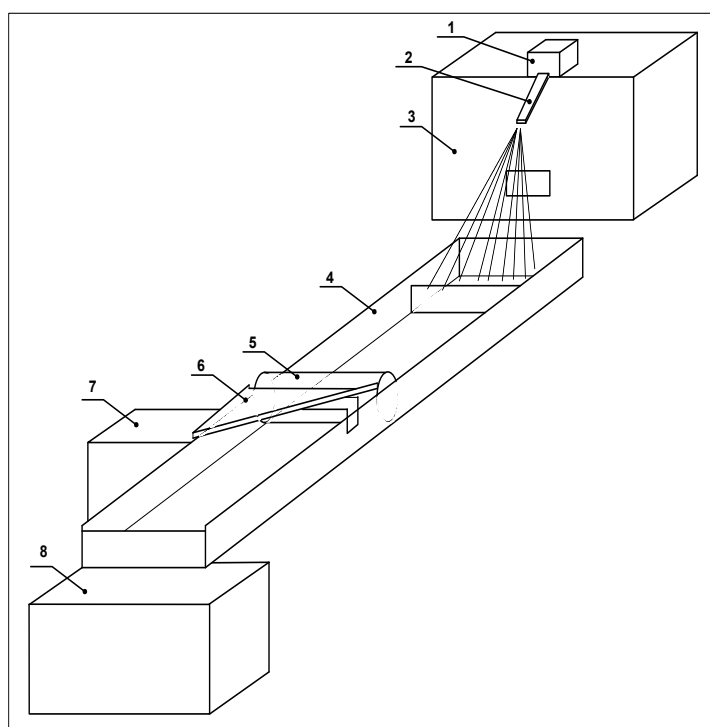


Рис.1

- 1 – резервуар с магнитной жидкостью;
- 2 – разбрызгивающее устройство;
- 3 – резервуар для сточной воды;
- 4 – лоток;
- 5 – барабан с постоянными магнитами;
- 6 – скребок;
- 7 – сборник омагниченных нефтепродуктов;
- 8 – резервуар чистой воды.

Полученная магнитная жидкость распылялась на нефтяное пятно. Было проведено 2 опыта:

1. Исследование влияния времени выдержки на эффективность очистки. Омагниченные нефтепродукты собирали магнитным устройством через 3мин; 5мин; 10мин; 15мин.
2. Исследование влияния соотношения МЖ:НП на эффективность очистки (1:3; 1:5; 1:7; 1:10).

Начальная концентрация нефтепродуктов в воде во всех опытах составляла 150 мг/дм³.

Результаты эксперимента

Результаты эксперимента по применению магнитной жидкости для очистки воды от нефтепродуктов

представлены в виде диаграммы (рисунок 1 и 2).

Из диаграммы (рис.1) видно, что наибольшая эффективность достигается при времени выдержки 5

минут.

Из рисунка 2 видно, что эффективность очистки во всех случаях более 90%. Поэтому более экономично будет использование соотношения МЖ:НП как 1:10.

Заключение

Во всем мире ведутся работы по созданию новых методов очистки вод от нефти и, в частности, сбора их с поверхности воды, что особенно важно при их разливах в случае аварий с нефтеналивными судами и нефтепроводами. Поэтому проблема сбора нефтепродуктов с поверхности водоемов является весьма актуальной.

Анализ литературы показал, что с помощью магнитных жидкостей можно очистить воду от нефтепродуктов.

В ходе эксперимента была получена магнитная жидкость на основе керосина.

Исследования применения магнитной жидкости для очистки поверхности воды от нефтепродуктов

показали высокую эффективность очистки при времени выдержки 5 мин и целесообразном соотношении МЖ:НП = 1:10.

Список использованной литературы

1.Фертман В.Е. Магнитные жидкости: справочное пособие / Фертман В.Е. – Минск: Высшая школа, 1988. – 184 с.

2.Электронный ресурс. Режим доступа: <https://neftok.ru/raznoe/ochistka-stochnyh-vod-ot-nefteproduktov.html>. /Методы очистки воды от нефтепродуктов / Дата обращения 10.01.2018г.

3. Орлов Д.В. Магнитные жидкости в машиностроении / Орлов Д.В., Михалёв Ю.О., Сизов А. П. – М.: Машиностроение, 1993. – 272 с.

4.Магнитные жидкости: способы получения и области применения. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://magneticliquid.narod.ru/authority/008.htm> Дата обращения 16.01.2018г.

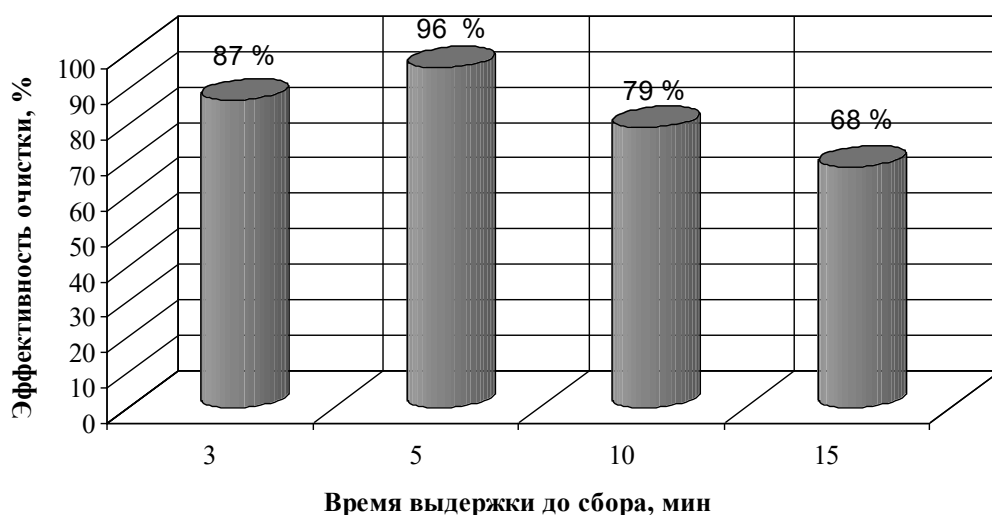


Рисунок 1. Диаграмма зависимости эффективности очистки от времени выдержки

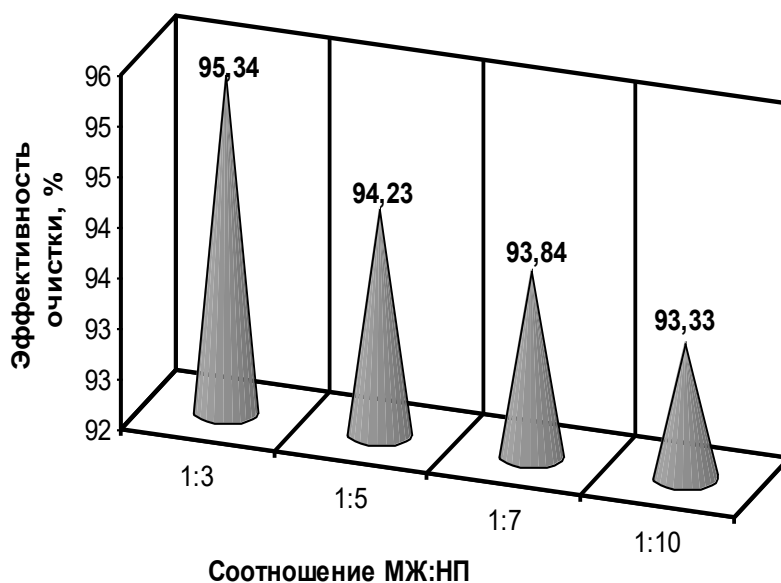


Рисунок 2. Диаграмма зависимости эффективности от соотношения МЖ:НП

ИЗУЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ПРИРОДНЫМИ ФИЛЬТРАМИ

ЗАХАРОВА АННА

МБОУ «Многопрофильный лицей», 10 класс, г.Муравленко, Ямало-Ненецкий автономный округ
Научный руководитель – Тарьянова Оксана Александровна, учитель лицея

Отходы производства и продукты жизнедеятельности людей проходят через различные способы очистки, тем самым снижая содержание ПАВ в их составе. Такие очищающие системы есть в городах, поселках. Однако до сих пор в деревнях, дачных поселках, вода, используемая для бытовых нужд, попадает в почву без какой-либо очистки. Поэтому задача каждого человека в таких условиях продумать возможные способы снижения отрицательно воздействия от использования средств бытовой химии.

Исследование способов очистки воды от моющих средств является не новым, однако продолжает быть актуальным, т.к. предлагаются новые способы очистки, новые исследования, помогающие найти выход из сложной экологической проблемы.

Объектом нашего исследования стала вода, загрязненная моющими средствами и полученная после очистки с помощью разных природных фильтров, а **предметом исследования** - степень очистки воды с помощью природных фильтров для последующего ее использования.

Цель исследования: на основе действия природных фильтров разработать возможный комбинированный фильтр из природных материалов для очистки воды от моющих веществ для последующего ее использования в хозяйственной деятельности. **Гипотеза исследования:** фильтры созданы самой природой таким образом, что определенное их сочетание позволяет улучшить степень очистки загрязненной воды для последующего ее использования.

Задачи:

1. Рассмотреть информацию о природных фильтрах воды.
2. Изучить действие природных фильтров: земля, песок, галька и их сочетание на степень очистки воды от моющих средств.

3. Изучить возможность использования воды, полученной после фильтрования через природные фильтры, для применения в хозяйстве.

4. Составить модель наиболее эффективного природного фильтра для очистки воды от моющих средств.

Материалы и методы исследования

Для проведения эксперимента нами были использованы следующие природные фильтры: крупная галька, мелкая галька, земля, песок.

В качестве материала для исследования были использованы два моющих средства: стиральный порошок "Дося" (используемый для стирки белья), жидкое мыло "Лучшие рецепты мира" (используемый для мытья рук). Для проведения исследования были использованы методики изучения качества воды из учебного пособия "Экологический практикум" (А.Г.Муравьев, Н.А.Пугал, В.Н.Лаврова). Для проведения исследования были подготовлены растворы моющих средств.

Результаты и их обсуждение

Полученные растворы были пропущены через фильтр с фильтрующими составами: крупная галька, мелкая галька, земля, песок. При проведении эксперимента был определен уровень pH при помощи карманного pH-метра СHECKER В (таблица 1).

Из данных таблицы можно заметить, что при прохождении раствора через фильтр значение pH изменяется. Для раствора жидкого мыла лучшим фильтром оказались земля и мелкая галька, для раствора стирального порошка – земля и песок. Исходя из полученных результатов мы составили несколько комбинированных фильтров: земля и песок, земля и крупная галька, земля и мелкая галька; мелкая галька, песок, земля. Результаты pH профильтрованной воды представлены в таблице 2.

Таблица 1. Значение pH моющих средств до и после очистки

Состав фильтра	Жидкое мыло	Порошок
Вода	7,0	7,0
Мыльная вода	7,70	10,44
Фильтр: крупная галька	7,54	10,42
Фильтр: мелкая галька	7,22	10,42
Фильтр: земля	6,16	9,62
Фильтр: песок	7,73	10,13

Таблица 2. Значение pH в зависимости от состава фильтра для моющих растворов, пропущенных через комбинированные фильтровальные колонки

Состав фильтра	Жидкое мыло	Порошок
Земля и песок	6,94	9,78
Земля и крупная галька	6,77	9,74
Земля и мелкая галька	6,42	9,66
Фильтр: мелкая галька, песок, земля	6,50	9,1

По данным ГОСТ pH воды должна составлять от 6,5 до 7,5. Лучшим фильтром по очистке воды от моющих средств для стабилизации pH, который не превышает эти значения, стал фильтр, состоящий из земли, мелкой гальки, песка. Однако мы видим, что очистка от порошка не совсем эффективная с точки зрения pH, поэтому мы решили проверить раствор на наличие химических веществ, а именно на наличие фосфатов, сульфатов и гидрокарбонатов (таблицы 3-5).

В ходе эксперимента было установлено, что все природные фильтры пропускают фосфаты. Однако замечено, что количество фосфатов в жидком мыле меньше, а комбинированный фильтр частично задерживает вещества.

Установлено, все природные фильтры пропускают сульфаты. Однако замечено, что количество сульфатов в

жидком мыле меньше, а комбинированный фильтр частично задерживает вещества.

Выявлено, что все природные фильтры пропускают гидрокарбонаты. Однако замечено, что количество гидрокарбонатов в жидком мыле меньше, а комбинированный фильтр частично задерживает вещества.

В таблице 6 приведены данные по динамике прорастания семян гороха и фасоли на фильтрате.

Таким образом, в ходе эксперимента было установлено, что самая низкая всхожесть в первом и во втором растворе, лучшая с водой с присутствием порошка, пропущенной через комбинированный фильтр. Так как результаты выше приведенного эксперимента показали необычный результат, поэтому данный вопрос требует дальнейших экспериментальных исследований.

Таблица 3. Наличие фосфатов в растворах, пропущенных через комбинированные фильтровальные колонки

Состав фильтра	Жидкое мыло	Порошок	Вода
Земля и песок	1. Немного обесцветился	4. Обесцветился	7. Не изменился
Земля и крупная галька	2. Немного обесцветился	5. Обесцветился	8. Не изменился
Земля и мелкая галька	3. Немного обесцветился	6. Обесцветился, но в меньшей степени	9. Не изменился
Фильтр: мелкая галька, песок, земля	10. Практически сохранил цвет	11. Обесцветился, но в меньшей степени	12. Не изменился

Таблица 4. Наличие сульфатов в растворах, пропущенных через комбинированные фильтровальные колонки

Состав фильтра	Жидкое мыло	Порошок	Вода
Земля и песок	1. Слабая муть	4. Сильная муть	7. Не изменился
Земля и крупная галька	2. Слабая муть	5. Сильная муть	8. Не изменился
Земля и мелкая галька	3. Слабая муть	6. Слабая муть	9. Не изменился
Фильтр: мелкая галька, песок, земля	10. Слабая муть	11. Слабая муть	12. Не изменился

Таблица 5. Наличие гидрокарбонатов в растворе

Состав фильтра	Жидкое мыло	Порошок	Вода
Земля и песок	1. Не изменился	4. Очень светло-розовый	7. Не изменился
Земля и крупная галька	2. Не изменился	5. Светло-розовый	8. Не изменился
Земля и мелкая галька	3. Не изменился	6. Розовый	9. Не изменился
Фильтр: мелкая галька, песок, земля	10. Не изменился	11. Светло-розовый	12. Не изменился

Таблица 6. Динамика прорастания семян в растворах

Дни	1	2	3	4	5
1 день	семена набухли	семена набухли	семена набухли	семена набухли	семена набухли
2 день	без изменений	без изменений	без изменений	семена гороха стали прорастать	семена гороха стали прорастать
3 день	семена уменьшились в размерах, оболочка неровная	семена уменьшились в размерах, оболочка неровная	семена без изменений, небольшой налет из плесени	семена фасоли стали прорастать	семена гороха прорастают
5 день	без изменений	без изменений	семена без изменений, налет из плесени увеличился	семена фасоли и гороха прорастали активно	семена гороха и фасоли прорастают

Выводы

1. Среди природных фильтров, изученных в работе, наилучшими являются земля и мелкая галька.

2. Для улучшения степени очистки воды в бытовых условиях необходимо пропускать воду через комбинированные фильтры.

3. Для создания комбинированного фильтра лучше использовать природные фильтры: земля, песок, мелкая галька.

4. Использовать воду после пропускания через комбинированные фильтры можно только в хозяйственно-бытовых нуждах и под несельскохозяйственные культуры.

Таким образом, гипотеза о том, что комбинированные фильтры действительно более эффективны, подтвердилась. Однако результаты некоторых опытов, полученных в ходе выполнения исследования, требуют дальнейшей доработки.

Рекомендации

Таким образом, для очистки воды в небольших масштабах можно создать комбинированную колонку, состоящую из:

- 1) бочки, дно которой имеет отверстия,
- 2) садовой дышащей подстилки,
- 3) слой гальки,
- 4) слой песка,
- 5) слой земли.

Под бочку поставить емкость для накопления воды и водоотводящий шланг, по которому будет перемещаться вода. Также для того чтобы земля оставалась "живой" и очищалась, можно поместить в нее дождевых червей или других микроорганизмов.

Список использованной литературы

1. Методы очистки воды с помощью специальных устройств и фильтров. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.o8ode.ru> (дата обращения 10.12.2016).

2. Песчаные и песчано-почвенные фильтры. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.water-tec.ru> (дата обращения 10.12.2016).

3. Фильтрация через песчаный фильтр. [Электронный ресурс]. URL: <http://ru-ecology.info> (дата обращения 10.12.2016).

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ПРИРОДНОЙ ВОДЕ

КОРШУНОВА ЕКАТЕРИНА

Лицей №86, 9 класс, г.Ярославль

Научные руководители: Волкова Лариса Вячеславовна, заместитель директора по учебно-воспитательной работе, учитель лицея; Смирнова Мария Владимировна, учитель лицея

Кислород является одним из важнейших растворенных газов, постоянно присутствующих в поверхностных водах, режим которого в значительной степени определяет химико-биологическое состояние водоемов.

Цель работы:

Исследовать и оценить содержание растворенного кислорода в природной воде.

Задачи:

1. Познакомиться со значением растворенного кислорода для водных экосистем.
2. Подобрать и освоить методики для определения содержания растворенного в воде кислорода.
3. Провести анализ природной воды.
4. По содержанию кислорода определить условия жизни организмов в исследуемом водоеме.

Объект исследования: природная вода реки Волга.

Материалы и методы исследования

На протяжении 2016-2017 (лето-осень) определялось содержание растворенного кислорода в воде реки Волга на разных ее участках при разных температурах.

Были выбраны следующие участки:

Участок №1 – в Ленинском районе города Ярославля рядом с ОАО «Ярославльводоканал»;

Участок №2 - в Дзержинском районе города Ярославля рядом с Павловской рошей;

Участок №3 – в деревне Бабайки Некрасовского района Ярославской области.

Для определения содержания растворенного в воде кислорода использовался тестовый набор

VISOCOLOR® HE Oxygen SA 10, а исследование электропроводности проводилось на кафедре «Охрана труда и природы» ЯГТУ с помощью кондуктометра.

Результаты и их обсуждение

Изучив литературу, выяснили, что содержание растворенного в воде кислорода имеет важнейшее значение для оценки экологического и санитарного состояния природного водоема. В ходе эксперимента, работая с тестовым набором VISOCOLOR® HE Oxygen SA10, цифровым терморезисторным датчиком температуры, кондуктометром, мы оценили содержание растворенного в воде кислорода и степень насыщения воды кислородом, определили температуру и электропроводность воды. Данные представлены в таблицах 1, 2, 3.

Выводы

- Установлено, что содержание растворенного кислорода в воде зависит от температуры и минерализации воды.
- Уровень кислорода, растворенного в воде, находился в пределах от 4,4 мг/л (июль 2016 г.) до 8,9 мг/л (октябрь 2017г.). Минимум отмечался в период высоких значений температуры, максимум – в период низких значений температуры.
- Установлено, что наибольшее насыщение воды кислородом происходило в холодные осенние дни.
- Содержание растворенного кислорода в воде тем больше, чем меньше степень минерализации воды.
- Растворимость кислорода возрастает с уменьшением температуры и минерализации воды.

– Минимальное содержание растворенного кислорода, обеспечивающее нормальное развитие рыб, составляет около 5 мг/л. В жаркие дни в исследуемых образцах было зафиксировано содержание растворенного кислорода ниже этого значения (4,4 мг/л). В более

прохладные дни кислородный режим водного объекта находился в норме.

– Установлено, что во всех отобранных пробах содержание растворенного кислорода ниже равновесного показателя на 3-4 мг/л.

Таблица 1. Июльские показатели исследуемых образцов

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	2016 год			2017 год		
			Образец №1 (ОАО «Ярославль водоканал»)	Образец №2 (Павловская роща)	Образец №3 (д. Бабайки)	Образец №1 (ОАО «Ярославль водоканал»)	Образец №2 (Павловская роща)	Образец №3 (д. Бабайки)
1	Температура	°С	21.0	21,2	21.0	16.0	16,3	16.0
2	Электропроводность	мкС/см	300	300	320	280	270	310
3	Содержание кислорода	мг/л	4,8	4,6	4,4	6,8	7	6,2
4	Степень насыщения воды кислородом	%	54	52	50	69	72	63
5	Равновесная концентрация кислорода	мг/л	8,84	8,81	8,84	9,82	9,75	9,82

Таблица 2. Августовские показатели исследуемых образцов

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	2016 год			2017 год		
			Образец №1 (ОАО «Ярославль водоканал»)	Образец №2 (Павловская роща)	Образец №3 (д. Бабайки)	Образец №1 (ОАО «Ярославль водоканал»)	Образец №2 (Павловская роща)	Образец №3 (д. Бабайки)
1	Температура	°С	20.0	20,3	20,1	19.0	19,2	19,1
2	Электропроводность	мкС/см	290	300	320	280	280	300
3	Содержание кислорода	мг/л	4,8	4,6	4,6	5.0	4,8	4,8
4	Степень насыщения воды кислородом	%	53	51	51	54	52	52
5	Равновесная концентрации кислорода	мг/л	9,02	8,97	9.00	9,21	9,17	9,19

Таблица 3. Октябрьские показатели исследуемых образцов

№ п/п	Показатели	Единицы измерения	2016 год			2017 год		
			Образец №1 (ОАО «Ярославль водоканал»)	Образец №2 (Павловская роща)	Образец №3 (д. Бабайки)	Образец №1 (ОАО «Ярославль водоканал»)	Образец №2 (Павловская роща)	Образец №3 (д. Бабайки)
1	Температура	°С	10.0	10,2	10.0	6,8	6,9	6,8
2	Электропроводность	мкС/см	280	280	280	280	280	300
3	Содержание кислорода	мг/л	7,6	7,6	7,6	8,8	8,9	8,8
4	Степень насыщения воды кислородом	%	67	68	67	72	73	72
5	Равновесная концентрация кислорода	мг/л	11,27	11,22	11,27	12,21	12,18	12,21

Список использованной литературы

- Акимов Т.А. Экология. – М.: ЮНИТИ, 1998. – 445с.
- Аксенов С.И. Вода и ее роль в регуляции биологических процессов. – М.: Наука, 1990. – 117 с.
- Алексеев Л.С. Контроль качества воды. – М.: ИНФРА – М, 2009. – 159 с.
- ГОСТ Р 51592-2000. Вода. Общие требования к отбору проб. – М.: Госстандарт России, 2000.

5. Методы и приборы экологического мониторинга/ Б.И. Герасимов, И.В. Коробейников. – Тамбов: Изд-во ТГТУ, 1996. – 111 с.
6. Муравьев А.Г. Руководство по определению показателей качества воды полевыми методами / А.Г.Муравьев. – СПб.: Крисмас+, 1998.
7. Практикум по экологии: уч. пособие/ С.В.Алексеев, Н.В. Груздева, А.С.Муравьев; под ред. С.В. Алексеева. – М.: АО МДС, 1996.
8. Школьный экологический мониторинг / под ред. Т.Я.Ашихминой. – М.: Изд-во «Агар», 1999.
9. <http://normativa.ru/content/view/479/255>
10. <http://www.ecotechaqua.ru/how.html>
11. <http://www.vodeco.ru/water-info/osnovnie-pokazateli.html>
12. <http://ecomasts.ru/water-quality-params>
13. <http://www.zdorovieinfo.ru/water/water-articles/?article=487175>

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ

ТЕПЛОВ ТИМОФЕЙ

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

Городская программа «Открытие»

Научные руководители: Никитина Елена Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и природы ЯГТУ; Калаева Сахиба Зияддиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и природы ЯГТУ

Загрязнение природных вод - основных источников водоснабжения населения - приобрело за последние годы угрожающие размеры. Это особенно относится к стокам промышленных, фармацевтических и химических производств при попадании их в подземные и поверхностные воды. Применяемые в настоящее время коагулянты в технологии водоподготовки не в полной мере способны глубоко очищать воду, поэтому предварительная очистка природных и сточных вод приобретает более актуальное значение. Коагуляция - слипание частиц коллоидной системы при их столкновении в процессе теплового движения, перемешивания или введении специальных веществ. В результате коагуляции образуются агрегаты - более крупные частицы, состоящие из скопления мелких. Коагуляция сопровождается прогрессирующим укрупнением частиц и уменьшением их общего числа в объеме дисперсионной среды [1-3]. Эффективность коагуляционной очистки зависит от вида коллоидных частиц, их концентрации, степени дисперсности, наличия в сточных водах электролитов и других примесей, величины электрокинетического потенциала. При использовании в качестве коагулянтов солей алюминия и железа в результате реакции гидролиза образуются малорастворимые в воде гидроксиды железа и алюминия, которые сорбируют на разлитой поверхности взвешенные вещества и при благоприятных условиях оседают на дно, образуя осадок.

Цель работы – исследование эффективности очистки сточных вод методом коагуляции и флокуляции.

Задачи исследования:

1. Экспериментально подобрать дозы коагулянта и флокулянта для очистки сточных вод.
2. Оценить эффективность очистки сточных вод с использованием сульфата алюминия и полиакриламида.
3. Вывести уравнение для нахождения оптимальных доз коагулянта и флокулянта.

Объектом исследования являлись сточные воды

предприятия, которое занимается производством декоративной бумаги для мебельной промышленности.

Материалы и методы исследования

Для построения калибровочной зависимости отбирали порции сточной воды с исходной концентрацией 250 мг/дм³ 1,2,3,4,5мл в колбу на 100 см³ и доводили до метки дистиллированной водой. Измеряли оптическую плотность растворов при 540 нм в кювете на 30 мм на фотоэлектрокалориметре КФК-3.

Результаты и их обсуждение

При использовании в качестве коагулянтов солей алюминия и железа в результате реакции гидролиза образуются малорастворимые в воде гидроксиды железа и алюминия, которые сорбируют на развитой поверхности взвешенные вещества и при благоприятных условиях оседают на дно, образуя осадок [4]. Для очистки сточной воды от взвешенных веществ с pH=6,3 использовали коагулянт Al₂(SO₄)₃ с концентрацией 10г/дм³. При проведении коагуляционной очистки сульфатом алюминия оптимальные показатели pH, при которых будет выпадать осадок гидроксида алюминия, составляет 6,5-7. Для такой среды присущи процессы сорбции и агрегирования. Агрегация коллоидных частиц органического и минерального происхождения в хлопья происходит при участии гидроксида алюминия. Если коагуляция будет проходить при pH>7, то качество очистки ухудшится.

Установлено, что с увеличением содержания коагулянта в растворе увеличивается эффективность очистки. Наиболее высокая эффективность очистки наблюдается при содержании коагулянта 1,5г/дм³ (рис.1).

Как известно, скорость осаждения взвешенных частиц может увеличиться при добавлении флокулянта. Использование флокулянта позволяет снизить дозы коагулянта, уменьшить продолжительность процесса и повысить скорость осаждения [5,6]. В качестве флокулянта использовали 0,05% раствор полиакриламида (рис.2).

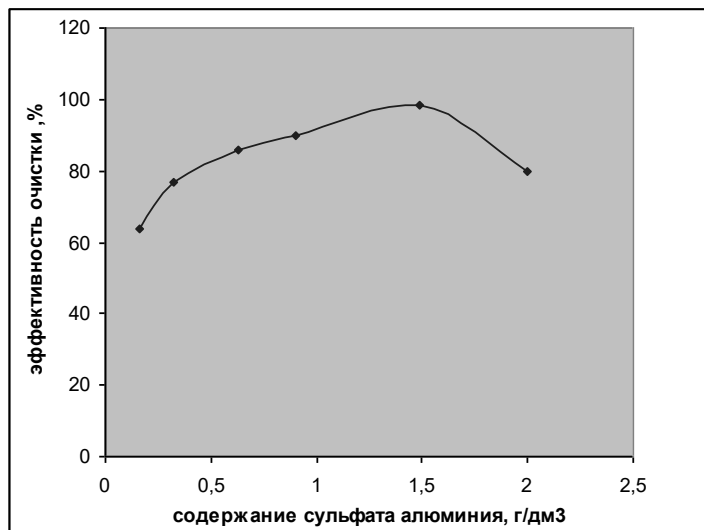


Рис.1 Зависимость эффективности очистки от содержания коагулянта

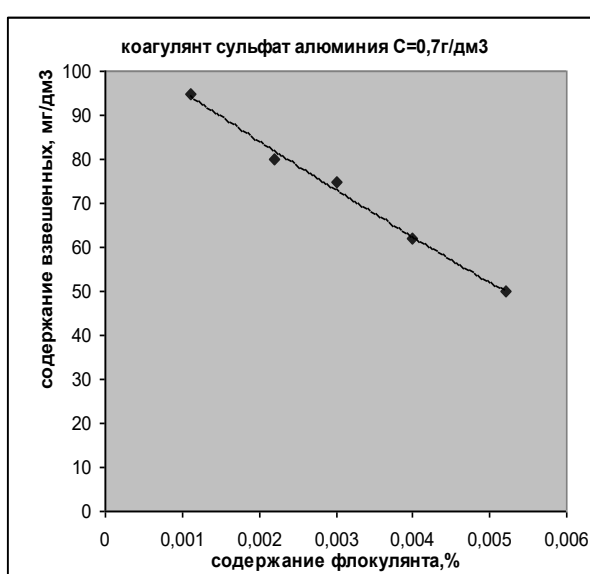
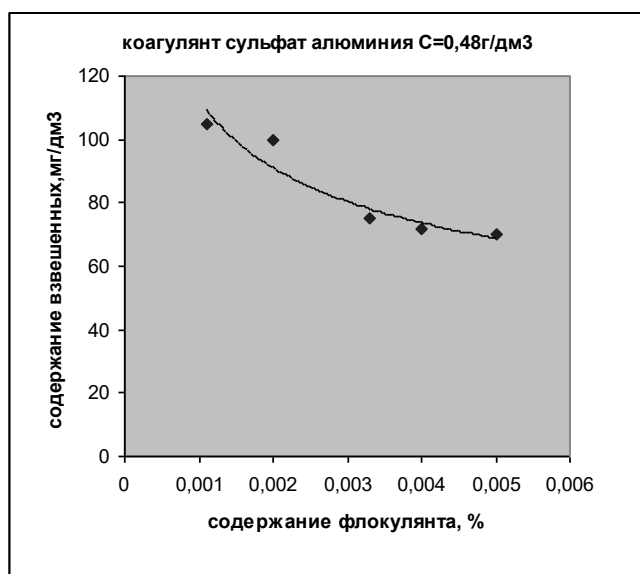


Рис.2 Зависимость содержания взвешенных веществ от содержания флокулянта при концентрации коагулянта 0,48 и 0,7 г/дм³ соответственно

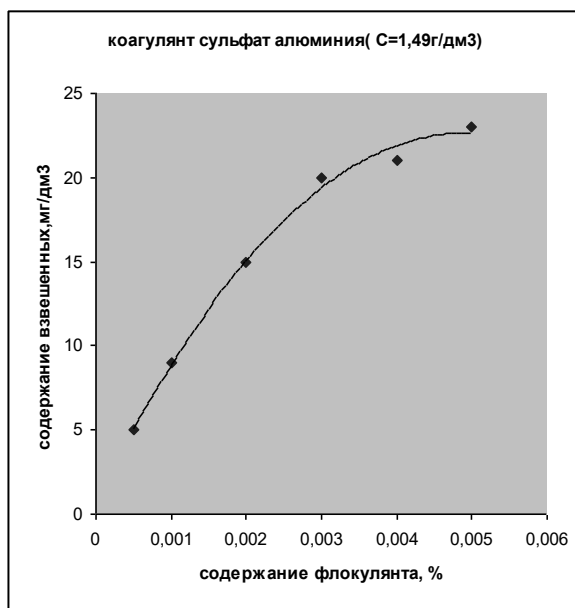
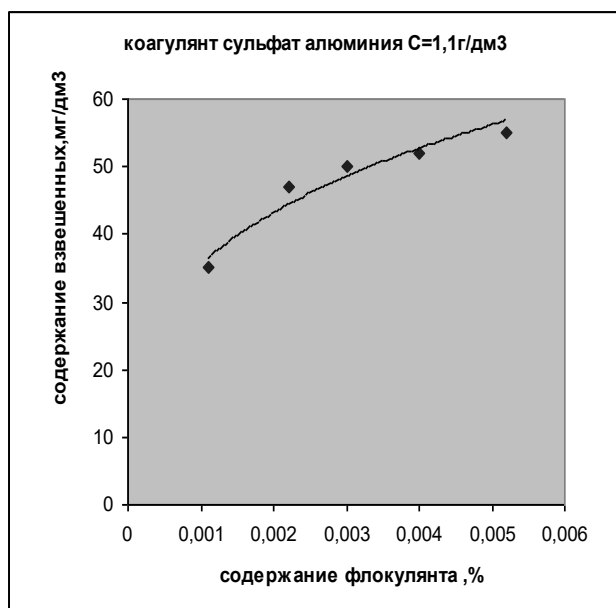


Рис.3. Зависимость содержания взвешенных веществ от содержания флокулянта при концентрации коагулянта 1,1 и 1,48 г/дм³ соответственно.

Флокулянт увеличивает скорость осаждения и приводит к уплотнению осадка. Установлено, что с увеличением содержания флокулянта и коагулянта увеличивается эффективность очистки (рис.3). При наибольшем содержании коагулянта в растворе требуется наименьшее количество флокулянта. Поэтому для оптимизации доз коагулянта и флокулянта проведено математическое планирование эксперимента. Составлена матрица планирования эксперимента: X_1 - содержание коагулянта, г/дм³, X_2 - содержание флокулянта, %, Y - эффективность очистки, %. Граничные условия: содержание коагулянта 0.5-1.5 г/дм³, содержание флокулянта 0,001-0,03%

Получено адекватное эксперименту уравнение регрессии, позволяющее подобрать оптимальные количества коагулянта и флокулянта для очистки воды от взвешенных веществ: $Y = 90 + 8x_1 + 0.5x_2$

Выводы

1. Установлено, что с увеличением содержания коагулянта в растворе увеличивается эффективность очистки.
2. При наибольшем содержании коагулянта в растворе требуется наименьшее количество флокулянта. Использование флокулянта позволяет уменьшить продолжительность процесса очистки и повысить скорость осаждения.

ждения.

3. Рассчитана математическая модель для нахождения оптимальных дозировок коагулянта и флокулянта при очистке сточных вод мебельного предприятия.

Список литературы

1. Аргель: [электронный ресурс] // Очистка цветных вод коагулянтами. URL: <https://www.voda.ru/articles/ochistka-tsvetnyih-vod>, 26.05.2017.
2. Гандурина Л.В. Очистка сточных вод с применением синтетических флокулянтов. – М.: Дар/Водгео, 2007. – 198 с.
3. Гетманцев С.В., Нечаев И.А., Гандурина Л.В. Очистка промышленных сточных вод коагулянтами и флокулянтами. – М., 2008. – 272 с.
4. Месарош М. Барань Ш. Влияние гидродинамических условий на кинетику флокуляции суспензий бентонита катионными полиэлектролитами и прочность образующихся флоккул. – Будапешт, 2010. – 408 с.
5. Небера В.П. Флокуляция минеральных суспензий. – М.: Недра, 1988. – 288 с.
6. Шевченко Т.В., Ульрих Б.В. Модифицированные катионные флокулянты на основе полиакриламида. Экология и промышленность России. – М., 2005.

ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПАРКОВОЙ ЗОНЫ

ШИРИНА ЕЛИЗАВЕТА

Средняя школа №58, 11 класс, г.Ярославль

Городская программа «Открытие»

Научные руководители: Никитина Елена Леонидовна, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и природы ЯГТУ; Калаева Сахиба Зияддиновна, кандидат технических наук, доцент кафедры охраны труда и природы ЯГТУ

Загрязнение атмосферы городов – одна из самых распространенных проблем в настоящее время. Воздух городов наполнен пылью, сажей, аэрозолями, дымом, твердыми частицами и т.д. Основные источники загрязнения атмосферы в городах – автотранспорт и промышленные предприятия. Существуют различные способы выявления и оценки уровня загрязнения окружающей среды. В последние десятилетия экологами все чаще применяется эффективный способ мониторинга состояния воздушной среды — биоиндикация. В качестве биоиндикаторов используются растения, которые типичны для данных условий, имеют высокую численность и наиболее чутко реагируют на загрязнение воздуха. Особый интерес с этой точки зрения представляют деревья. Древесные растения в городских ландшафтах выполняют важнейшие средообразующие и средозащитные функции, связанные с выделением кислорода и фитонцидов, ионизацией воздуха, формированием своеобразного микроклимата, а также играют санитарно-гигиеническую роль, поглощая токсичные газы и накапливая вредные вещества. Зеленые насаждения, произрастающие в городах, испытывают на себе постоянное отрицательное влияние техногенного загрязнения. Наиболее чувствительными к загрязнению окружающей среды органами древесных растений яв-

ляются листья, на которых оседает пыль, а под влиянием различных загрязнителей атмосферы в листьях происходят морфологические изменения (появление асимметрии, уменьшение площади листовой пластины).

В последнее время весьма актуальными являются наблюдения за изменениями состояния окружающей среды, вызванными антропогенными причинами. Система этих наблюдений и прогнозов составляет суть экологического мониторинга. В этих целях все чаще применяется и используется достаточно эффективный и недорогой способ мониторинга среды – биоиндикация, т.е. использование живых организмов для оценки состояния окружающей среды. Последствия загрязнения окружающей среды отражаются на внешнем виде растений.

Целью работы является изучение морфологических изменений листьев древесных пород растений под воздействием антропогенных факторов.

Задачи исследования:

1. Определить кислотное и щелочное воздействие среды на поверхность листьев древесных пород, запыленность, удельную пылеемкость листьев.
2. Оценить класс загрязнения атмосферного воздуха на исследуемом участке.

Материалы и методы исследования

Объектом исследования являлся участок автодороги Северного жилого района г. Ярославля парк Победа на пр-те Дзержинского (трасса наиболее загружена автотранспортом). На исследуемом участке были отобраны листья березы повислой. Образцы листьев березы отбирали на высоте 1,5-2 м с укороченных побегов. Листья собирали в 10 точках на различном расстоянии от автомагистрали. Сбор листьев производился с 10 близко растущих деревьев – по 10 листьев с каждого дерева, всего 100 листьев с одной площадки. Проведение исследования основывалось на методике, утвержденной распоряжением Росэкологии от 16.10.2003 №460-р.

Результаты и их обсуждение

На начальном этапе исследовали кислотное и щелочное воздействие на листья различных пород деревьев, произрастающих в парке Победа на пр. Дзержинского г. Ярославля. Для исследования были приготовлены растворы кислоты и щелочи с pH=2 и 12 соответственно. Время воздействия отмечали по видимым изменениям на поверхности листьев: березы повислой, рябины обыкновенной, клена остролистного, липы сердцевидной, ясеня обыкновенного, тополя пирамидального. Почернение листа от воздействия кислоты и осветление окраски – при воздействии щелочи. В реальных условиях газообразные загрязнители при взаимодействии с водяным паром создают кислую и щелочную среду. Таким образом, наиболее чувствительным к кислотному и щелочному загрязнению являлись листья березы повислой, наименее чувствительным – тополь пирамидальный.

На исследуемом участке автодороги СЖР г. Ярославля в парке Победа на пр-те Дзержинского исследовали степень загрязнения атмосферного воздуха по листьям березы повислой методом флукуирующей асимметрии [1-2]. Установлено, что в районе автотрассы наблюдается критическое состояние, соответствующее 5 классу загрязнения воздуха. Такие значения показателя асимметрии наблюдаются в крайне неблагоприятных условиях, когда растения находятся в сильно угнетенном состоянии. Полученные в ходе практического исследования результаты дают характеристику состояния окружающей среды с опасными нарушениями (табл.1).

Известно, что загрязнение территории вредными веществами зависит от количества выпавших осадков. Для исследования были отобраны листья, произрастающие в парке Победы в июле-августе 2016, на поверхности которых определяли содержание пыли.

Листья (10 шт.) помещали в емкость с водой и интенсивно встряхивали, фильтровали, затем высуши-

вали при $T=100^{\circ}\text{C}$. Полученное значение делили на 10 и получали массу пыли, удерживаемую одним листом (табл. 2).

Листья деревьев обладают разной площадью, поэтому вычисляли удельную пылеемкость листьев. Для этого с помощью миллиметровой бумаги обводили контуры нескольких листьев дерева и определяли среднюю площадь. Среднюю массу удержанной пыли, приходящуюся на 1 лист, делили на среднюю площадь листа и получали удельную пылеемкость листьев на 1 см^2 (табл.3).

Целесообразно отбирать породы таким образом, что одни очищают воздух от вредных газов, другие от пыли. Таким образом, наибольшей пылеемкостью обладает тополь.

Загрязнение окружающей среды тяжелыми металлами приводит к накоплению металлов в растениях, при этом их зольность увеличивается [3]. Золой называют остаток неорганических веществ, получаемый после сжигания и последующего прокалывания остатка до постоянной массы. Зола растений состоит из смеси различных неорганических веществ, находящихся в самом растении, и минеральных примесей, которые могут попасть в сырье при сборе. В золе чаще всего содержатся следующие элементы: K, Na, Mg, Ca, Fe, C, Si, P. Эти элементы находятся в золе в виде оксидов или солей угольной, фосфорной, серной и других кислот (табл. 4).

Установлено, что наибольшее количество загрязняющих веществ наблюдается вблизи автотрассы и большая способность накапливать загрязняющие вещества отмечена на листьях тополя. Растения способны поглощать из окружающей среды в большей или меньшей степени практически все химические элементы [4,5]. Однако с позиции усвоения тяжелых металлов растениями их можно разделить на 2 группы: 1- необходимые в незначительных концентрациях для метаболизма растений (Fe, Cu, Zn, Mn), которые становятся токсичными, если их содержание превышает определенный уровень, 2 – металлы, не участвующие в метаболизме растений (Pb, Cd, Hg), но токсичные даже в очень низких концентрациях. Определено содержание некоторых элементов в золе листьев деревьев, произрастающих у автотрассы (табл.5).

Установлено превышение над допустимыми значениями содержания тяжелых металлов в золе листьев деревьев, произрастающих у автотрассы. Зеленые насаждения за счет задерживающей и поглощающей способности помогают оздоровлению окружающей среды.

Таблица 1. Показатели асимметрии по листьям березы при удалении от автотрассы

Расстояние от автотрассы, м	Показатель асимметрии
1	0,073
10	0,069
100	0,067
200	0,064
300	0,06

Таблица 2. Определение запыленности листьев

Наименование листа	Масса пыли 10 листьев, г				Масса пыли, удерживаемая 1 листом, г
тополь	0,52	0,44	0,48	0,5	0,049
береза	0,25	0,22	0,28	0,3	0,026
липа	0,23	0,26	0,22	0,24	0,024
ясень	0,15	0,11	0,13	0,13	0,013

Таблица 3. Средняя масса удерживаемой пыли (СМУП) листа и удельная пылеемкость (УП) исследуемых листьев

Наименование листа	S ср, см ²	СМУП, мг	УП, мг/см ²
тополь	25,5	49	1,92
береза	14,3	26	1,8
липа	44,6	24	0,54
ясень	32,4	13	0,4

Таблица 4. Содержание золы в листьях древесных пород

Расстояние от автотрассы, м	Содержание золы в пересчете на сухое вещество, %		
	береза	тополь	липа
1	1,54	3,57	2,56
5	1,47	3,44	2,48
10	1,317	3,31	2,42
150	1,256	3,22	2,34
300	1,211	3,08	2,2

Таблица 5 Содержание элементов в золе листьев деревьев

Элемент	Содержание элемента, мг/кг			ПДК, мг/кг (по Прохоровой)
	Береза повислая	Тополь пирамидальный	Ясень обыкновенный	
Fe	519,45	350,9	340,73	300
Zn	156,13	618,5	169,13	150
Mn	49,8	63	51,4	25

Выводы

- Показана роль деревьев в очистке воздуха от выбросов автотранспорта. Деревья являются природными адсорбентами загрязняющих веществ.
- Наибольшая способность накапливать загрязняющие вещества отмечена на листьях тополя. При удалении от автодороги количество загрязняющих веществ уменьшается.
- Автотранспорт угнетает деревья вблизи автодорог, что проявляется в асимметрии листьев и ухудшении качества атмосферного воздуха до критического состояния.
- Установлено превышение содержания тяжелых металлов в листьях деревьев придорожной полосы.

Список использованной литературы

1. Ашихмина Т.Я. Экологический мониторинг. М.: Агар-2006. 416с.
2. Шуберт Р. Биоиндикация загрязнителей наземных экосистем /Под ред. Р. Шуберта. М.: Мир, 1998. 280с.
3. Захаров В.М., Чубинишвили А.Т., Дмитриев С.Г., Баранов А.С. и др. Здоровье среды: практика оценки. М.: Центр экологической политики России, 2000.
4. Горышина Т. К. Экология растений. М.: Высшая школа, 1991. С.310-315.
5. Якушина Э.И. Древесные растения и городская среда. Древесные растения, рекомендуемые для озеленения Москвы. М: Наука, 1990. 160 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

К ЧИТАТЕЛЯМ	3
СЕКЦИЯ ХИМИИ	4
ВАСИЛЬЕВА АННА. ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ НАКОПЛЕНИЯ ФЕНОЛОКИСЛОТ В РАЗЛИЧНЫХ ОРГАНАХ ТАВОЛГИ ВЯЗОЛИСТНОЙ	4
ЛЬВОВА ЛИДИЯ. СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ РАСТВОРИМОГО КОФЕ ТОРГОВОЙ МАРКИ «NESCAFE»	9
КУТУЗОВА АНАСТАСИЯ, ФЕТКУЛЛИНА ЭЛЬМИРА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ЖЕЛЕЗА В ЯБЛОКАХ	14
ЕРМОЛАЕВ АЛЕКСАНДР, КОЛЕСОВА ВИКТОРИЯ. ПОЛЬЗА И ВРЕД ВАРЕНЬЯ ИЗ ШИШЕК СОСНЫ	20
КАПУСТИНА ЕКАТЕРИНА. РАЗРАБОТКА РЕЦЕПТУР ПИЩЕВЫХ МАТРИКСОВ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМИ ПИЩЕВЫМИ ИНГРИДИЕНТАМИ	25
СЕКЦИЯ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ	32
МИРОШНИКОВ ИЛЬЯ. АНАЛИЗ РОЛИ АДВЕНТИВНЫХ ВИДОВ ВО ФЛОРЕ ОТКРЫТЫХ МЕСТ ОКРЕСТНОСТЕЙ ПОСЕЛКА ВАРВАРИНО	32
ФОМИЧЕВА ЕЛИЗАВЕТА. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ ВЫДЕЛЕНИЯ ДНК ИЗ БИОЛОГИЧЕСКИХ СУБСТРАТОВ ЧЕЛОВЕКА	33
ДЕЩЕНКО ЕЛИЗАВЕТА. ИЗУЧЕНИЕ ГЕНОТОКСИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ ЭМИ МОБИЛЬНОГО ТЕЛЕФОНА APPLE IPHONE 5S С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ALLIUM SERA В КАЧЕСТВЕ ТЕСТ-ОБЪЕКТА	36
КОЗЛОВСКИЙ КИРИЛЛ. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ Г. ЧЕРЕПОВЦА ПО СОСТОЯНИЮ ЕГО СНЕГОВОГО ПОКРОВА	38
КОРЖЕНКО НАДЕЖДА, ЧИРОК АЛЕКСАНДР. ПРОБЛЕМА БЕЗНАДЗОРНЫХ СОБАК В ГОРОДСКОЙ СРЕДЕ И ПУТИ ЕЕ РЕШЕНИЯ (НА ПРИМЕРЕ Г. БЕЛГОРОД)	41
МАЗУРЕНКО ПОЛИНА. ИЗМЕНЕНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ П. ХАРП, УСТАНОВЛЕННОГО МЕТОДОМ УЧЕТА ФЛУКТУИРУЮЩЕЙ АСИММЕТРИИ ЛИСТОВОЙ ПЛАСТИНКИ БЕРЕЗЫ ПОВИСЛОЙ, ПО СРАВНЕНИЮ С 2016 Г.	44
КОЧАРЯН ГРЕТА. РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ЛЕСОПОЛОС АДАПТИВНОГО ТИПА	46
СОКОЛОВА АННА. ИССЛЕДОВАНИЕ КАЧЕСТВА ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ ГОРОДА ПРИВОЛЖСКА ИВАНОВСКОЙ ОБЛАСТИ	48
САКОВИЧ АННА. СОСТОЯНИЯ ЛЕСА ВБЛИЗИ П. ХАРП ПО СОСТОЯНИЮ ЕЛИ	50
КОЗЛОВА КСЕНИЯ. ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ПОЙМЕННЫХ ОЗЕР СОРОКИНО И ЛАМХОРО НА ТЕРРИТОРИИ ФЕДЕРАЛЬНОГО ЗАКАЗНИКА «КЛЯЗЬМИНСКИЙ» МЕТОДАМИ БИОИНДИКАЦИИ	51
ФРАНЦЕВА МАРИЯ. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУШНОГО БАССЕЙНА ГОРОДА РЫБИНСКА И РЫБИНСКОГО РАЙОНА С ПОМОЩЬЮ РАЗЛИЧНЫХ МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ	54
СПЕСИВЦЕВА ПОЛИНА. ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ ПОКРОВА ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ И ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ ОЗЕРА УЛЬЯНОВСКОЕ	56
АЛИЕВ НАРИМАН. ОЧИСТКА ВОДЫ ОТ НЕФТЕПРОДУКТОВ С ПОМОЩЬЮ МАГНИТНОЙ ЖИДКОСТИ	60
ЗАХАРОВА АННА. ИЗУЧЕНИЯ СТЕПЕНИ ОЧИСТКИ ВОДЫ ОТ МОЮЩИХ СРЕДСТВ ПРИРОДНЫМИ ФИЛЬТРАМИ ..	63
КОРШУНОВА ЕКАТЕРИНА. ОПРЕДЕЛЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАСТВОРЕННОГО КИСЛОРОДА В ПРИРОДНОЙ ВОДЕ	65
ТЕПЛОВ ТИМОФЕЙ. ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД ОТ ВЗВЕШЕННЫХ ВЕЩЕСТВ	67
ШИРИНА ЕЛИЗАВЕТА. ОЦЕНКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПАРКОВОЙ ЗОНЫ	69

Материалы конференции. Естественно-научные исследования школьников

Технический редактор, макетирование – О.Г.Левина

Тираж 200 экз.

Отпечатано в типографии ООО «ВЕРШИНА-ЭКСПО». г.Ярославль