
ИНСТИТУТ ЕСТЕСТВЕННЫХ НАУК

Г. М. Абдуллина, гр. ОАБ-04.03.01 – 32ф
Научный руководитель — И. С. Черепанов

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ УГЛЕВОДОВ D-РЯДА С ЗАМЕЩЕННЫМИ АРОМАТИЧЕСКИМИ АМИНАМИ В РЕАКЦИЯХ АМАДОРИ И МАЙЛАРДА

Амино-карбонильные реакции, предполагающие конденсацию альдегидов или кетонов с реагентами, содержащими активную аминогруппу, являются одними из наиболее важных процессов в живой природе. Среди них особо выделяется реакция Майларда, субстратами которой являются восстанавливающие углеводы, активно реагирующие с органическими аминами и аминокислотами, при этом последовательно образуются N-гликозиламины, дезоксиаминокетозы, ряд других побочных продуктов и в конечном итоге высокомолекулярные окрашенные вещества – меланоидины, биологический потенциал которых изучается давно, но закономерности их образования в реакциях выяснены еще в незначительной степени.

Реакция Майларда в классическом варианте предполагает конденсацию ряда углеводов с различными аминокислотами, в то время как процессы взаимодействия восстанавливающих сахаров с аминами изучены в меньшей степени, при этом, например, для продуктов, образующихся в реакциях с участием аминаминокислот, отмечается антикоагуляционная активность гепариноподобного действия. В связи с этим нами были изучены реакции D-глюкозы с ароматическими аминами, содержащими донорные (*n*-толуидин) и акцепторные (*m*- и *p*-аминобензойные кислоты) заместители, корреляция активности в изучаемых процессах которых обеспечивается σ_n , σ_m и σ_p - константами соответственно.

Синтез соединений проводили прямой конденсацией D-глюкозы с замещенными ароматическими аминами в 96 % этаноле в эквимолярном соотношении углевода и амина, продукты реакций – соответствующие N-гликозиламины — выделяли, очищали, высушивали и идентифицировали. Для синтеза N-*n*-карбоксифенил-β-D-глюкопиранозиламина в качестве катализатора использовали уксусную кислоту, реакцию проводили при 75 °C в течение 70 мин. После перекристаллизации из спиртово-эфирной смеси и промывания диэтиловым эфиром продукт был выделен в чистом виде с выходом 68 %. Для синтеза N-*m*-карбоксифенил-β-D-глюкопиранозиламина и N-*n*-толил-β-D-глюкопиранозиламина добавления катализатора не требовалось, реакция проводилась при 60 и 40 °C соответственно в течение 2 часов, после промывания диэтиловым эфиром и высушивания соединения выделены с выходом 70–75 %. Третий продукт также получили перемешиванием реакционной смеси в течение 5 часов при комнатной температуре в присутствии уксусной кислоты с выходом 61 %. Синтезированные N-гликозиламины представляют собой белые кристаллические вещества, умеренно растворимые в воде, незначительно растворимые в этаноле, практически нерастворимые в эфире.

Электронные спектры продуктов синтеза имеют максимумы поглощения в области $\lambda=300-330$ нм; отнесение характеристических частот в ИК-спектрах также позволяет подтвердить структуру целевых продуктов. В ряду *n*-толуидин – *m*-аминобензойная кислота – *p*-аминобензойная кислота реакционная способность, оцениваемая продолжительностью гликозирования, закономерно снижается симбатно изменению нуклеофильности аминов, которая в данном случае прямо коррелирует с их основностью; та же закономерность справедлива и для последующих стадий.

Вторым этапом работы было изучение поведения синтезированных аминоконъюгатов на следующей стадии реакции Майларда, а именно стадии образования продуктов перегруппировки Амадори (ППА); последняя представляет собой кислотно-каталитическую изомеризацию N-гликозиламинов в аминодезоксикетозы. Реакция проводилась при более высоких температурах и продолжительности перемешивания. Полученные в результате первых синтезов N-гликозиламины нагревали при 90 °C в течение 0,5–1 ч. В спиртовом растворе в присутствии кислот-

ного катализатора после добавления эфира при охлаждении выпадают кристаллы ППА. В кристаллическом состоянии выделен и идентифицирован по температуре плавления и ИК-спектру известный ранее продукт перегруппировки *N-n*-толил- β -*D*-глюкопиранозиламина — 1-дезоксид-1-*n*-толуидино-*D*-фруктоза. Продукты изомеризации слабоосновных *N*-гликозиламинов с карбоксифенильными агликонами в свободном виде из этанольных растворов в чистом виде выделяются значительно труднее.

Для всех трех аминов отмечено интенсивное мелаидинообразование при продолжительном нагревании с *D*-глюкозой в спиртовых растворах в условиях кислотного катализа, при этом активность в реакциях, оцениваемая по спектрофотометрически контролируемой интенсивности окрашивания, также максимальная для *n*-толуидина, что вновь можно связать с его более высокой основностью, облегчающей ряд стадий превращения ППА в меланоидины, в том числе дезаминирование.

А. О. Аверькова, гр. 22-31

Научный руководитель — Е. А. Рублёва

МЕДИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ В ГИС «MAPINFO»

Медико-географические карты отображают распространение, динамику заболеваний, их связи с природными, социально-экономическими, экологическими условиями и в значительной степени позволяют влиять на планы развития отдельных регионов, учитывающие необходимость сохранения и укрепления здоровья населения.

Разработка медико-географических карт актуальна как для отображения результатов исследований, так и для регионального анализа и содержательной интерпретации составленных карт с целью получения новых знаний и сведений о здоровье населения. Исследования выполнены на примере Удмуртской Республики.

Медико-географическими разработками пользуются медресотники разного профиля, географы, проектировщики-градостроители и другие специалисты по конструированию среды обитания людей.

Работа направлена на создание и анализ тематических нозогеографических карт на территории Удмуртии.

Значимость практической работы непосредственно связана с решением самой главной задачи общества — укрепления и улучшения здоровья населения. Составленные оригиналы карт отражают современное состояние здоровья населения Удмуртской Республики в территориальном аспекте. Они базируются на достоверных данных медицинской статистики. Данные карты будут использованы при составлении Медико-демографического атласа Удмуртской Республики. Атлас будет полезен как для студентов медицинских и географических специальностей, так и для руководителей органов государственной власти, от которых зависит решение проблем в области здоровья населения и качества медицинского обслуживания.

География медицинская — отрасль географии и медицины, изучающая влияние природных, хозяйственных и социальных условий различных территорий на здоровье населяющих их людей. Основная цель медицинской географии — содействовать улучшению среды обитания людей для достижения наиболее высокого уровня здоровья населения.

В России выделяют следующие разделы медицинской географии: медицинское ландшафтоведение, медицинское страноведение, нозогеография (география болезней) и картографическая медицинская география.

Медико-географическое картографирование — одно из наиболее рано оформившихся направлений современного экологического картографирования. Его основы были заложены еще в 60-е гг. XX в. Медико-географические карты отображают:

- состояние и качество окружающей среды, проявляющиеся в неблагоприятном влиянии на здоровье населения;

- географические (природные, социально-бытовые и производственные) предпосылки болезней человека, свойственные природным и производственным территориальным комплексам, их сочетания и условия проявления;
- природные лечебные ресурсы и возможности их рационального использования.

Основной предмет медико-географического картографирования — факторы среды, как позитивно, так и негативно влияющие на здоровье человека. Карты, представляющие факторы среды или результаты их воздействия (патологии), могут быть отнесены к разным группам медико-географической классификации:

- собственно медико-географические карты и близкие к ним по содержанию оценочные карты окружающей среды, отображающие природные и социальные предпосылки болезней;
- нозогеографические карты, характеризующие фактическое распространение болезней;
- карты здоровья населения.

Для составления тематических карт использованы статистические материалы РМИАЦ (Республиканского медицинского информационно-аналитического центра) с 1990 по 2015 годы. В MapInfo тематические карты создаются путем присвоения графическим объектам на карте цветов, штриховок и типов символов в зависимости от того, какое значение соответствует им в таблице. Столбчатые и круговые диаграммы позволяют сравнивать несколько видов данных одновременно.

Медико-географический атлас — систематическое собрание органически связанных между собой и дополняющих друг друга медико-географических карт. По территориальному охвату выделяют атласы мира, отдельных континентов, государств, краев и областей.

Особый тип картографического произведения — медико-географические разделы комплексных региональных атласов.

В ходе работы созданы карты: рождаемость, смертность, естественный прирост, младенческая смертность, смертность населения трудоспособного возраста, смертность от болезней системы кровообращения, смертность от болезней органов дыхания, смертность от злокачественных новообразований, смертность от болезней органов пищеварения, смертность населения от инфекционных и паразитарных болезней, смертность населения от несчастных случаев, отравлений и травм, смертность населения от суицида.

Карты наглядно дают информацию о динамике рождаемости, смертности, естественного прироста и т. д. По карте рождаемости видно, что максимальная рождаемость в 2015 году наблюдалась в Селтинском (17,6) и Увинском (17) районах. Динамика рождаемости через 5 лет показывает, что после 1990 года идет резкий спад рождаемости во всех районах. Это связано с нестабильной обстановкой в стране. Рождаемость начала увеличиваться в 2010 году благодаря материнскому капиталу — форме государственной поддержки российских семей. В 2015 году идет спад рождаемости, кроме Завьяловского района и города Ижевска.

В 1990 году уровень смертности во всех районах низкий. Затем идет рост смертности по 2005 год. За 2005 год почти во всех районах наступает пик смертности, особенно в Камбарском, Сюмсинском, Кизнерском и Глазовском. Начиная с 2010 года наблюдается спад смертности, кроме Дебёского, Ярского, Красногорского, Сюмсинского и Селтинского районов.

В Ярском, Сюмсинском, Красногорском и Камбарском районах в 2015 году зафиксирована самая высокая смертность. Основными причинами в этих районах выделены болезни системы кровообращения, а в Красногорском и Камбарском районах самое большое количество смертей от злокачественных новообразований. В Юкаменском, Красногорском, Селтинском, Сюмсинском, Граховском и Киясовском районах одними из причин смертности являются несчастные случаи, травмы и отравления.

Высокая младенческая смертность обнаружена в Ярском, Сюмсинском, Вавожском, Якшур-Бодьинском и Малопургинском районах. Особенно выделяется Сюмсинский район, уровень младенческой смертности которого составляет 21,5 на 1000 родившихся. В Кизнерском, Граховском и Каракулинском районах отсутствует младенческая смертность.

На карте прослеживается, что в Красногорском, Якшур-Бодьинском и Граховском районах, самая высокая смертность населения трудоспособного возраста.

Максимальная положительная динамика естественного прироста наблюдается в Завьяловском, Шарканском, Селтинском, Увинском и Малопургинском районах, а отрицательная динамика естественного прироста — в Глазовском, Ярском, Юкаменском, Камбарском, Красногорском, Граховском районах и городе Глазове. Можно отметить, что пик положительного естественного прироста в 2012 году был почти во всех районах.

При анализе рождаемости и смертности за 2015 год можно увидеть, что в Глазовском, Ярском и Юкаменском районах самая высокая смертность, самая низкая рождаемость и отрицательная динамика естественного прироста. В Завьяловском районе и городе Ижевске преобладают высокая рождаемость и низкая смертность и наблюдается положительная динамика естественного прироста. Интересные результаты получились в Селтинском, Сюзьминском, Кизнерском, Киясовском, Каракулинском и Дебёссском районах. В них высокая рождаемость и высокая смертность.

Тематическое и комплексное медико-географическое картографирование правомерно признать базой, на которой формируются современное медико-экологическое мировоззрение и пространственный анализ ситуаций. Медико-географическое картографирование создало условия для развития нового направления — медико-экологического картографирования.

А. И. Авакумова, гр. ОАБ-19.03.01-41

Научные руководители — О. Ю. Нестерова, А. К. Барсуков

КОНСТРУИРОВАНИЕ ЭКРАНИРУЮЩИХ МАТРИЦ НА ОСНОВЕ СОВИАЛЯ ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ТЕРМОРЕЗИСТЕНТНОСТИ ОЧИЩЕННЫХ ФОРМ IgG КРС

Вирусинфицирующие свойства биопрепаратов, производство которых базируется на фракционировании безопасной донорской плазмы крови, рассматривается ВОЗ как научная и научно-техническая проблема международной фармбиоиндустрии. Исследования и разработки, нацеленные на формирование оптимальной комбинации скрининговых тестов с целью формирования вирусбезопасной реакторной закладки, к 2016 году приобрели малоинформативный характер [1, 2, 4]. По нашему мнению, наиболее перспективной является разработка методов-методологий-стадий, обеспечивающих дезактивацию инфекционных агентов в процессе технологии производства иммуноглобулиновых биопрепаратов [1, 3].

Одним из направлений развития ресурсосберегающих технологий может быть пастеризация полупродуктов IgG, которую в принципе выполнить невозможно из-за эффекта желирования, обусловленного гидрофобными свойствами целевого белка [5].

С учетом изложенного изучалась возможность модификации совиала (сополимер винилпирролидона с диацеталем акролеина) аминокислотами глицином или лизином. Формирование комплекса совиала с аминокислотами осуществляли за счет образования азометиновых связей. Инкубационную среду готовили из расчета эквивалентных соотношений реагирующих группировок сополимера и аминокислот. Нативную форму IgG выделяли из плазмы крови КРС осаждением ПЭГ и последующим фракционированием γ -глобулинов с помощью жидкостной хроматографии низкого давления в колоночном варианте.

В экспериментах апробирована терморезистентность модельных систем, представленных количественными соотношениями IgG/модифицированный совиаль, соответственно, 10/1, 10/5 и 1/1. Время экспозиции при 60 °C составило 10 часов. Расслоение растворов экспериментальных образцов IgG, в т. ч. повышение вязкости их растворов свидетельствует о невозможности использования синтезированных стабилизаторов для обеспечения стадии пастеризации иммуноглобулиновых биопрепаратов.

Необходимо в дальнейшем при планировании и выполнении исследований в рамках данного направления изучить возможность введения в состав совиала биоорганических соединений с электростатическими или гидрофобными свойствами. Возможно также обеспечение иницирующего экранирования за счет подбора рН инкубационной среды.

Список литературы

1. Панов В. П. Принципы обеспечения вирусной безопасности продуктов крови / В. П. Панов / Химико-фармацевтический журнал. Т. 38. № 3. 2004. С. 39–47.
2. Balint, R. F. Antibody engineering by parsimonious mutagenesis. *Gene*, 1993. No. 137. Pp. 109–118.
3. Directive 2002/98/EC of the European Parliament and of the Council of 27.01.2003 setting standards of quality and safety for the collection, testing, processing, storage and distribution of human blood and blood components and amending.
4. Guidance on plasma-derived medicinal products. European Medicines Agency. EMA/CHMP/BWP/706271/2010.; *Screening donated blood for transfusion-transmissible infections. WHO Recommendation 2010.*
5. Naessens, J. Cross-reactivity of workshop antibodies with cells from domestic and wild ruminants. *Veterinary immunology and immunopathology*. 1993. Vol. 39. Pp. 283–290.

А. А. Ахметвалеева, гр. ОАБ-06.03.01-32з
Научный руководитель — Ю. А. Тюлькин

ТЕХНОГЕННАЯ СМЕРТНОСТЬ КАК ИСТОЧНИК СВЕДЕНИЙ ПО ДЕМОГРАФИИ И БИОЛОГИИ СЕРОЙ ЖАБЫ (*Bufo bufo L.*)

Серая жаба – один из наиболее обычных и широко распространенных видов бесхвостых амфибий Удмуртской Республики. Несмотря на выраженные адаптации к жизни на суше, жабы, как и другие земноводные, безусловно, нуждаются в хорошо прогреваемом солнечными лучами неглубоком нерестовом водоеме с развитой водной растительностью. С другой стороны, для успешной зимовки им абсолютно необходимы надежные подземные убежища. Самая драматичная ситуация возникает, когда между нерестовой и зимовальной стадиями амфибий проходит оживленная автомагистраль. Высокий уровень смертности животных под колесами транспорта в период весенних миграций может привести к катастрофическому снижению численности таких популяций. В европейских странах эта экологическая проблема давно и успешно решается созданием специальных тоннелей для лягушек и жаб под оживленными автострадами.

Мы решили оценить величину техногенной смертности серых жаб на участке дороги, ведущей к Ботаническому саду УдГУ и расположенным рядом с ним садово-огородным массивам («Янтарь», «Виктория» и пр.). Эта дорога разделяет массив смешанного леса, где амфибии находят зимние убежища, и небольшой пруд, который они используют в качестве нерестилища. Протяженность контролируемого нами участка дороги составляет около 540 м при ширине дорожного полотна — 4 м (площадь – 0,22 га).

В период с 25 апреля по 15 мая 2015 г. дважды в сутки (утром и вечером) на этом участке дороги мы подсчитывали серых жаб, погибших за предшествующий период суток под колесами автомобилей. Всего было обнаружено 1164 погибших особи, причем более 78 % из них погибли в период наиболее интенсивной миграции – с 30 апреля по 5 мая. Эти даты, в свою очередь, характеризовались наиболее высокими температурами воздуха (20–25 °С). Резкое похолодание (с 25 до 13 °С), начавшееся 5 мая, привело к значительному снижению интенсивности нерестовых миграций серых жаб и более чем 10-кратному уменьшению количества погибших животных. Новое повышение температуры воздуха, наблюдавшееся с 11 мая, не привело к заметному увеличению численности жаб на дороге, поскольку нерестовые миграции к этому времени уже завершились.

Наши данные о численности погибших на дороге особей свидетельствуют о круглосуточной активности серых жаб в период нерестовых миграций, однако показатели смертности жаб в ночное время практически всегда были выше дневных (наиболее значительная разница наблюдалась 30 апреля и 5 мая – в 13 и в 18 раз соответственно), несмотря на меньшее количество проезжающего в это время суток автотранспорта. Это подтверждает преобладающе ночной характер миграционной активности серых жаб.

Для оценки величины техногенной смертности в исследуемой популяции серых жаб, мы провели определение их численности с применением стандартного метода площадочного учета. На берегах ручья выше и ниже пруда были заложены четыре площадки по 100 кв. м каждая (суммарная площадь – 0,04 га), которые также посещались дважды в день.

В результате площадочных учетов плотность обследованной популяции серой жабы составила 2675 особей/га. В то же время расчет показывает, что на 1 га дорожного полотна погибает в два раза большее количество жаб – до 5296 особей. Таким образом, техногенная смертность в период нерестовых миграций в данной популяции имеет огромную величину и, безусловно, определяюще влияет на ее численность.

Е. Беляева, Н. Валиева, А. Касимова, А. Логинова, Я. Романова, гр. ОАБ-19.03.01-31
Научные руководители — Е. А. Макарова, О. Ю. Нестерова, А. К. Барсуков

МНОГОЦЕЛЕВАЯ МОДИФИКАЦИЯ СОВИАЛЯ БИООРГАНИЧЕСКИМИ СОЕДИНЕНИЯМИ С ПРОТИВОМИКРОБНЫМИ И СТАБИЛИЗИРУЮЩИМИ СВОЙСТВАМИ

Исследования и разработки направлены на решение широкого круга проблем, обусловленных совершенствованием медико-биологических и производственных стандартов в области фармацевтической биоиндустрии [1, 2]. Пролонгирующие свойства, устранение токсичности, целенаправленный транспорт и повышение стабильности действующего начала достигается, в частности, за счет конъюгирования низкомолекулярных биоорганических соединений с макромолекулярной сополимерной матрицей [3, 4].

В первой серии исследований оценивали эффективность кислотного гидролиза совиала, сопоставляя результаты вычислительных экспериментов с результатами инфракрасной спектроскопии, титрования альдегидных групп и степенью модификации альдегидных групп за счет наличия аминогрупп в составе низкомолекулярных соединений. Установлено, что в состав совиала, в зависимости от природы биоорганики, модификаторы включаются в процентном соотношении в пределах 77–92.

Очевидно, что состав инкубационной среды, необходимый для формирования азометиновых связей, должен иметь различные значения pH для депротонирования аминогрупп, собственных модифицирующей биоорганике. Для перевода азометиновых связей в прочные ковалентные использовали боргидрид натрия. Таким образом, нами получены нанохимерные структуры с регулируемым составом активных альдегидных групп, или их нейтральных производных, или реакционно-способных сополимерных комплексов. Получение сополимерных комплексов с регулируемым моль % альдегидных групп за счет азометиновой сшивки позволяет планировать и выполнять научно-технические разработки по указанным ранее направлениям целесообразного развития биоиндустрии.

Методология выполненных исследований соответствует принципам масштабирования. В частности, эксклюзионная хроматография использовалась нами в режиме гель-фильтрации, что позволяет использовать ультрадильтрацию в промышленном варианте. Результаты ИК-спектроскопии адаптированы нами на контролирование процесса с помощью спектрофотометрии в ультрафиолетовой области. Созданы приборно-методические предпосылки для анализа массовых соотношений модификатор – сополимер в составе конъюгата без использования дорогостоящей исследовательской техники.

Список литературы

1. Ивонин А. Г. Направленный транспорт лекарственных препаратов: современное состояние и перспективы // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2012. № 9.
2. Северин Е. С. Проблемы и перспективы современной противоопухолевой терапии / Е. С. Северин, А. В. Родина // Успехи биологической химии. 2006. Т. 46. С. 43–64.

3. Стрекалова О. С. Фосфолипидные наночастицы: получение, характеристика, использование для транспорта лекарств в организме: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М.: ИБМХ РАМН, 2010. 24 с.
4. Чазов Е. И. Направленный транспорт лекарств: проблемы и перспективы / Е. И. Чазов, В. Н. Смирнов, В. П. Торчилин // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д. И. Менделеева. 1987. Т. 32. № 5. С. 485–487.

*А. Р. Газизянова, гр. 04.05.01-41
Научный руководитель — С. П. Чернова*

СОЗДАНИЕ ОБРАЗЦОВ-ИМИТАТОРОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ НИТРАТ-ИОНОВ С ПОМОЩЬЮ ИОНОСЕЛЕКТИВНОГО ЭЛЕКТРОДА

Осуществление контроля за состоянием окружающей среды является важной задачей, которая стоит перед экоаналитическими лабораториями. Одним из важнейших показателей качества воды является содержание нитрат-ионов. Повышенное содержание данных ионов нежелательно, так как оно является потенциально опасным для здоровья людей.

Нитрат-ионы присутствуют в водах различного вида: природных, питьевых, минеральных питьевых, лечебных, лечебно-столовых, природных столовых. Для измерения содержания нитрат-ионов в воде можно применить: фотометрический, колориметрический, флуориметрический, кондуктометрический, потенциометрический и другие методы. Наиболее удобный метод – потенциометрический. Согласно литературным данным, к наиболее известным задачам потенциометрического метода, которые могут быть решены с помощью ионоселективного электрода, относится определение содержания азота в воде в нитратной форме.

Точность полученных результатов измерений можно оценить с помощью образцов для контроля. Образец для контроля — это некоторый референтный материал, который по своим физическим и химическим свойствам должен быть как можно ближе к анализируемому объекту. Одним из видов таких образцов являются образцы — имитаторы состава объекта.

Цель исследования заключалась в создании образцов — имитаторов содержания нитрат-ионов в воде и установлении их метрологических характеристик.

Для определения содержания нитрат-ионов потенциометрическим методом использовали ионоселективный пленочный электрод марки ЭЛИС-121NO₃, хлорсеребряный электрод сравнения марки ЭСр-10101, мультитест ИПЛ-301 и нитратомер ИТ-1201.

Те или иные показатели качества воды определяются по нормативным документам на методику измерений. В данном исследовании использовали нормативный документ ГОСТ 23268.9-78.

Предварительно был проведен статистический эксперимент, и было установлено, что в присутствии различных количеств хлорид-ионов при устранении их мешающего влияния с помощью ионоселективного электрода возможно определять нитрат-ионы в концентрациях менее 10 мг/дм³.

На втором этапе работы приготовлены сухие смеси, содержащие NO₃⁻, Cl⁻, SO₄²⁻-ионы. Концентрация NO₃⁻-ионов выбиралась ниже 10 мг/дм³. Первая смесь помимо нитрат-ионов содержала 250,0 мг/дм³ хлорид-ионов, а вторая смесь — 1200,0 мг/дм³.

Оценена однородность данных смесей. Характеристику однородности дисперсного материала оценивали способом, основанным на многократных измерениях содержания аттестуемого компонента в нескольких пробах, отобранных случайным образом от всего материала образца, с последующей обработкой результатов по схеме однофакторного дисперсионного анализа.

Установлено, что повышение концентрации хлорида натрия приводит к увеличению ионной силы раствора, что, в свою очередь, стабилизирует ее значения, и поэтому измерения характеризуются более высокой точностью для второго образца. Определены аттестованное значение и погрешность аттестованного значения, которая является количественной мерой точности результатов измерений.

Л. В. Георгиева, гр. ОАБ-19.03.01-41

Научные руководители — А. К. Барсуков, О. В. Кожевникова

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИДЕЦИЛМЕТИЛАММОНИЙ ХЛОРИДА В ПОСТАДИЙНОМ СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ПРЕПАРАТА «ИММУНОВЕТ»

Фармацевтические биопрепараты из плазмы крови в медицине и ветеринарии относятся к жизненно важной и необходимой категории лекарственных средств. Разработка чувствительных методов индикации вирусных агентов в составе донорских кроводач и использование их при формировании реакторной закладки не позволяют достичь надлежащего уровня инфекционной безопасности лекарственных биопрепаратов. В настоящее время наличие вирусинфицирующих свойств гемостатических, иммуноглобулиновых и альбуминовых биопрепаратов плазмы рассматривается ВОЗ как актуальная научная и научно-техническая проблема международного уровня значимости [2].

С учетом изложенного были выполнены эксперименты в рамках создания научно-технического задела для:

- обеспечения возможности заготовки крови, ее сепарирования в нестерильных помещениях в составе категорийных объектов, не лицензированных на производство лекарственных средств;
- подбора условий для инактивации контаминирующей микрофлоры в составе образцов плазмы крови, предназначенных для производства фармацевтических биопрепаратов, в т. ч. для транспортировки производных плазмы в форме полуфабрикатов без использования холодной цепи;
- изучения влияния белок-денатурирующих концентраций дезинфектантов на электрофоретически гомогенную и хроматографически мономерную форму IgG.

Согласно полученным результатам, четвертичные соли аммония в составе плазмы крови обладают инактивирующим действием на сопутствующую микробную контаминацию [4]. При этом инкубирование в присутствии белок-денатурирующих концентраций дезинфектанта обеспечивает «осадочную денатурацию белков» в объеме до 40 %. В дальнейшей серии экспериментов использовали исследовательские подходы для перевода плазмы по мере сепарирования крови во фракции (полуфабрикаты), обладающие бактерицидным эффектом и инактивирующие активность протеаз [1, 3, 4, 5]. Предварительные данные свидетельствуют, что лабораторные образцы иммуноглобулиновых полуфабрикатов остаются стерильными в течение всего срока наблюдений (40 дней) при температуре 30–37 °С. Состав инкубационной среды в модельных системах практически сразу же ингибирует активность трипсина. Извлекаемость белка из состава полуфабрикатов лежит в пределах 67 %.

Полагаем целесообразным дальнейшее планирование и выполнение исследований в данном направлении. Надеемся, что через 10–15 лет (стандартный срок инновационно-технологического цикла, действующего в фарминдустрии) результаты последующих исследований позволят:

- создать технологию производства полуфабрикатов для повышения инфекционной безопасности всех стадий производства фармацевтических биопрепаратов плазмы крови;
- создать технологию промышленного фракционирования полуфабрикатов для обеспечения надлежащего уровня инфекционной и биологической безопасности биотерапевтических лекарственных средств.

Список литературы

1. Препараты, полученные из крови человека и животных, в аспекте показателей качества, эффективности и безопасности / М. В. Супотницкий, А. А. Елапов, И. В. Борисевич, Э. Ю. Кудашева, В. И. Климов, Е. В. Лебединская, Л. В. Корсун, Е. В. Горбунова, В. Г. Слободян, В. А. Меркулов, Ю. В. Олефир // Биопрепараты. 2015. №3 (55). С. 33–45.
2. Принципы обеспечения вирусной безопасности продуктов крови / В. П. Панов // Химико-фармацевтический журнал. Т. 38. №3(2004). С. 39–47.

3. Прозоркина Н. В., Рубашкина Л. А. Основы микробиологии, вирусологии и иммунологии. Ростов-на-Дону: «Феникс», 2002. С. 135.
4. Chojecka A, Wiercińska O, Röhm-Rodowald E, Kanclerski K, Jakimiak B. Effect of adaptation process of *Pseudomonas aeruginosa* to didecyldimethylammonium chloride in 2-propanol on bactericidal efficiency of this active substance. *Roczniki Państwowego Zakładu Higieny*, 2014. No. 65(4), Pp. 359–64.
5. Fey H., Pfister H. Methods of isolation, Purification and Quantitation of bovine immunoglobulins. *Zbl. Vet. Med. B.* 1976. No. 23. Pp. 277–280.

А. Ф. Дюкина, гр. ОАБ-05.03.02-41
Научный руководитель — А. Л. Лекомцев

МАЯТНИКОВАЯ МИГРАЦИЯ МЕЖДУ Г. ИЖЕВСКОМ И НАСЕЛЕННЫМИ ПУНКТАМИ ЗАВЬЯЛОВСКОГО РАЙОНА

Маятниковая миграция – это регулярное перемещение населения из одного населенного пункта (места жительства) в другой – на работу или учебу и обратно. Это очень интересный и довольно сложный в изучении объект исследования, который связан с различными сферами научных исследований: экономикой, урбанизацией, демографией, географией транспорта и т. д. От миграционных процессов зависит динамика численности населения, а также меняется и структура расселения населения, что оказывает влияние на эффективность использования труда и капитала.

Изучение маятниковой миграции является необходимым, поскольку она может оказывать не только положительный эффект (регулировать численность населения города, оптимально и гибко в пространстве и времени соединять труд и капитал), но может и создавать проблемы (конфликт в развитии центра и периферии территории). Поэтому наиболее актуально и важно изучение динамики и структуры данного процесса для создания обоснованных решений в сфере регионального управления. Рассмотрим маятниковую трудовую миграцию в Удмуртии на примере Завьяловского района, окружающего город Ижевск.

Завьяловский район расположен в центральной части Удмуртской Республики и имеет выгодное экономическое положение. Район связан со всеми другими районами транспортным сообщением. Территория экономически развита. Имеются тесные экономические связи с городом.

Население Завьяловского района на 1 января 2015 года составило 68851 человек, которое проживает на территории 19 муниципальных образований в 126 населенных пунктах. Население в районе размещено крайне неравномерно. Средняя плотность населения на 1 января 2015 год составила 31 чел./км². Наибольшая плотность населения зафиксирована в Октябрьском с/п (651 чел./км²), Хохряковском с/п (452 чел./км²), Первомайском с/п (103 чел./км²), Завьяловском с/п (94 чел./км²) — т. е., в муниципальных образованиях, располагающихся в приграничной зоне города Ижевска. Наименьшая плотность населения наблюдается в Гольянском с/п (8 чел./км²), Бабинском, Подшиваловском и Люкском с/п (по 11 чел./км²) — т. е. в поселениях, располагающихся в периферийной зоне района.

Благодаря своему соседскому положению с городом Ижевском Завьяловский район имеет тесные интенсивные межпоселенческие трудовые связи с ним. По данным центра занятости населения на 1 января 2014 года в г. Ижевске работают 20978 человек, что составляет 54,2 % от числа работающих, включая работающих пенсионеров и подростков, или 30,1 % от общего числа жителей. Таким образом, в столице республики трудится 541 рабочий на каждую 1000 человек занятых в экономике. Если рассмотреть интенсивность связей в разрезе по муниципальным образованиям, то увидим следующую картину. Наибольшие показатели зафиксированы в Пироговском МО (735 чел./1000 чел.), Октябрьском МО (693 чел./100 чел.), Хохряковском МО (689 чел./1000 чел.). Наименьшее число трудящихся в Казмасском, Италмасовском, Киякском и Бабинском МО. Здесь число маятниковых мигрантов не превышает 400 человек на 1000 рабочих. Помимо потока маятниковых мигрантов в город существует и обратный поток —

в район из города. По официальным данным, ежедневно на работу из города отправляются 11 тысяч человек, что составляет 28,5 % всех рабочих района.

К маятниковым трудовым миграциям в основном более склонны молодежь, как и в целом к любой другой миграции. В возрастном разрезе наибольшее число маятниковых мигрантов, трудящихся в городе, в возрасте 18–30 лет (7428 человек), а также 31–40 лет (6955 человек). Причины трудовой миграции – отсутствие работы в своем населенном пункте, хорошая транспортная доступность (наличие регулярного пригородного транспорта), возможность жить за городом, наличие личного транспорта для передвижения. Часто с отдаленных районов города дольше добираться по времени, чем с пригородных населенных пунктов.

Направление межпоселенных трудовых потоков радиально сходятся в городе. Но интенсивность отличается в зависимости от направления. В ходе практических исследований по изучению интенсивности потока были сделаны следующие выводы. Основные направления — Гольянский тракт, Сарапульский тракт и Шабердинский тракт. Причина такой интенсивности — это то, что территория Завьяловского района заселена неравномерно и большая часть крупных населенных пунктов района находится на востоке, юге и юго-востоке. В часы пик интенсивность потока достигает 1,5 тысячи легковых автомобилей в час. Также интенсивны здесь и перевозки общественного транспорта. За день ИПОПАТ перевозит более 5 тысяч пассажиров. Большое число пассажиров перевозится частными перевозчиками — маршрутными такси, но статистика по ним не ведется.

Существенное влияние на маятниковую трудовую миграцию в настоящее время оказывает процесс субурбанизации. Территория изучаемого района — не исключение. На данный момент в районе построено уже более 30 коттеджных поселков. Население коттеджных поселков оценить сложно, поскольку статистика по ним не ведется. Коттеджные поселки увеличивают число маятниковых трудовых мигрантов и интенсивность потоков.

Маятниковая трудовая миграция имеет как положительные, так и отрицательные последствия. В ее процессе между г. Ижевском и Завьяловским районом возникли тесные связи — район обеспечивает город трудовыми ресурсами, предоставляет доступное жилье на экологически чистых участках, строятся новые дороги с твердым покрытием, развивается процесс субурбанизации, а также развивается Ижевская агломерация, развивается инфраструктура района. Негативные последствия выражаются в отстающем развитии периферийной зоны района, в большой транспортной нагрузке на основные транспортные магистрали, приводящее к их скорому разрушению, в увеличении плотности застройки и влиянии на рынок цен на жилье (чем ближе к городу, тем дороже участки и жилье).

Маятниковая трудовая миграция между Завьяловским районом и г. Ижевском в дальнейшем будет укрепляться и расширяться. Поскольку в настоящее время для района характерна положительная динамика численности населения, все больше горожан покидают город и переселяются в небольшие коттеджные поселки и сельские населенные пункты, при этом не меняя свою работу в городе. Исходя из всего этого, необходимо дальнейшее, более детальное изучение маятниковой трудовой миграции между изученными выше населенными пунктами для принятия обоснованных решений и проведения рациональной региональной политики.

К. В. Жигалова, гр. 22-41

Научный руководитель — И. М. Копанева

ОБРАБОТКА АЭРОСНИМКОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА

В последнее время стали активно развиваться и использоваться беспилотные летательные аппараты, которые позволяют осуществлять оперативную аэросъемку.

Беспилотный летательный аппарат (БПЛА) – это летательный аппарат без экипажа на борту, который создан для воздушной съёмки и наблюдения в реальном времени за наземными объектами.

В России беспилотные летательные аппараты применяются в геодезических изысканиях при строительстве, для составления кадастровых планов промышленных объектов, транспортной инфраструктуры, поселков, дачных массивов. Беспилотники также применяются при мониторинге линий электропередач, трубопроводов, дорог, для мониторинга госграницы, особо охраняемых объектов, зон аэропортов и др.

Применение беспилотников в картографии и аэрофотосъемке для создания топографических карт значительно снизило затраты на привлечение пилотируемой авиации для создания карт и моделей местности. Беспилотник для аэрофотосъемки осуществляет полет над заданной местностью в автоматическом и полуавтоматическом режимах. Используется съёмочная аппаратура, которая позволяет получить высококачественные изображения с привязкой к географическим координатам, что позволяет использовать их для создания топографических карт высокой точности. Фото и видеоданные после обработки в специализированном программном обеспечении служат основой для создания образно-знаковых моделей пространства в виде плоских, рельефных и объемных карт и глобусов, ортофотопланов. Используя беспилотные аппараты, можно в кратчайшие сроки выполнить съёмку местности, что сокращает сроки создания ортофотопланов, матриц высот местности и отдельных объектов.

В работе использовались аэроснимки, полученные с беспилотного летательного аппарата Supercam S350, а также программное обеспечение Photoscan, ЦФС Photomod.

Ортофотоплан создавался для линейного объекта ЛЭП (линии электропередач).

С помощью программного продукта Photoscan были удалены снимки, имеющие большие искажения и построена 3D-модель полета беспилотника.

В программном комплексе ЦФС (цифровая фотограмметрическая станция) Photomod, была построена матрица высот местности и были ортотрансформированы снимки. В дополнительном модуле Photomod GeoMosaic из ортотрансформированных снимков, был построен ортофотоплан, который показан на рисунке 1. Ортофотоплан необходим для мониторинга линий электропередач и последующего плана кадастра.

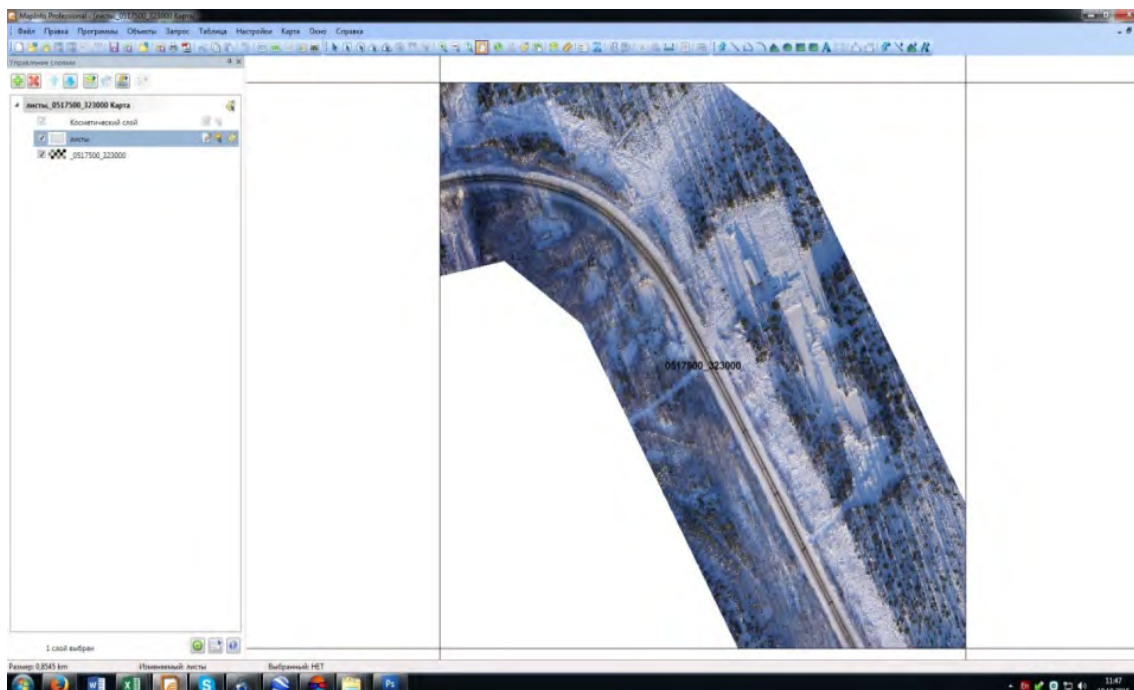


Рис. 1. Лист ортофотоплана населённого пункта Митрофан-Дикост

Использование БПЛА в качестве аэросъёмочной платформы имеет большие перспективы при съёмке небольших по протяженности площадных объектов и при съёмке линейных объектов. Данные с БПЛА позволяют получать качественные картографические материалы, которые находят широкое применение во многих сферах жизни.

Е. В. Золотарева, гр. 833

Научный руководитель — О. Г. Баранова

МИКРОКЛОНАЛЬНОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ РЕДКОГО ВИДА УДМУРТСКОЙ РЕСПУБЛИКИ — *ASTER AMELLUS*

Aster amellus — это редкий вид растения в Удмуртской Республике, который является представителем лесостепных комплексов и растет только на юге Удмуртии. Включена в Красную Книгу УР (2012) и относится к 3 категории редкости. Нами были проведены исследования по размножению *Aster amellus* с применением современных методов биотехнологии.

Для достижения данной цели решались следующие задачи:

- 1) подбор различных видов фитогормонов для увеличения количества побегов;
- 2) сравнение успешности развития побегов *Aster amellus* в зависимости от вида среды для размножения.

Материалом для исследования послужили черенки *Aster amellus* одинакового размера с двумя междоузлиями в количестве 10 штук в трехкратной повторности. Черенки были получены из прегенеративных особей, выращенных из семян в стерильных условиях.

Для проведения микроклонального размножения была выбрана среда Мурасиге-Скуга (MS). В качестве фитогормонов использовали 6-бензиламинопурин (БАП) и индолилмасляную кислоту (ИМК).

Для исследования было выбрано 4 варианта эксперимента:

1. Среда MS + БАП в концентрации 0,2 мл/л питательной среды;
2. Среда MS + ИМК в концентрации 0,5 мл/л питательной среды;
3. Среда MS + ИМК + БАП в концентрациях 0,2 и 0,5 мл/л питательной среды;
4. Среда MS без фитогормонов (контроль).

Была проведена серия повторных опытов. В ходе работы отмечалось изменение общего количества листьев и особенностей образования побегов.

На рисунке 1 представлено среднее количество побегов, образовавшихся за месяц. Было отмечено, что при выращивании *Aster amellus* в среде MS с добавлением ИМК+БАП среднее количество побегов увеличилось в 2 раза по сравнению с другими вариантами опыта.

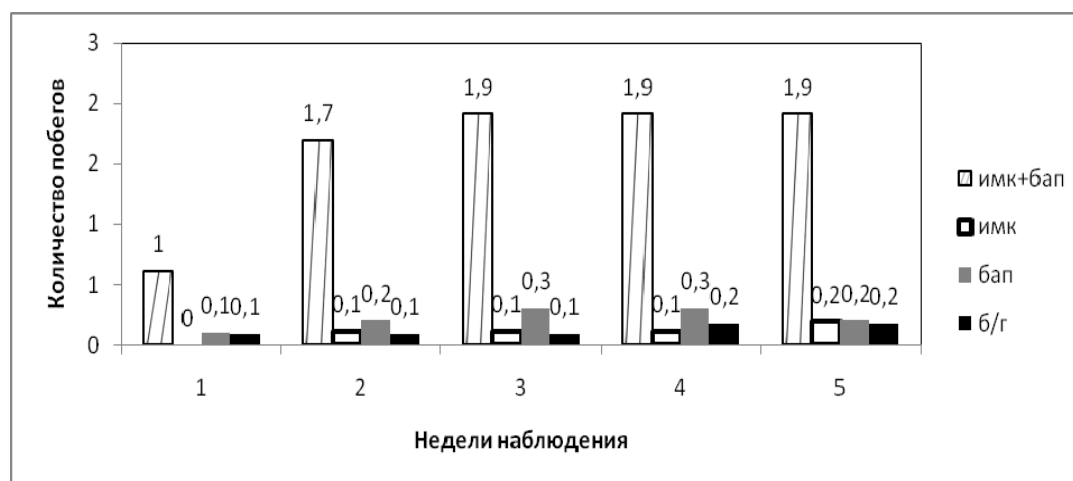


Рис. 1. Среднее количество побегов *Aster amellus*, образовавшихся за месяц

При анализе количества листьев на побеге и их функционирования была отмечена различная степень отмирания листьев на побегах в зависимости от типа среды. В таблице 1 представлена доля функционирующих листьев. Было отмечено, что в среде MS с добавлением ИМК+БАП и БАП доля функционирующих листьев высокая, в ИМК и безгормональной среде — низкая.

Таблица 1. Доля функционирующих листьев в зависимости от среды культивирования

Время наблюдения	Общее число листьев, шт.			
	ИМК+БАП	ИМК	БАП	б/г
1 неделя	5,0	3,4	3,3	3,5
2 неделя	9,7	4,4	4,5	5,0
3 неделя	14,0	4,9	4,1	5,9
4 неделя	19,6	6,0	3,2	6,6
5 неделя	21,1	6,6	3,3	7,1
6 неделя	22,8	7,1	3,7	7,3
	Среднее количество функционирующих листьев, шт. / доля от общего числа листьев растения, в %			
1 неделя	4,1 (82,0%)	1,7 (50,0%)	2,5 (75,8%)	2,7 (77,1%)
2 неделя	7,9 (81,4%)	2,4 (54,5%)	3,1 (68,9%)	3,7 (74,0%)
3 неделя	11,9 (85,0%)	2,4 (49,0%)	3,2 (78,0%)	4,0 (67,8%)
4 неделя	15,6 (79,6%)	2,9 (48,3%)	2,6 (81,3%)	3,1 (47,0%)
5 неделя	16,8 (79,6%)	3,1 (47,0%)	2,9 (87,9%)	3,3 (46,5%)
6 неделя	17,7 (77,6%)	3,3 (46,5%)	3,1 (83,8%)	3,3 (45,2%)

Таким образом, проведенный эксперимент показал, что оптимальной средой для успешного микрклонального размножения *Aster amellus* является среда MS с добавлением ИМК+БАП, так как растения выглядели удовлетворительно, процессы формообразования преобладали над процессами отмирания.

В. И. Ильин, гр.42-31

Научный руководитель — И. Л. Малькова

ТЕРРИТОРИАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОБЩЕТОКСИЧЕСКОГО ИНГАЛЯЦИОННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ Г. ИЖЕВСКА

Ижевск является развитым индустриальным центром. В пределах его территории находятся крупные предприятия теплоэнергетики, черной металлургии, машиностроения, большое количество автотранспорта. В сумме они являются основными источниками загрязнения атмосферного воздуха города. Вследствие этого встает вопрос о количественной оценке угрозы здоровью населения, вызванной загрязнением воздушного бассейна г. Ижевска. Ответ на него даёт новая научная дисциплина — теория экологического риска, позволяющая рассчитать вероятность проявления токсического эффекта, вызванного попаданием загрязняющих веществ в организм человека.

К сожалению, на сегодняшний день регулярные отборы проб атмосферного воздуха г. Ижевска анализируются только на 4 стационарных и 2 маршрутных постах, а также на 6-ти перекрестках основных автодорог города. Существующая сеть мониторинга концентраций загрязняющих веществ не позволяет проводить детальный пространственно-временной анализ состояния атмосферного воздуха г. Ижевска.

В 2014 году при помощи газоанализатора ГАНК-4 аккредитованной лаборатории ФГБОУ ВПО «Удмуртский госуниверситет» было проведено исследование состояния атмосферного воздуха, дополняющее результаты отбора проб воздуха на существующих постах сети мониторинга. Замерялись концентрации таких веществ как углеводороды предельные, углерода оксид, формальдегид, азота диоксид. Отбор проб проводился по программе эпизодических исследований согласно официально утвержденному Руководству по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). Замеры осуществлялись в течение 10 дней в апреле, августе и декабре, 3 раза в сутки (утром, днем и вечером) по маршруту в установленной последовательности по 12 точкам наблюдений. Общее количество замеров составило около 4500. Замеры, проведенные параллельно на пунктах наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха Удмурт-

ского центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, показали сходимость замеренных концентраций загрязняющих веществ.

На основании Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920-04), с учетом среднесуточных концентраций загрязняющих веществ были рассчитаны ингаляционный общетоксический риск для здоровья детского населения г. Ижевска (НQ) и время наступления токсического эффекта (Т).

Величина риска оценивается исходя из принятых критериев: 1) $HQ < 0,8$ — допустимый ($< 0,5$ = целевой риск), не вызывающий беспокойства; 2) от 0,8 до 1,0 — предельно допустимый, вызывающий беспокойство; 3) > 1 — опасный риск.

По времени наступления потенциального токсического эффекта установлена следующая градация: 1) опасный: менее 25 лет; 2) вызывающий опасение: 25–45 лет; 3) вызывающий беспокойство: 45–70 лет; 4) допустимый (неопасный): более 70 лет.

С учетом полученных значений НQ были построены карты территориального распределения индексов ингаляционного риска, анализ которых показал следующее. В 2014 г. наибольший вклад в загрязнение атмосферного воздуха внес формальдегид. Максимальное значение НQ приурочено к центральной части города и составляет 17, что оценивается как «очень опасный риск». При этом время проявления токсического эффекта составляет всего 5 лет. Формальдегид относится к веществам 2-го класса опасности. Он раздражает слизистые оболочки, дыхательные пути, поражает центральную нервную систему, обладает канцерогенным эффектом. Высокий риск обусловлен, прежде всего, интенсивным движением автотранспорта и близким расположением промплощадки завода Ижсталь. Разница значений НQ в пределах внутриворонных территорий и в непосредственной близости автодорог составила 13,5. Среднее значение по городу — 7,8.

Весомый вклад в загрязнение воздуха г. Ижевска вносит диоксид азота. Максимальное значение риска приурочено к западной части микрорайона Металлург и составляет 4,2 — опасное. Высокие значения также относятся к центральной части города, набережной Ижевского пруда и промплощадке завода Ижсталь. Время проявления токсического эффекта при максимальном НQ составило 8 лет. Среднее значение ИНР по городу составило 8, а разница значений во дворах и дорогах — 2,2. Диоксид азота относится к веществам 3 класса опасности. Он раздражает слизистые оболочки, органы дыхания.

Несколько меньший вклад в загрязнение воздушного бассейна г. Ижевска внес оксид углерода. Максимальное значение НQ приурочено к центральной части Ижевска и составляет 1,9, значение которого классифицируется как опасный риск. Время проявления токсического эффекта при этом составило 21 год. Среднее значение НQ по городу составило 1,1. Оксид углерода относится к веществам 4 класса опасности. Он поражает сердечно-сосудистую систему, способен вызывать гипоксию.

Общую картину потенциальной опасности можно проследить по суммарному ингаляционному риску для здоровья населения. Он характеризует общую экологическую обстановку по величине загрязнения атмосферного воздуха. В среднем по городу значение суммарного риска составляет 11,6. Так, например, суммарный риск для органов дыхания составил 10,5 (очень опасный уровень риска), для кровеносной системы — 3,8 (опасный уровень риска).

В последнее время особую озабоченность вызывают выбросы автотранспорта, которые составляют более 80 % суммарного выброса загрязняющих веществ в атмосферный воздух г. Ижевска. Следствием этого являются высокие значения ингаляционного токсического риска здоровью населения, проживающего в непосредственной близости от автодорог. Как видно из рисунка, высокие значения риска приурочены к точкам, которые находятся вдоль проезжей части, минимальные уровни соответствуют внутриворонным территориям.

Таким образом, можно сделать вывод, что детское население, проживающее на большей части территории г. Ижевска, подвергается опасному уровню ингаляционного общетоксического риска. Это ведет к увеличению числа респираторных заболеваний, заболеваний кровеносной системы и многих других, вызванных загрязнением атмосферного воздуха.

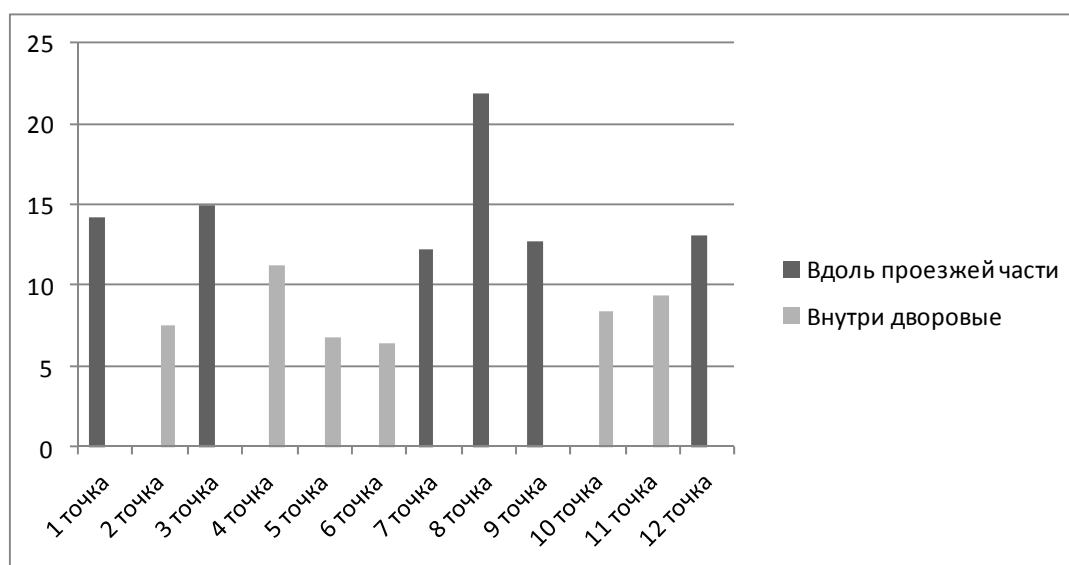


Рис. 1. Значения ингаляционного токсического риска здоровью населения г. Ижевска в пунктах эпизодического мониторинга состояния атмосферного воздуха

А. Г. Куртеева, аспирант
Научный руководитель — О. В. Газарина

ИССЛЕДОВАНИЕ УСЛОВИЙ И ПРОЦЕССОВ РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД В РЕЧНЫХ РУСЛАХ ВБЛИЗИ ОРГАНИЗОВАННЫХ ВЫПУСКОВ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ КАРЛУТКА Г. ИЖЕВСКА)

Отведение сточных вод в русла водотоков в пределах населенных пунктов осуществляется организованно — системы ливневой, производственной и хозяйственно-бытовой канализации, а также неорганизованно — поверхностный сток с урбанизированной территории.

В случае организованного сброса сточных вод в речных руслах формируются зоны загрязнения, интенсивность, режим и форма которых напрямую зависят как от гидрологических особенностей водотоков, так и от характеристик выпусков сточных вод.

В руслах малых рек со слабой разбавляющей способностью при сбросе сточных вод вблизи берега могут формироваться устойчивые протяженные зоны загрязнения с превышением содержания загрязняющих веществ от нескольких ПДК до десятков ПДК. Нарушение санитарно-гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ вызвано как высоким гидрохимическим фоном, так и влиянием выпусков сточных вод.

Объект исследования — р. Карлутка, в русле которой находятся организованные выпуски ливневой и производственной канализации.

Предмет исследования — гидрологические и гидродинамические характеристики русла реки в основные фазы водного режима.

Цель исследования — анализ условий и процессов разбавления в русле реки в районе организованных сбросов сточных вод.

В задачи исследования входят гидрометрические работы в русле реки, измерение скоростного режима реки на створах, приближенных к организованным выпускам сточных вод; расчет действительных расходов воды; сбор и обработка информации по характеристикам выпусков сточных вод; моделирование процессов разбавления сточных вод в русле реки для определения зоны влияния выпусков стоков и общей зоны загрязнения.

Исследуемая река относится к малым речным системам (длина — 12,4 км) с очень слабым перемешиванием сточных вод в русле реки (среднегодовой расход воды 50 % обеспеченности на устьевых участках русла не превышает $0,2 \text{ м}^3/\text{с}$).

Гидрометрические и гидрологические работы осуществлялись в трех створах. Створ № 1 заложен вблизи выпуска ливневой канализации, створы №№ 2, 3 — в районе производственных выпусков сточных вод.

Разбавление сточных вод в водотоках зависит от совместного действия двух основных групп факторов: 1) гидрологических и гидродинамических условий рек; 2) конструктивных и технических характеристик выпусков сточных вод.

Определение поверхностной и придонной скоростей течения воды осуществлялось гидрометрической микровертушкой ГМЦМ-1. Глубины русла фиксировались с помощью градуировочной гидрометрической штанги ГР-56М. Для определения зон влияния выпусков стоков производилось моделирование процессов разбавления сточных вод с использованием лицензионной программы НПО «Логус» – Зеркало⁺⁺.

Расчет разбавления сточных вод осуществлялся для межени редкой повторяемости (расход воды 95 % обеспеченности), при этом проводился учет таких факторов, как фоновые концентрации, технические характеристики выпуска, характеристики источника загрязнения (расход, тип, состав сточных вод), свойства водного объекта.

Гидрологические и гидрометрические исследования в русле реки осуществлялись в период устойчивой летне-осенней межени 2015 г. и зимней межени 2016 г., прерываемой кратковременным паводком, по результатам которых были построены поперечные профили русла реки Карлутка на исследуемых створах.

Проанализировав скорости течения воды и глубинный профиль русла реки в створе №1 в летне-осеннюю и зимнюю межень, можно сделать вывод, что во втором случае увеличилась поверхностная скорость течения, а также увеличилась глубина русла у левого берега реки.

Увеличение глубины русла с левобережья, возможно, связано с процессами размыва дна. Увеличение скорости течения воды снижает влияние шероховатости дна на процессы разбавления и способствует более быстрому перемешиванию сточных и речных вод.

В створе наблюдения №2 заметно вырастает ширина русла, глубинный профиль в разные фазы водного режима отличается незначительно. Повышение скорости течения воды в этом створе также наблюдается в зимний период.

По результатам работ в створе №3 выявлено появление песчаного наноса в центральной части русла в период зимней межени, который в летне-осенний период не наблюдался.

В связи с увеличением шероховатости поверхности дна уменьшилась поверхностная скорость течения, что влияет на гидравлику смешения стоков с речной водой. Появление наноса может быть связано с увеличением содержания взвешенных частиц в сбрасываемых сточных водах, что видно в изменении цвета речной воды вблизи выпуска в зимний период.

В результате моделирования разбавления сточных вод получены поля концентраций по следующим веществам: аммоний-ион, нефтепродукты, нитрат-ион, хлорид-ион, биологически окисляемая органика (в пересчете на БПК_{полн.}), сульфат-ион, взвешенные вещества, нитрит-ион.

Сделав вывод по проделанной работе, можно сказать, что при высоком гидрохимическом фоне выпуски сточных вод, несущих меньшее количество этого загрязняющего вещества, выступают в качестве разбавляющего фактора, что мы и видим в случае с ионом аммония, нефтепродуктами, нитратами и хлоридами, по которым в р. Карлутка наблюдается превышение фоновых значений от 1,5 до 9 раз.

По органическим соединениям (в пересчете на БПК_{полн.}) и сульфатам наблюдается низкая фоновая загрязненность, а «поставки» этих загрязняющих веществ со сточными водами настолько велики, что значения показателей на протяжении регламентируемых 500 метров (не далее которых устанавливается контрольный створ ведомственного мониторинга) ниже по течению выпусков не снижаются и устойчиво превышают фон.

На небольшом участке русла реки (1,0–1,2 км) может быть одновременно представлена противоположная ситуация — на одном участке русла стоки, выходящие из выпуска, способствуют снижению загрязненности реки, на другом, ниже по течению первого выпуска — локальному ее повышению. Такое поле загрязнения в исследуемом случае было представлено в случае с распределением в водном потоке взвешенных веществ и нитритов.

Заключение

Поверхностные скорости течения воды в летне-осеннюю межень ниже во всех створах в сравнении со скоростями, наблюдаемыми в зимнюю межень, прерываемую оттепелями. Придонная скорость течения воды также во всех случаях выше в зимнее время (порой лишь на сотые доли значений). Это можно объяснить подтаиванием снежного покрова на водосборе и увеличением питания реки талыми водами.

В створах № 1 и 2 максимальные скорости течения воды наблюдаются у правого берега. Поскольку выпуски сточных вод на данных участках также расположены с правобережья русла, это улучшает условия разбавления. В последнем по течению створе № 3 максимальные скорости течения воды наблюдаются также у правого берега, но выпуск располагается с противоположного левого берега, что в свою очередь не благоприятствует смешению стоков от него с речной водой.

За кратковременный период (6 мес.) произошло изменение поперечного профиля русла реки. В двух створах наблюдения из трех отмечено снижение речных глубин. Это важное наблюдение, так как при этом снижается пропускная способность реки, а следовательно, ухудшаются условия разбавления сточных вод.

Критические показатели качества воды, по которым фоновая концентрация не была достигнута в пределах 500 м ниже выпусков сточных вод, — БПК_{полн.}, нитрит-ион, сульфат-ион, сульфаты и взвешенные вещества. По этим загрязнителям выпуски сточных вод наиболее заметно могут изменить химический состав воды р. Карлутка в межень редкой повторяемости.

И. А. Молин, ОАБ-04.03.01-32ф

А. В. Марков, ОАБ 04.03.02-31

Научный руководитель — С. М. Решетников

ИССЛЕДОВАНИЕ КОРРОЗИОННЫХ И ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НИКЕЛИДА ТИТАНА TiNi

Как известно, Ti и Ni образуют семейство сплавов различного состава. Особый интерес представляет сплав TiNi при атомном соотношении 1:1 (45 % и 55 % по массе соответственно), также известный как нитинол, который обладает рядом полезных свойств: очень высокоррозионной стойкостью, высокой прочностью, эффектом «памяти формы», хорошей биологической совместимостью, высокой демпфирующей способностью.

Эти свойства определили применение материала в различных областях науки и техники, в частности в медицине (производство стентов, зажимов для защемления слабых вен, различных ортопедических конструкций и т. п.).

В связи с тем, что нитинол используется в биомедицинской технике в качестве материала для создания различного рода имплантов, к нему предъявляются особые требования в средах, близких к внутренним средам человека.

Целью данной работы было изучение электрохимических и коррозионных свойств никелида титана TiNi в нейтральных средах и средах, сходных по составу с кровью человека. Для этого использовался потенциодинамический метод снятия вольтамперных кривых исследуемого материала.

Для проведения эксперимента были выбраны следующие модельные растворы: боратный буферный раствор, боратный буферный раствор с добавкой 0,01 М хлорида натрия, 0,1 М раствор хлорида натрия, раствор Рингера (8,6 г NaCl, 0,3 г KCl и 0,25 г CaCl₂ в 1 дм³), имитирующий pH среды и анионный состав физиологических сред человека. Хлорид-ион является депассиватором, ухудшающим коррозионную стойкость запассивированных металлов.

Предварительные опыты при поляризации образцов из никелида титана в боратном буферном растворе при pH 7,4 показали, что TiNi находится в пассивном состоянии, что позволяет признать его коррозионностойким сплавом с потенциалом перепассивации ≈ 1200 мВ. В то

же время при добавлении к этой среде 0,01 М хлорида натрия наблюдается падение коррозионной стойкости, то есть интервал потенциалов, при которых материал пассивен для коррозионных процессов, заметно сокращается, и потенциал перепассивации в данных условиях составляет 270–290 мВ.

Для повышения коррозионной стойкости сплав был обработан с помощью импульсного лазера на воздухе в нескольких режимах (см. таблицу). При данном виде обработки в момент импульса достигаются температуры, превышающие температуры плавления оксидов никеля и титана. Возникающие при этом температурные поля способствуют образованию и сохранению оксидов соответствующих металлов в виде твердого раствора. Образующийся таким образом слой обладает лучшими защитными свойствами, чем оксиды, самопроизвольно образующиеся на поверхности сплава.

Таблица. Характеристики режимов, применявшихся для лазерной обработки никелида титана

Параметр	Режим «1»	Режим «2»	Режим «3»
Мощность, Вт	22,5	22,5	22,5
Частота, кГц	40	40	40
Скорость сканирования, мм/сек	200	100	200
Фокус, мм	208	208	206

В целом оказалось, что после короткоимпульсной лазерной обработки во всех испытанных режимах коррозионные свойства образцов улучшаются. Это делает перспективным изучение такого способа обработки в дальнейшем (рис. 1).

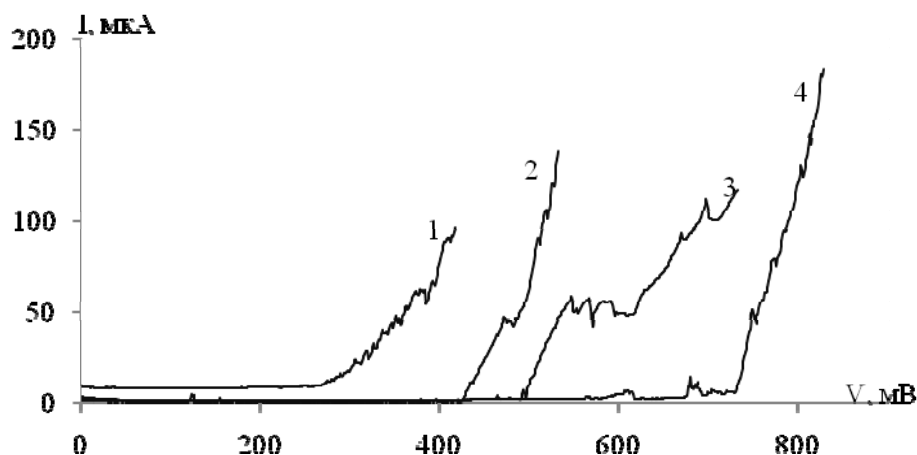


Рис. 1. Поляризационные кривые, полученные в боратном буферном растворе с добавкой 0,01 М NaCl, 1 — необработанный TiNi; 2, 3, 4 — TiNi, прошедший режимы обработки 1, 2, 3 соответственно

Выводы:

1. В результате проведенной работы было показано, что в моделируемых средах нитинол ведет себя как коррозионностойкий материал, ухудшающий свои свойства в присутствии хлоридов.
2. Наиболее значимым результатом является возможность повышения коррозионной стойкости нитинола в хлорид-содержащих средах, в том числе естественных средах человека, путем импульсной лазерной обработки поверхности сплава.

В. Б. Моторина, гр. ОАБ-05.03.02-41
Научный руководитель — Л. Р. Терентьева

АНАЛИЗ РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ЗАВЬЯЛОВСКОГО РАЙОНА ДЛЯ ПЛЯЖНО-КУПАЛЬНОГО ОТДЫХА

Вода является ценным рекреационным ресурсом, позволяющим заниматься различными видами рекреационной деятельности. Самым распространенным видом рекреационной деятельности на водных объектах является пляжно-купальный отдых. Для этих целей активно используются искусственные водоёмы: водохранилища, пруды и карьеры. В данной работе рассмотрены пруды Завьяловского района и бывший карьер в Сельчке (Якшур-Бодьинский район).

В последние годы масштабы рекреационной деятельности на водных объектах постоянно растут, развивается процесс интенсификации использования территории, что ведет к повышению уровня воздействия рекреантов на природные комплексы. В этой связи возникла проблема оптимизации рекреационных нагрузок на природные комплексы в целях предотвращения их деградации и сохранения комфортных условий рекреационной деятельности. Кроме того, многие водные объекты имеют большой потенциал развития, который не используется пока в полной мере.

Существуют различные методы оценки природных рекреационных ресурсов. Наиболее известной и чаще всего используемой является методика рекреационной оценки Е. В. Колотовой, в которой водные объекты оцениваются пофакторно и интегрально. При оценке водных объектов для пляжно-купального отдыха рассматриваются условия подхода к воде, наличие пляжной полосы, характер дна, температурный режим.

Существует также методика оценки водных объектов в рекреационных целях Корниловой Р. П. и Бутьевой И. В., учитывающая такие показатели, как удаленность местности от водного объекта, его площадь, характеристики пляжа и акватории.

Для определения рекреационных нагрузок используются следующие параметры.

1) Имеющаяся нагрузка определяется по формуле:

$$D_t = N/F, F = LB,$$

где D_t , чел./га — рекреационная нагрузка на береговые комплексы; N , чел. — число отдыхающих на данном рекреационном участке; F , га — площадь используемого комплекса; L , м — длина береговой линии на рекреационном участке; B , м — ширина функциональной зоны (зон) данного комплекса.

2) Для расчета допустимых рекреационных нагрузок предлагается учитывать коэффициент рекреационного обеднения видового состава травянистой растительности I :

$$I = N_p / N_k < 1,$$

где N_p — число видов на рекреационном участке; N_k — число видов на контрольной площадке (без рекреационных нагрузок)

Целью данной работы является анализ рекреационного потенциала прудов Завьяловского района Удмуртской Республики для пляжно-купального отдыха, определение рекреационных нагрузок на водоемы, оценка параметров ландшафта.

Для достижения цели используются следующие задачи:

1. Оценка рекреационного потенциала водоемов.
2. Определение фактических рекреационных нагрузок на водные объекты.
3. Выявление перспектив развития.

Для сопоставления данных мы изучили также пруд за пределами изучаемого района, а именно, пруд в карьере Сельчка, поскольку он также является наиболее часто посещаемым жителями города Ижевска и близлежащих населенных пунктов.

Наблюдения проводились при следующих погодных условиях: 1) температура воздуха = +32 – +33 °С, скорость ветра = 2 м/с; ветер юго-восточный; облачность = 40–50 %; влажность = 50 %; давление = 743 мм рт. ст. 2) температура воздуха = +25 °С, скорость ветра = 2 м/с; ветер западный; облачность = 20–40 %; влажность = 55 %; давление = 746 мм. рт. ст.

Результаты рекреационной нагрузки на береговые комплексы, полученные при погодных условиях, указанных в первом пункте, превышают нагрузки, наблюдаемые при погодных условиях, обозначенных во втором пункте, то есть понижение температуры воздуха на 7–8 °С приводит к уменьшению количества рекреантов, что вполне ожидаемо и объяснимо. Кроме того, рекреационная нагрузка на береговые комплексы изучаемых водных объектов не превышает принятых норм.

Данные, полученные с помощью методики Колотовой, позволяют сделать вывод, что для пляжно-купальных целей наиболее благоприятными являются Ижевский пруд и карьер Сельчкы, так как для них количество баллов получилось равным 2,8 и 2,9 соответственно. Этому способствовало во многом наличие песчаных пляжей. Вместе с тем пруд в д. Каменное наименее пригоден для этого вида отдыха, поскольку он получил наименьший балл (2,1 балл). Это связано с отсутствием берегов с открытыми подходами к воде, их освоение требует несложных сооружений для спуска к воде, а также связано с травянистыми пляжами.

По методике Корниловой–Бутевой, для пляжно-купального отдыха наиболее благоприятными являются пруд в песчаном карьере Сельчкы (2,6 балла), затем Ижевский пруд (2,3 балла) и Молдавский пруд в с. Завьялово (2,2 балла). Менее благоприятны относительно пляжно-купального отдыха — пруды в д. Пирогово (1,9 балла), д. Каменное и Ягульский (по 2 балла). В данной методике значительную роль сыграли такие показатели, как литологический состав пляжей и дна, максимальная глубина и степень механического загрязнения (мутность).

Также нами был подсчитан коэффициент рекреационного обеднения видового состава травянистой растительности I отдельно для каждого изучаемого пруда, который составил от 0,33 (на Ижевском пруду) до 0,63 (на Молдавском пруду). Данные показатели соответствуют нормам рекреационных нагрузок (< 1) и не являются опасными для растительного сообщества.

Помимо всего вышесказанного, нами была изучена растительность побережий. Мы выяснили, что по берегам прудов произрастают те виды растений, которые распространены в основном в разреженных лесах, на опушках, межах, вдоль дорог, по оврагам, на залежах, пустырях, свалках, по берегам водоёмов, по окраинам полей. Также было отмечено, что число видов меньше на тех берегах, которые сложены песком. Изучен был и подрост. Повреждая и даже уничтожая всходы и подрост, отдыхающие нарушают естественное воспроизводство древостоев. Молодые древесные растения в гораздо большей степени, чем взрослые деревья, страдают и от уплотнения почвы, и от механических повреждений, а всходы затаптываются. Подрост поврежден в пределах пруда в д. Каменное, что связано, прежде всего, с тем, что здесь наиболее сложен подход к воде и молодые деревья часто используют в качестве вспомогательного средства для спуска.

Изучили и инфраструктуру рекреационного участка. Только два пруда характеризуются низкой инфраструктурой и плохим обустройством зоны рекреации – это пруд в д. Ягул и в д. Пирогово, где нет никаких сооружений вспомогательного и обслуживающего назначения (кабинки для переодевания, туалеты, пункты проката и др.). Наиболее высокой инфраструктурой отличается пруд в карьере Сельчкы, она включает в себя кафе, надувную горку, кабинки для переодевания, пожарный щит, прокат мангалов, столов со стульями и угля для шашлыка, мусорные баки, платную парковку, сторожевую, волейбольную площадку, туалет, прокат катамаранов, лодок, шезлонгов, камеру хранения, прокат спортивного инвентаря (мяч футбольный/волейбольный, настольный теннис, бадминтон).

Исходя из всего вышесказанного, можно сделать выводы:

1. По сопоставлению результатов, полученных по двум методикам, выяснили, что наиболее благоприятным для пляжно-купального отдыха является пруд в карьере Сельчкы. Его баллы равны 2,9 (по Колотовой) и 2,6 (по Корниловой–Бутевой). Наименее благоприятными являются пруды в д. Каменное (по методике Колотовой — 2,1, по Корниловой–Бутевой — 2,0) и в д. Пирогово (по Колотовой — 2,4, Корниловой–Бутевой — 1,9).

2. Расчет допустимой рекреационной нагрузки на береговые комплексы выявил, что изучаемые водные объекты не испытывают сильного воздействия, поскольку полученные величины не превышают установленных нормативов.

3. Перспективным должно быть улучшение инфраструктуры в зонах рекреации на прудах в д. Ягул, Пирогово, где ее вообще нет.

Т. С. Надцонова, гр. 42-31

Научный руководитель — Н. В. Холмогорова

ВОДНЫЕ МАКРОБЕСПОЗВОНОЧНЫЕ СООБЩЕСТВА РЯСКОВЫХ ПАВЛОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА И ВОДОЁМОВ ПОЙМЫ РЕКИ ОЧЁР (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)

Рясковые играют важную ценотическую роль, выступая в качестве эдификаторов. Сообщества рясковых, несмотря на малые размеры особей, характеризуются высокими темпами вегетативного размножения, показателями проективного покрытия и обилия. В результате формируется фитогенное поле, которое может значительно превышать площадь поверхностной пленки биотопа.

В результате исследований на Павловском пруду и водоёмах поймы реки Очёр мы определили два вида ряски: малая (*Lemna minor L.*) и трёхдольная (*Lemna trisulca L.*).

Цель моей работы: изучить количественные и качественные характеристики зоофитоса сообществ рясковых.

- Задачи: 1. Определить видовой состав зоофитоса;
2. Оценить количественное развитие беспозвоночных;
3. Оценить экологическое состояние водоёмов на основании индекса Шеннона.

Очёрский административный район расположен в юго-западной части Пермского края в бассейне реки Очёр, правого притока реки Камы. На севере он граничит с Верещагинским, на востоке – с Нытвенским, на юго-востоке – с Оханским, на юге – с Больше-Сосновским районами, а на западе – с Удмуртской Республикой. Площадь территории сравнительно невелика: она составляет 1330 квадратных км., или 0,8 % территории Пермского края. Рельеф — холмисто-увалистый.

Павловский пруд расположен на территории пос. Павловский, на притоке р. Очёр и р. Малая Озерная. Создан в 1817 году при постройке Павловского железодобывающего завода. Площадь пруда равна 340 га. Глубина изменяется от 2 м в верховье до 9 м у плотины.

Устье реки находится в 545 км по правому берегу Воткинского водохранилища на Каме. Длина реки составляет 8 км, площадь водосборного бассейна — 1216 км².

Основные направления течения — восток и юго-восток. Крупнейшие населённые пункты на реке — город Очёр и посёлок Павловский, кроме них на берегах расположены ряд сёл и деревень. Максимальная ширина реки составляет 30 м.

Исследования проводились с августа по сентябрь 2014–2015 годов на Павловском водохранилище и водоёмах поймы реки Очёр. На Павловском водохранилище заложено 5 станций отбора проб, на водоёмах поймы реки Очёр — 9 станций. В ходе исследования были отобраны 24 пробы макробеспозвоночных.

Сборы проб ряски проводили с помощью сита. Выборка организмов производилась пинцетом, макробеспозвоночные складывались в банки и фиксировались 70 % спиртом. Отобранный материал немедленно этикетировался.

Идентификация беспозвоночных проводилась по доступным определителям пресноводных беспозвоночных.

Биомассу отдельных групп бентоса определяли взвешиванием на торсионных весах ВТ-500 (крупные организмы взвешивали на технических весах с точностью до 0,01 г) после обсушивания на фильтровальной бумаге до исчезновения мокрых пятен.

Общую численность рассчитывали в показателях плотности – N, экз./кг, биомассу – B, в мг/кг ряски.

В Павловском водохранилище встречаемость двух видов ряски примерно одинакова, однако в пойменных водоёмах преобладала ряска малая — до 86 %.

Всего за период исследования на всех водоёмах было обнаружено 49 видов из 10 отрядов и 26 семейств. Наибольшим количеством видов представлены жуки – 16 видов, клопы – 8,

брюхоногие моллюски — 7 и двукрылые — 7 видов. Наименьшим количеством видов представлены малощетинковые черви, стрекозы, подёнки и ручейники — по 1 виду.

Средняя плотность зоофитоса Павловского водохранилища составляла 188,3 экз./кг, а биомасса — 9224,0 мг/кг. Самые низкие показатели отмечены в местах отдыха и рыбной ловли.

В пойменных водоемах средняя плотность составляла 194,0 экз./кг, средняя биомасса — 3662,5 мг/кг.

В Павловском водохранилище наблюдается тенденция увеличения численности зообентоса и числа видов к августу. В августе происходит активное разрастание ряски, которая является местом обитания для многих макробеспозвоночных. Наибольшим показателем численности обладали брюхоногие моллюски (*Lymnaea balthica*, *L. fragilis*, *Physa adversa*, *A. nisis contortus*, *A. vortex*). Самые низкие показатели отмечены в местах отдыха и рыбной ловли.

В пойменных водоемах обычен моллюск *Lymnaea palustris*.

Результаты исследования.

1. В результате исследования макробеспозвоночных сообществ рясковых Павловского водохранилища и водоёмов поймы реки Очёр мы определили видовой состав зоофитоса. Было обнаружено 49 видов из 10 отрядов и 26 семейств.

2. Наибольшей встречаемостью в пробах отличаются брюхоногие моллюски, они представлены практически во всех пробах. Доминирующим видом по численности, плотности и биомассе является брюхоногий моллюск *Anisus contortus*. Клопы и жуки встречались в 3 раза реже. Значения плотности в сообществе рясковых варьируют значительно — от 7 экз./кг до 617 экз./кг. Биомасса изменяется от 98 мг/кг до 27210 мг/кг.

3. Индекс Шеннона–Уивера и индекс выравненности по Пиелу также варьируют значительно. Максимальные значения индекса Шеннона — 1,89 бит/экз., выравненность — от 0 до 0,97.

В.С. Порубов гр. ОМ-06.04.01.03

Научный руководитель — В. Г. Сергеев

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ КЛЕТОЧНЫХ МЕХАНИЗМОВ БОЛЕЗНИ ПАРКИНСОНА

Болезнь Паркинсона (БП) является одним из самых распространённых хронических нейродегенеративных заболеваний [10]. В патогенетические механизмы болезни Паркинсона вовлекается целая система клеток различных типов, взаимодействующих между собой по принципу прямой и обратной связи [2, 4, 5, 8, 10]. Сложный характер межклеточных взаимодействий и значительное количество элементов такой системы затрудняют понимание роли каждого из них в механизмах развития болезни. Математические модели позволяют построить правдоподобный сценарий развития патологии и предсказать поведение исследуемой многокомпонентной системы при различных возмущениях, например, генетических мутациях или воздействии терапевтических средств [1, 3]. Имеющиеся сегодня математические модели болезни Паркинсона ограничиваются описанием поведения дофаминергических нейронов [9]. Переход к многоклеточной модели позволит описать нейродегенеративный процесс как системное нарушение.

Работы последних лет обосновали представление о том, что дегенерация нейронов сопряжена с нейровоспалением, активную роль в котором играют микроглиоциты, астроглиоциты и мигрирующие в мозг лимфоциты [4, 5, 6, 7, 11]. Все участники процесса образуют сложные сети взаимодействий, в разных ситуациях усиливая или снижая действие других компонентов системы. Используя известные данные о биологии процесса [2, 5, 6, 7, 8, 10, 11] и вводя ряд упрощений, мы можем построить модель, отражающую эти взаимодействия, в виде системы дифференциальных уравнений (1):

$$\begin{aligned}
\frac{dN}{dt} &= -\left(\frac{pN_s}{1+N} + k_{\alpha 1 M_b} M_b + k_{\alpha 1 N_b} N_b\right)N + (k_{\alpha 2 M_g} M_g)N_s, \\
\frac{dN_s}{dt} &= \left(\frac{pN_s}{1+N} + k_{\alpha 1 M_b} M_b + k_{\alpha 1 N_b} N_b\right)N - (k_{\alpha 2 M_g} M_g)N_s - (k_{\alpha 3 M_b} M_b)N_s, \\
\frac{dN_b}{dt} &= (k_{\alpha 3 M_b} M_b)N_s - (dN_b + k_{\alpha 4 M_b} M_b)N_b, \\
\frac{dM}{dt} &= (k_{\beta 1 N_s} N_s + k_{\beta 1 N_b} N_b + k_{\beta 1 M_g} M_g + k_{\beta 1 M_b} M_b)(1 - M / k_{LM}), \\
\frac{dM_g}{dt} &= \left(\frac{pMg + k_{\delta 1 N_s} N_s + k_{\delta 1 M_g} M_g (1 - M_g / k_{LMg})}{1 + k_{\delta 1 M_b} M_b + k_{\delta 1 N_b} N_b}\right)M - (dMg)M_g, \\
\frac{dM_b}{dt} &= \left(\frac{pM_b + k_{\gamma 1 N_b} N_b + k_{\gamma 1 N_s} N_s + k_{\gamma 1 M_b} M_b (1 - M_b / k_{LMb})}{1 + k_{\gamma 1 M_g} M_g}\right)M - (dM_b)M_b.
\end{aligned} \tag{1}$$

Рассматривая предполагаемые взаимодействия участников процесса нейровоспаления при БП различной этиологии, можно подобрать конкретные коэффициенты данной модели. Рассмотрим вариант модели, описывающий совокупное про- и противовоспалительное действие на нейроны через действие, соответственно, про- (Mg) и противовоспалительной (Mb) субпопуляций микроглии. Здоровые нейроны (N) спонтанно (генетическая форма болезни) или под действием провоспалительных факторов (спорадическая форма болезни) переходят в состояние стресса (Ns), что первоначально активирует защитные свойства клеток, препятствующие их гибели. При усилении или хроническом течении воспаления реактивная микроглия меняет спектр синтезируемых факторов с репаративного на повреждающие, увеличивая количество гибнущих нейронов (Nb), которые активируют глиальные клетки, тем самым замыкая патофизиологический самоподдерживающийся цикл.

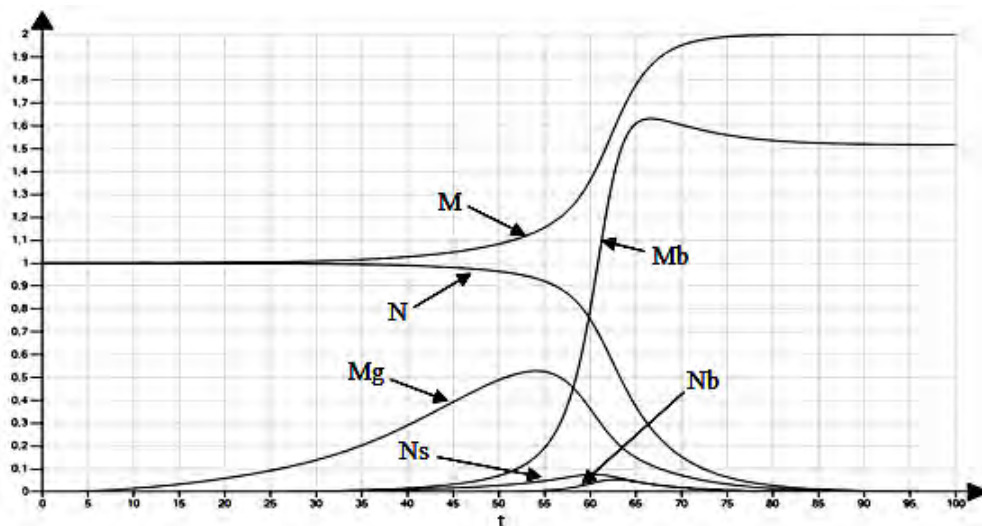


Рис. 1. Динамика численности клеточных популяций при болезни Паркинсона (объяснение в тексте)

Поскольку нейровоспаление сопровождается и другими нейродегенеративными заболеваниями [11], предлагаемая математическая модель может быть использована для исследования других патологий. Понимание количественного баланса различных механизмов нейродегенерации может иметь решающее значение для определения мишеней надлежащих терапевтических вмешательств, что чрезвычайно важно, учитывая гетерогенный характер БП и других нейродегенеративных заболеваний.

Список литературы

1. Ризниченко Г. Ю. Лекции по математическим моделям в биологии. / Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2011. 232 с.
2. Сергеева Т. Н., Сергеев В. Г., Чучков В. М. Клеточные механизмы хронического нейровоспаления // Морфологические ведомости. 2014. № 4. С. 26–31.
3. Cohen D., Kuperstein I., Barillot E., et al. From a biological hypothesis to the construction of a mathematical model // Methods Mol. Biol. 2013. Vol. 1021. P. 107–125.
4. Glass C. K., Saijo K., Winner B. et al. Mechanisms underlying inflammation in neurodegeneration // Cell. 2010. Vol. 140. P. 918–934.
5. Hirsch E.C., Hunot S. Neuroinflammation in Parkinson's disease: a target for neuroprotection? // The Lancet Neurology. 2009. Vol. 8, № 4. P. 382–397.
6. Levesque S., Wilson B., Gregoria V. Reactive microgliosis: extracellular μ -calpain and microglia-mediated dopaminergic neurotoxicity // Brain. 2010. Vol. 133. P. 808–821.
7. Mosley R.L., Hutter-Saunders J.A., Stone D. K., et al. Inflammation and adaptive immunity in Parkinson's disease // Cold Spring Harbor perspectives in medicine. 2012. Vol. 2. a009381.
8. Nuytemans K, Theuns J, Cruts M, et al. Genetic etiology of Parkinson disease associated with mutations in the SNCA, PARK2, PINK1, PARK7, and LRRK2 genes: a mutation update // Human Mutation. 2010. Vol. 31. P. 763–780.
9. Ouzounoglou E., Kalamatianos D., Emmanouilidou E., et al. In silico modeling of the effects of alpha-synuclein oligomerization on dopaminergic neuronal homeostasis // BMC Systems Biology. 2014. Vol. 8. P. 54.
10. Parkinsonian Disorders in Clinical Practice. Edited by A. H.V. Schapira, A. Hartmann and Y. /Agid. Blackwell Publishing Ltd. 2009.
11. Rezai-Zadeh K., Gate D., Town T. CNS Infiltration of Peripheral Immune Cells: D-Day for Neurodegenerative Disease? // Neuroimmune Pharmacol. 2009. Vol. 4, P. 462–475.

К. С. Раевских, гр. ОАБ-06.03.01-41ф

Научный руководитель — Н. Ю. Шунайлова

**РЕДОКС-ПОТЕНЦИАЛ И БЕЛКОВЫЙ СПЕКТР ПЛАЗМЫ КРОВИ
У ПАЦИЕНТОВ С БОЛЕЗНЬЮ ПАРКИНСОНА**

Одной из актуальных проблем медицинской науки является разработка методов неинвазивной диагностики состояния больных. В последние годы возрождается интерес к изучению редокс-потенциала (РП) плазмы крови и предпринимаются успешные попытки связать величину РП с биохимическими показателями [1]. Ценность информации, полученной при измерении РП крови, состоит в том, что величина потенциала отражает состояние окислительно-восстановительного равновесия, сложный баланс прооксидантных и антиоксидантных систем.

Интересным представляется исследование РП у пациентов с болезнью Паркинсона (БП), в патогенезе которой существенную роль играет оксидативный стресс, влияющий на величину РП.

Помимо низкомолекулярных факторов оксидативного стресса, величина РП во многом определяется белковым составом плазмы и структурой белков [1]. В патогенезе болезни Паркинсона ведущая роль отводится нарушению в нейронах процессов биосинтеза, фолдинга и окислительным модификациям белков, в частности альфа-синуклеина [2]. Обнаружена связь уровня альфа-синуклеина плазмы крови с показателями, характеризующими окислительно-восстановительный гомеостаз крови [3]. Однако детальные механизмы формирования РП плазмы крови и изменений этого показателя при болезни Паркинсона остаются неясными.

Целью нашей работы являются изучение величины редокс-потенциала и сопоставление этого показателя с уровнем различных белков плазмы крови пациентов с болезнью Паркинсона.

Измерения РП осуществлялись с помощью платинового электрода и мультиметра «Актаком 1118». Оценивались значения РП в начальный момент (РП₀) и через 10 минут после на-

чала измерения (РП₁₀). В параллельных пробах определяли концентрацию общего белка (набор «Общий белок-Витал», Россия), концентрацию альбумина (набор «Альбумин-Витал», Россия) и проводили DISK-электрофорез в полиакриламидном геле (ПААГ). Измерения проводились на 3 группах испытуемых: 1 группа — лица с БП на ранней стадии (n = 8); 2 группа — пациенты с БП на поздней стадии (n = 10); 3 группа — лица соответствующего пола и возраста, не страдающие неврологическими заболеваниями (n = 11).

В контрольной группе показатели РП₀ в среднем были несколько ниже таковых у пациентов с БП. В контрольной группе средние значения РП₀ составили 17±34 мВ, тогда как РП₀ при ранней стадии БП равен 18±20 мВ, а на поздней стадии 23±22 мВ. Однако РП₀ отдельных пациентов в большинстве случаев имел тенденцию к снижению в патологическом состоянии (РП₀ контрольной группы находятся в диапазоне 15–30 мВ, при ранней стадии БП диапазон составляет от –3 до –30 мВ при поздней стадии БП диапазон от –11 до –30 мВ). Во всех исследованных группах показатели РП₁₀ смещались в область отрицательных значений, по сравнению с РП₀. РП₁₀ в контроле составляет в среднем –21±11 мВ, на ранней стадии БП — в среднем –19±18 мВ, на поздней стадии среднее значение равно –10±14 мВ. У пациентов с поздними стадиями БП РП₁₀ менее отрицательный, чем у лиц с ранними стадиями заболевания.

Концентрация общего белка в плазме крови страдающих болезнью Паркинсона снижается в группе как с ранней (60±7 г/л), так и с поздней стадией заболевания (62±5 г/л). Тогда как в контрольной группе в среднем концентрация общего белка – 67±9 г/л. Содержание общего белка в контрольных пробах соответствует норме, которая находится в пределах от 65 до 85 г/л, а в пробах плазмы больных на ранней и поздней стадии болезни Паркинсона находятся немного ниже нормы. На поздней стадии заболевания по сравнению с ранней стадией и контролем усиливается зависимость между амплитудой РП, РП₁₀ и общим белком. С амплитудой РП связь отрицательная, а с РП₁₀ – положительная.

Концентрация альбумина в исследованных группах не имела достоверных различий и оказалась близка к показателям возрастной нормы (35–50 г/л). Однако интересны данные корреляционного анализа – уровень альбумина имеет сильную отрицательную связь с показателями РП₀ и РП₁₀ у пациентов с ранними стадиями БП. В контроле и у лиц с поздними стадиями БП данная связь не обнаруживается. Это позволяет предположить участие альбумина в формировании значения РП именно на ранних стадиях заболевания. Известно, что альбумин участвует в поддержании внутрисосудистого коллоидно-осмотического давления, обладает конъюгирующими и инактивирующими свойствами, выполняет антиоксидантные функции. Регуляция этих процессов осуществляется не только за счет количественного содержания альбуминов, но и их конформационных изменений и химических модификаций [4, 5].

С помощью электрофореза в ПААГ получен спектр следующих белков: гамма-глобулины, бета-глобулины, альфа-1- и альфа-2-глобулины, альбумин, преальбумин, ретинолсвязывающий белок. Обнаружено снижение содержания белков в плазме пациентов с БП относительно контрольной группы. Наименьшее снижение на ранней стадии БП — 13 % — зарегистрировано для гамма-глобулинов, а наибольшее снижение наблюдается для ретинолсвязывающего белка — на 83 %. На поздней стадии БП наименьшее снижение среди всего спектра белков присуще также гамма-глобулинам (на 24 %, относительно контроля) и наибольшее снижение — для ретинолсвязывающего белка (на 88 %, относительно контроля). Однако фибриноген, наоборот, имеет тенденцию к повышению своего уровня при БП на 21 % при ранней стадии и на 20 % при поздней стадии по сравнению с контролем. Значения альбумина не имеют резких изменений в патологическом состоянии, как и было показано при измерении концентрации альбумина с помощью биохимических наборов.

Корреляционный анализ между спектром этих белков и значениями РП выявил в основном положительные корреляционные связи между белковыми фракциями и значением РП₀ и РП₁₀. Причем большинство связей наблюдается в группе пациентов на ранней стадии БП. Это может свидетельствовать о том, что с развитием заболевания меняется как конформация, свойства и, вероятно, структура отдельных белков, так и характер взаимодействий белков друг с другом и функционирования их в совокупности.

Результаты наших исследований показали, что редокс-потенциал плазмы крови снижен у пациентов с болезнью Паркинсона по отношению с показателями потенциала у практически

здоровых лиц. Кроме того, выявлены различия между стадиями болезни Паркинсона. Редокс-потенциал при поздней стадии заболевания более положительный и значения его выше по сравнению с контролем.

Фракционный состав белков плазмы крови количественно различается у лиц контрольной группы и пациентов с болезнью Паркинсона. Количество многих белков при патологии оказывается ниже контрольных показателей. При развитии болезни Паркинсона происходит перестройка взаимосвязей между величиной редокс-потенциала и соотношением белковых фракций плазмы крови.

Измерение редокс-потенциала в плазме крови может быть дополнительным способом диагностики состояний, сопровождающихся воспалительным процессом, который связан с оксидативным стрессом.

Список литературы

1. Андреев В. Н., Евсеев А. К., Гараева Г. Р., Гольдин М. М. Сопоставление редокс-потенциала и антиоксидантной активности сыворотки крови // Молекулярная медицина. 2013, №4. С. 37–40.
2. Uversky V.N., Eliezer D. Biophysics of Parkinson's disease: structure and aggregation of alpha-synuclein // Curr. Protein Pept. Sci. 2009. V. 10, № 5. С. 483–499.
3. Механизмы формирования редокс-потенциала плазмы крови у пациентов с болезнью Паркинсона / И. А. Черенков, В. Г. Сергеев, И. Л. Иванова [и др.] // Здоровье, демография, экология финно-угорских народов. 2015. № 4. С. 94–96.
4. Копытова Т. В., Коткова Е. В., Добротина Н. А. Окислительная модификация альбумина сыворотки крови человека при воспалительном заболевании кожи // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. 2014, №3 (1). С. 65–69.
5. Полимона А. М. Роль свободных радикалов в развитии нейродегенеративных процессов в ткани мозга и методы оценки окислительного стресса при болезни Паркинсона: дис.... канд. биол. наук. М. 2015. С. 86–93.

А. А. Русинова, гр. ОАБ-05.03.06-31

Научный руководитель — В. А. Шадрин

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ЛЕСОПАРКОВОЙ ЗОНЫ ГОРОДА ИЖЕВСКА ПОД ВОЗДЕЙСТВИЕМ РЕКРЕАЦИИ (НА ПРИМЕРЕ ПАРКА КОСМОНАВТОВ)

По мере нарастания темпов урбанизации качество жизни человека в городе все более актуализируется со степенью сохранения компонентов природной среды, особенно с ее автотрофной составляющей. Самыми существенными объектами экологической реабилитации жизни населения являются городские парки. В то же время чем меньше в городе парков, тем большими оказываются рекреационные нагрузки на единицу оставшейся парковой территории. В этих условиях природный комплекс подвергается антропогенной трансформации и деградирует или исчезает полностью.

Для определения степени антропогенной трансформации лесопарковой зоны Ижевска под воздействием рекреации нами было выбрано в качестве объекта исследования одно из перспективных, динамично развивающихся мест семейного отдыха — парк Космонавтов, сформированный на базе сохранившейся лесопарковой зоны.

В связи с вышесказанным *целью* нашего исследования является изучение состояния растительного покрова парка Космонавтов и оценка его антропогенной трансформации под воздействием рекреации. Для достижения цели нами были поставлены следующие *задачи*. 1. Определить и установить экотопические и биотопические особенности составляющей растительного покрова — флоры с последующим их картографированием. 2. Выявить и изучить видовое богатство и биоразнообразие растительного покрова. 3. Проанализировать основные фитологические параметры формирования растительного покрова (таксономические, фитогеографические, эколого-ценотические, биоморфологические). 4. Выявить степень антропогенной

трансформации растительного покрова по известным параметрам; 5. Разработать рекомендации по снижению и урегулированию рекреационной нагрузки на территорию.

В период проведенных в 2015 году исследований нами были получены следующие результаты. На территории парка было выявлено 8 экотопов, где развиваются свои отдельные парциальные флоры: мелколиственный лес, темнохвойный лес, широколиственный лес, смешанный темнохвойно-широколиственный лес, широколиственно-мелколиственный лес, смешанный мелколиственно-широколиственно-хвойный лес, газоны и луга. Их, в свою очередь, по степени антропогенной нагрузки, объединили в более общие биотопические ландшафтные составляющие: центр, юг, запад, восток и север.

В результате изучения выделенных экотопов на данное время выявлено произрастание 74 видов сосудистых растений, относящихся к 66 родам и 29 семействам, что отражает невысокое богатство флоры, во всяком случае, на более меньшей территории дачи Башенина города Сарапула отмечено 148 видов. Наибольшим количеством видов выделяется мелколиственно-широколиственный лес (43 вида) и мелколиственно-широколиственно-хвойный лес (40 видов). Высокое флористическое богатство этих экотопов объясняется тем, что в них встречаются виды, характерные для разных типов сообществ, где наблюдается экотонный эффект. Кроме этого, они, как объекты рекреации, испытывают постоянное антропогенное влияние, вследствие чего сюда активно привносятся синантропные, или сорные виды. Наименьшее количество видов обнаружено в темнохвойном лесу – 20 видов.

Спектр 10 ведущих семейств в порядке убывания числа видов составляют такие семейства как: *Rosaceae* (14 видов), *Asteraceae* (10), *Poaceae* (8), *Salicaceae* (4), *Apiaceae* (4), *Lamiaceae* (4), *Pinaceae* (3), *Fabaceae* (3), *Liliaceae* (2), *Polygonaceae* (2). Доля видов этих семейств для территории парка составляет 72,97 %, что указывает на явные процессы синантропизации сохранившейся естественной флоры лесопарка. Среди парцелл наименьшее значение данного параметра отмечено для широколиственно-мелколиственного леса (52,94 %), максимальное значение — для газонов (92 %), что вполне объяснимо оказываемой на них соответствующей антропогенной нагрузкой. На ландшафтном биотопическом уровне наименьшее значение доли видов ведущих семейств имеет восточная часть — 60,32 %, наибольшее — южная (92%).

Анализируя фитогеографические особенности флоры, мы выявили следующие типы ареалов: бореальный (68,92 %), неморальный (16,22 %), адвентивный (5,41 %), степной (2,70 %) и гемикосмополитный (6,76 %). Лидирование группы бореальных и неморальных видов характерно для зонального развития растительного покрова, как территории парка, так и Удмуртии в целом. Доля адвентивных, или пришлых видов сравнительно небольшая и составляет всего 5,41 %, что по всему объясняется относительной молодостью создания парка (1969 год).

В эколого-ценотической структуре флоры преобладают виды лесного ценотического комплекса (48,65 %), что, несомненно, связано с сохранившимися лесными экотопами. Антроподинамические тенденции в развитии флоры отражаются в повышенном участии видов открытых местообитаний (8,11 %), которые в большей степени представлены рудеральными видами.

Анализ распределения растений территории парка по биологическому спектру жизненных форм Раункиера показывает явное доминирование гемикриптофитов (59,46 %), что свойственно умеренно-холодным голарктическим флорам бореальной области. Наличие лесных участков дополняет спектр группой фанерофитов (22,97 %). Доля хамефитов, как наиболее уязвимых жизненных форм, незначительна (1,35 %).

Спектр распределения основных биоморф — малолетних и многолетних видов — показывает, что исследуемая территория сохраняет тенденции естественного развития. Так, доля малолетних видов составляет всего 8,11 %, тогда как в антропогенно трансформированных флорах на их долю приходится 30 % и более. Наибольшая доля малолетних видов наблюдается в парциальных флорах лугового и газонного типа экотопов, однако и она далека от критического значения (12–12,5 %). Доля малолетних видов в лесных экотопах составляет 3–6 %, то есть лесные зоны сохраняют природные черты развития. Биотопы содержат примерно равную долю малолетних видов (5–6 %) за исключением южного, где она достигает 12 %.

С усилением антропогенного прессинга увеличивается присутствие синантропных видов, соответственно их большая доля будет указывать на степень изменения природной среды.

Отсюда, на территории парка этот показатель довольно высок — 47,30 %. В связи с этим высок и индекс синантропизации (Is) — 0,90, что свидетельствует о безусловном антропогенном преобразовании растительного покрова парка. В парциальных флорах максимальное значение отмечено для газонов (5,25), минимальное — для темнохвойного леса (0,43). Среди биотопов минимальное — в восточном (0,84), максимальное — в южном (5,25).

На основе проведенного анализа основных параметров трансформации растительного покрова (% видов 10 ведущих семейств, % малолетних видов, % синантропных видов, Is) можно в целом выделить следующие тенденции:

1. Наибольшему антропогенному изменению подвергаются зоны, на которые оказывается соответственно максимальная рекреационная нагрузка. К таким зонам относятся парциальные флоры газонного и лугового типа экотопов, среди биотопов – это южный и центральный, где сосредоточена основная часть газонов. Наименьший уровень трансформации растительного покрова выявлен для лесных участков парка и восточного биотопа.

2. Для сохранения парковой зоны в благоприятном состоянии необходимо снижение уровня рекреационной нагрузки, оказываемой на территорию, или его регулирование. Для этого необходимо создание новых парковых зон в городе. В настоящее время, к сожалению, в Ижевске функционируют лишь 4 официальных парка. Это один из самых низких показателей в России.

Кроме этого, массовые празднования необходимо проводить не в лесных экотопах как природных энклавах урбанизированной среды, а на специально оборудованных для этих целей площадках, территориях.

И, что немаловажно и актуально, — необходимо организовать ликвидацию имеющихся мусорных свалок и обеспечить установку достаточного количества контейнеров для мусора.

М. Р. Сайтеев, гр. ОАБ-05.03.03-41

Научный руководитель — Е. А. Рублева

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ДАННЫХ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ В СЕЛЬСКОМ И ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВАХ

В настоящее время спутниковые системы дистанционного зондирования земли получают широкое распространение в различных отраслях народного хозяйства. Внедрение подобного рода систем позволяет решать целый комплекс задач, не прибегая к непосредственному контакту с рассматриваемым объектом. Это является большим преимуществом, так как объект может быть труднодоступен ввиду его территориального положения, или же прямой доступ может быть политически неудобен. Данные системы имеют обширную зону покрытия и не ограничены государственными или иными границами. Также следует отметить актуальность предоставляемой информации, которая обеспечивается возможностью постоянного обновления данных. Открытость тоже является одним из преимуществ, так как данные имеют цифровой формат, их распространение может быть ограничено только местным законодательством. Следует отметить достоверность данных, которая в свою очередь обеспечивается достаточным количеством активных спутниковых систем, что делает возможным подтверждение информации из нескольких источников.

В качестве иллюстрации перспективности применения ДДЗ, мы произвели практическое исследование фрагмента территории Городищенского района Волгоградской области (рис. 1).

Многозональный снимок исследуемой территории был получен с информационного ресурса национальной геологической службы США [<http://www.usgs.gov/>]. Снимок был произведен системой Landsat8 и датирован 15.09.2015. Была произведена обработка данных в программе ENVI 4.7. Этот программный продукт применим для решения ряда задач, начиная от визуализации ДДЗ, в том числе многозональных снимков, и заканчивая подготовкой информации к интеграции в геоинформационную среду. Применение данной программы позволило подобрать наиболее информативные комбинации каналов, а также произвести первичную оценку состояния исследуемых территорий. Следует отметить, что на данный момент пользователям постав-

ляются данные, уже прошедшие атмосферную и радиометрическую коррекцию, однако необходимо учитывать, что коррекции подвергались большие объемы данных с использованием усредненных значений. По завершении подготовительных операций можно перейти к применению специализированных инструментов, при данном исследовании — это вегетационные индексы.



Рис. 1. Городищенский район Волгоградской области (каналы 4-3-2)

В настоящее время разработано более полутора сотен вегетационных индексов. Самым известным является NDVI. Этот индекс довольно прост для вычисления, а также имеет хорошую чувствительность к каким-либо изменениям в растительном покрове. Он является простым количественным показателем зеленой, фотосинтезирующей растительности. Рассчитывается индекс по следующей формуле: $NDVI = (NIR - RED) / (NIR + RED)$, соответственно NIR — это коэффициент отражения в ближней инфракрасной зоне спектра, RED — коэффициент отражения в красной зоне спектра. Вегетационный индекс NDVI позволяет устанавливать границы участков пораженной или угнетенной растительности, что позволяет оперативно принимать решения по ликвидации и дальнейшему предупреждению угроз исследуемому растительному покрову.

На первый взгляд принцип расчёта ясен, но для получения корректных результатов нужно соблюсти ряд условий. Необходимо проводить отдельную радиометрическую и атмосферную калибровку исследуемого снимка, также мы можем использовать данные, полученные только во время вегетационного периода, для более корректной идентификации отдельных сельскохозяйственных культур или явлений нам необходимы данные с эталонных участков, а также данные предыдущих исследований.

Применение различных вегетационных индексов в сочетании с оперативной информацией о настоящем состоянии исследуемых объектов является несомненным преимуществом при принятии производственных и управленческих решений в условиях отдельного фермерского хозяйства или сельхозпредприятия. На данном этапе развития технологий использование дистанционных методов наиболее перспективно, так как их применение позволяет в значительной степени сократить трудозатраты и увеличить оперативность ситуационной оценки состояния растительного покрова, что позволит эффективно бороться с возникающими угрозами и наиболее рационально использовать ресурсы.



Рис. 2. Визуализация расчета индекса NDVI

Н. В. Салимулина, гр. 22-31

Научный руководитель — И. М. Копанева

СОЗДАНИЕ ФОТОСХЕМЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ПРОГРАММЫ PHOTOMOD

В настоящее время использование цифровых фотограмметрических станций становится очень востребованным. В нашей стране, например, используется ЦФС PHOTOMOD.

Цифровая фотограмметрическая станция (далее ЦФС) — это набор специальных программных и аппаратных средств, предназначенных для фотограмметрической обработки данных дистанционного зондирования Земли.

Одной из важных функций ЦФС является создание ортофотопланов и фотопланов, а также создание и редактирование цифровых моделей местности и цифровой модели рельефа.

При работе на значительных территориях, покрываемых несколькими маршрутами аэро- или космосъемкой использование отдельных аэроснимков влечет за собой ряд неудобств, таких как недостаточная обзорность изучаемой территории, невозможность измерения площадей и линий, части которых расположены на разных аэроснимках и т. п. Это заставляет соединять отдельные аэроснимки в единое целое, удаляя их перекрывающиеся части. При этом объединять можно как трансформированные снимки, свободные от влияния угла наклона и рельефа местности, так и сами снимки, содержащие все названные искажения. В первом случае в результате монтажа будет получена доброкачественная топографическая основа (фотоплан), а во втором — фотосхема.

Фотосхемой называется фотографическое изображение местности, полученное в результате монтажа рабочих площадей трансформированных снимков.

Важной характеристикой ЦФС является поддержка современных аппаратных средств стереовизуализации. В первых фотограмметрических станциях для стереонаблюдений использовались оптико-механические устройства (специальные насадки на монитор) или анаглифические очки.

При создании проекта можно выделить три основных этапа:

1. Создание или выбор активного профиля — создание локального профиля для размещения всех ресурсов проекта/проектов или подключение созданного сетевого профиля.

2. Создание проекта — создание нового проекта, определение типа проекта, выбор системы координат.

3. Формирование блока изображений проекта — создание маршрутов и загрузка снимков.

В данной работе были использованы снимки на территории Чехословакии, предоставленные фирмой РАКУРС.

Создание фотосхемы — это процесс, требующий достаточно сильного внимания, т. к. многое зависит от того, насколько точно будут подстроены снимки. Первоначально межмаршрутные и одномаршрутные стереопары имеют достаточно сильные расхождения. В ходе работ, проведя взаимное, внутреннее и внешнее ориентирование, получилась фотосхема практически без искажений. Также был получен стереоэффект — ощущение протяжённости пространства и рельефности, возникающее при наблюдении реальных объектов, рассмотрении стереопар, стереофотографий, стереоизображений. Стереоэффект наблюдался при помощи анаглифических очков и использовался для взаимного ориентирования – посадка марки на землю при создании связок. После чего было выполнено внешнее ориентирование с использованием точек триангуляции и получена фотосхема без искажений.

Использование цифровых фотограмметрических станций в настоящее время во многом может облегчить работу. Ряд функций ЦФС, таких как радиометрическая коррекция или цветобаланс помогают подобрать более правильное сочетание цветовых характеристик для снимка для его лучшей читаемости. В данной программе можно не только создать фотосхему, можно также построить цифровую модель рельефа, местности и др.

Д. Н. Сунцова, гр 844-к

Научный руководитель — К. В. Фомина

СОСТОЯНИЕ СТЕНКИ ДУГИ АОРТЫ И ВИСЦЕРАЛЬНОГО ЖИРА У КРЫС, ИММУНИЗИРОВАННЫХ ГЕТЕРОЛОГИЧНЫМИ ЛПВП

Механизм, лежащий в основе атерогенеза, до конца не известен. Считается, что развитие атеросклероза может зависеть от ряда факторов, но их связь в патогенезе атеросклероза до конца не ясна. В последнее время было показано, что образование атеросклеротических бляшек в сосудах может инициировать периваскулярная жировая ткань по механизму «снаружи внутрь», секретировав в избытке провоспалительные цитокины. Секреция провоспалительных цитокинов усиливается при ожирении, которое приводит к дисфункции жировой ткани и дисбалансу в производстве цитокинов. Периваскулярная жировая ткань относится к висцеральному жировому депо, висцеральным жиром также является эпикардиальный и внутриабдоминальный жир. Установлено, что висцеральное ожирение ассоциировано с повышенным риском развития атеросклероза. Так, увеличение толщины эпикардиального жира служит клиническим маркером коронарного атеросклероза у человека, а накопление жира в брюшной полости способствует прогрессированию атеросклероза.

Ранее в исследованиях на модели атеросклероза крыс, вызванного иммунизацией липопротеинами низкой плотности человека, было показано, что иммунизация вызывает у крыс атеросклеротические изменения в стенке дуги аорты и появление эпикардиального жира. Данная модель основана на идее о ведущей роли антител к липопротеинам плазмы в развитии атеросклероза. Учитывая, что у крыс в отличие от человека основной фракцией липопротеинов плазмы являются липопротеины высокой плотности (ЛПВП), цель настоящей работы состоит в том, чтобы выяснить, приведет ли иммунизация гетерологичными липопротеинами высокой плотности к развитию у крыс атеросклеротических изменений в стенке дуги аорты и висцеральному ожирению.

Задачи:

- 1) исследовать продукцию антител против ЛПВП у крыс, иммунизированных ЛПВП человека;
- 2) провести гистологический анализ стенки дуги аорты крыс, иммунизированных ЛПВП человека;
- 3) провести анализ содержания висцерального жира у крыс, иммунизированных ЛПВП.

В эксперименте участвовало 19 крыс Wistar возрастом 8 недель. 13 крыс (5 самок и 8 самцов) были иммунизированы ЛПВП человека (Kalen Biomedical) в составе неполного адьюванта Фрейнда (НАФ) (Sigma) однократно, внутрикожно в дозе 200 мкг. Контрольные крысы получили инъекцию адьюванта. Крысы содержались на стандартном рационе. Титр антител против ЛПВП человека определяли методом иммуноферментного анализа. Через 3 месяца после иммунизации крыс подвергали интракардиальной перфузии. Оценивали объем висцерального жира. Проводили гистологический анализ стенки дуги аорты.

Иммунизация ЛПВП человека вызвала у крыс развитие сильного, длительного, самоподдерживающегося иммунного ответа против введенного антигена.

При гистологическом исследовании стенки дуги аорты крыс, иммунизированных ЛПВП, выявлен широкий спектр изменений. Во-первых, у крыс в ответ на иммунизацию наблюдалась инфильтрация лейкоцитами стенки дуги аорты. Лейкоциты накапливались в адвентиции, была отмечена инфильтрация лейкоцитами сосудов (*vasa vasorum*). Во-вторых, у крыс, иммунизированных ЛПВП человека, обнаружено нарушение структуры стенки дуги аорты. В частности выявлена дезорганизация тканей стенки сосуда, которая проявляется в частичном разрушении эластических волокон, увеличении просвета между ними. Также отмечены увеличение толщины меди, изменение формы ядер гладкомышечных клеток, выявлены очаги частичной потери ткани меди.

Хотя у иммунизированных крыс не выявлены классические атеросклеротические бляшки, обнаруженные изменения можно рассматривать как атеросклеротические, т. к. они типичны для ранних стадий развития атеросклероза человека.

У 85 % крыс, иммунизированных ЛПВП, независимо от пола животного, обнаружено увеличение объема висцерального жира. В частности выявлено образование эпикардиального жира. На сердце контрольных животных эпикардиальный жир не обнаружен. У человека увеличение объема эпикардиального жира рассматривают как маркер атеросклероза, поэтому появление у иммунизированных крыс эпикардиального жира, который в норме у крыс отсутствует, можно считать надежным маркером атеросклероза.

Кроме того, у крыс, иммунизированных ЛПВП, выявлено увеличение объема жира в брюшной полости — внутриабдоминального жира. У контрольных крыс подобного увеличения жира не обнаружено. Известно, что висцеральное ожирение у человека ассоциировано с повышенным риском развития атеросклероза и выступает предиктором развития сердечнососудистых заболеваний.

Как уже было отмечено выше, иммунизация ЛПВП человека вызвала у крыс продукцию антител против ЛПВП. Анализ кинетики антител против ЛПВП человека показал, что сила иммунного ответа не влияет на развитие висцерального ожирения. Увеличение висцерального жира отмечено как у крыс с сильной продукцией, так и у крыс со сравнительно слабой продукцией антител против ЛПВП. Следовательно, для развития у крыс атеросклеротических признаков решающее значение имеет не сила иммунного ответа против ЛПВП, а факт его развития.

Таким образом, однократная иммунизация ЛПВП человека вызвала у крыс увеличение количества жира в брюшной полости, появление эпикардиальной жировой ткани, а также атеросклеротические изменения в стенке дуги аорты. Все выявленные изменения воспроизводят признаки, характерные для человеческого атеросклероза.

*А. С. Сухих, Е. Л. Кудашева, гр. ОМ-06.04.01.01-11, Т. В. Храмова — аспирант
Научный руководитель — И. В. Меньшиков*

ИССЛЕДОВАНИЕ ИДИОТИПИЧЕСКИХ МЕХАНИЗМОВ ИММУНОРЕГУЛЯЦИИ ОПУХОЛЕВОГО РОСТА В ЭКСПЕРИМЕНТАХ IN VITRO

В настоящее время механизм возникновения и развития опухолевых заболеваний не изучен, вследствие чего не существует патогенетического лечения. В качестве причин развития опухолевого роста сегодня рассматривается множество факторов различной природы приводящих к нарушению регуляции клеточного цикла. Однако не в каждом случае это приводит к раз-

виту опухоли. Меньше внимания сегодня уделяется механизмам системного контроля опухолевого роста со стороны многоклеточного организма. В качестве одной из ведущих систем контроля опухолевого роста уже более ста лет рассматривается иммунная система [1]. В то же время до сих пор остается не выясненным, как она работает.

Есть основания полагать, что иммунная система участвует в регуляции пролиферативной активности клеток и тканей в норме, ключевую роль в которых играют аутореактивные лимфоциты [2, 3, 4]. Существующие сегодня факты свидетельствуют о наличии в относительно небольших количествах аутореактивных лимфоцитов и аутоантител в норме. Низкий уровень аутореактивных лимфоцитов в присутствии аутоантигенов в организме предполагает достаточно сильный их негативный контроль. В соответствии с теорией идиотипической сети Н. Эрне, все лимфоциты организма способны к специфическому взаимодействию между собой посредством комплементарного взаимодействия антигенраспознающих рецепторов друг друга [2]. Такие взаимодействия называются идиотип-антиидиотипическими и лежат в основе формирования иммунной сети. Согласно гипотезе данного исследования, антиидиотипические антитела регулируют активность аутореактивных лимфоцитов, специфичных к тканевым антигенам. Регуляция осуществляется по типу отрицательной обратной связи. Нарушения в этой регуляции могут приводить к нарушению контроля над пролиферацией и патологическому разрастанию ткани.

В проведенных ранее исследованиях *in vivo* нами была выявлена ассоциация высокого уровня антиидиотипических антител при раке щитовидной железы с метастазами, что свидетельствует в пользу нашей гипотезы [6]. В организме может быть множество факторов различной природы, оказывающих влияние на развитие опухоли. Многие из факторов сложно контролировать *in vivo* в условиях клинических исследований. Проведение исследований *in vitro* позволяют не только стандартизовать условия проведения эксперимента, но и моделировать изучаемое явление. Поэтому для проверки гипотезы был проведен эксперимент *in vitro* на экспериментальной модели иммунного ответа к опухоли щитовидной железы. Цель эксперимента заключается в исследовании идиотипических механизмов иммунорегуляции опухолевого роста. Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи: 1) исследовать активность аутореактивных лимфоцитов в культуре в присутствии опухолевых клеток щитовидной железы; 2) определить влияние аутоплазмы на активность лимфоцитов в присутствии клеток щитовидной железы.

Исследование проводилось совместно с БУЗ УР РКВД им. С. Г. Примушко МЗ УР. В качестве клеток-стимуляторов для аутореактивных лимфоцитов были использованы клетки опухоли щитовидной железы. Опухолевые клетки были выделены из фрагмента ткани, полученного при операции по резекции или удалению щитовидной железы у больных с заболеваниями щитовидной железы различной степени злокачественности. Разделение ткани на клетки осуществлялось путем механического измельчения, а затем — обработкой 0,25 % раствором трипсина.

Аутоплазма и аутореактивные лимфоциты были выделены из периферической крови, взятой до операции у тех же больных. Аллоплазма была получена из периферической крови здоровых доноров.

Лимфоциты разделялись на несколько частей, которые подвергались обработке аутоплазмой, аллоплазмой, питательной средой с последующим отмыванием.

Для постановки культуры клетки щитовидной железы и лимфоциты разводили до концентрации 1×10^6 /мл и совместно культивировали в течение 5 дней при температуре 37 °С, концентрации CO₂ 5%. В качестве агента, подавляющего пролиферацию клеток-стимуляторов, был использован митомицин С в концентрации 50 мкг/мл (Sigma, США). Активность аутореактивных лимфоцитов оценивали по количеству потребленной глюкозы из питательной среды.

Активность лимфоцитов на клетки щитовидной железы в культуре была значительно выше у онкологических больных с метастазами, чем у больных без метастазов и имеющих доброкачественную опухоль.

В группе больных раком без метастазов обработка лимфоцитов аутоплазмой во всех случаях приводила к подавлению активности. Тогда как в аналогичных экспериментах на здо-

ровых крысах был обнаружен нормализующий эффект аутоплазмы, т. е. стимулирует низкую активность и подавляет высокую, что свидетельствует о регуляторном характере влияния аутоплазмы на лимфоциты. Обработка лимфоцитов аллоплазмой не влияет на активность лимфоцитов. Этот факт указывает на наличие специфической реакции аутоплазмы на лимфоциты и поэтому может быть следствием регуляторного эффекта идиотипических и антиидиотипических антител на лимфоциты.

Больные раком с метастазами отличались от больных без метастазов высоким уровнем активности в присутствии аутоплазмы. Так, у одного из исследованных больных с диагнозом папиллярный рак без метастазов нами был обнаружен уровень пролиферации аутолимфоцитов, обработанных аутоплазмой, указывающий на наличие метастатического процесса. Действительно, при уточнении диагноза у данного больного подтвердилось наличие метастазов в лимфоузлах шеи. Наблюдаемое различие может использоваться как клинический маркер метастазирования.

Таким образом, в данном исследовании было показано наличие реакции аутореактивных лимфоцитов периферической крови по отношению к опухолевым клеткам щитовидной железы. Обработка лимфоцитов аутоплазмой вызовет специфическую реакцию лимфоцитов, а также то, что в аутоплазме имеются специфические антилимфоцитарные антитела, обладающие контролирующим эффектом по отношению к аутореактивным лимфоцитам. По уровню активности аутореактивных лимфоцитов, обработанных аутоплазмой, можно отличить рак щитовидной железы с метастазами от рака щитовидной железы без метастазов. Данное явление может представлять клинико-диагностическую ценность.

Список литературы

1. Wolf-Hervé Fridman. *Frontiers in Tumor Immunity: Grand Challenge “cancer and immunity: a family drama”*. August 2011, Volume 2, Article 34, doi: 10.3389/fimmu.2011.00034
2. Бабаева А. Г. Иммунологические механизмы регуляции восстановительных процессов / А. Г. Бабаева. М.: Медицина. 1972. 159 с.
3. Донцов В. И. Регуляция лимфоцитами клеточной пролиферации — альтернатива теории “противоопухолевого надзора”? // *Иммунология*. 1989. № 5. С. 94–96.
4. Kevin H. Toomer¹ and Zhibin Chen^{1,2*} Autoimmunity as a double agent in tumor killing and cancer promotion March 2014, Volume 5, Article 116, doi: 10.3389/fimmu.2014.00116
5. Jerne N. K. The immune system. *Sci. Am.* / N. K. Jerne. 1973. № 229. P. 52.
6. Антиидиотипические антитела к тиреоглобулину как маркер метастазирования при раке щитовидной железы / Т. В. Храмова [и др.] // *Российский иммунологический журнал*. 2015. Том 9 (18). №2 (1). С. 170–171.

М. И. Кортаева, ОМ – 06.04.01.03 – 11

Научный руководитель — Е. А. Мадера

Консультант по иностранному языку — Н. Н. Черкаска

ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ГЛЮКОЗЫ В ПЛАЗМЕ КРОВИ ПРИ ЗАНЯТИЯХ КИНЕЗИТЕРАПИЕЙ THE CHANGE OF GLUCOSE CONCENTRATION IN BLOOD PLASMA AT KINESITHERAPY SESSIONS

Аннотация. Кинезитерапия — одна из форм лечебной физической культуры, которая направлена на укрепление мышечного каркаса, а также лечение и восстановление позвоночника и суставов. Лечение правильными движениями предполагает адаптированные, постепенно возрастающие силовые воздействия, определенные строго индивидуально для каждого пациента. Лечение осуществляется чаще всего с помощью специальных лечебно-реабилитационных тренажеров. Одними из информативных маркеров адаптационных перестроек организма под влиянием физических нагрузок могут являться биохимические показатели. Так, зная, что глю-

коза — это основной источник энергии, изменение ее концентрации в крови отражает изменения в энергетическом обмене исследуемых.

Kinesitherapy is one of the forms of medical physical training, which is aimed at treatment and rehabilitation of the spine and joints.

Treatment involves regular movements adapted and gradually increasing power exposure, strictly defined individually for each patient, taking into account its history, age, physiological and other features, and other diseases associated with the core. Gradual training right (simple and complex) movements leads to their recovery of neuroreflex trophic and metabolism in the human musculo-skeletal system. Treatment is carried out, often with the help of special treatment and rehabilitation simulators.

One of the main requirements for the passage of medical and rehabilitation kinesis therapeutic course on overhead and other simulators is proper breathing, otherwise any movement, performed as part of your exercise program, loses its therapeutic effect.

In order to evaluate the effectiveness of loads, it makes sense to explore the biochemical parameters of blood in people involved in kinesitherapy. As glucose is the main source of energy, therefore, the aim of our work is to determine the changes in the glucose concentration in blood plasma when practicing kinesitherapy.

Our tasks are:

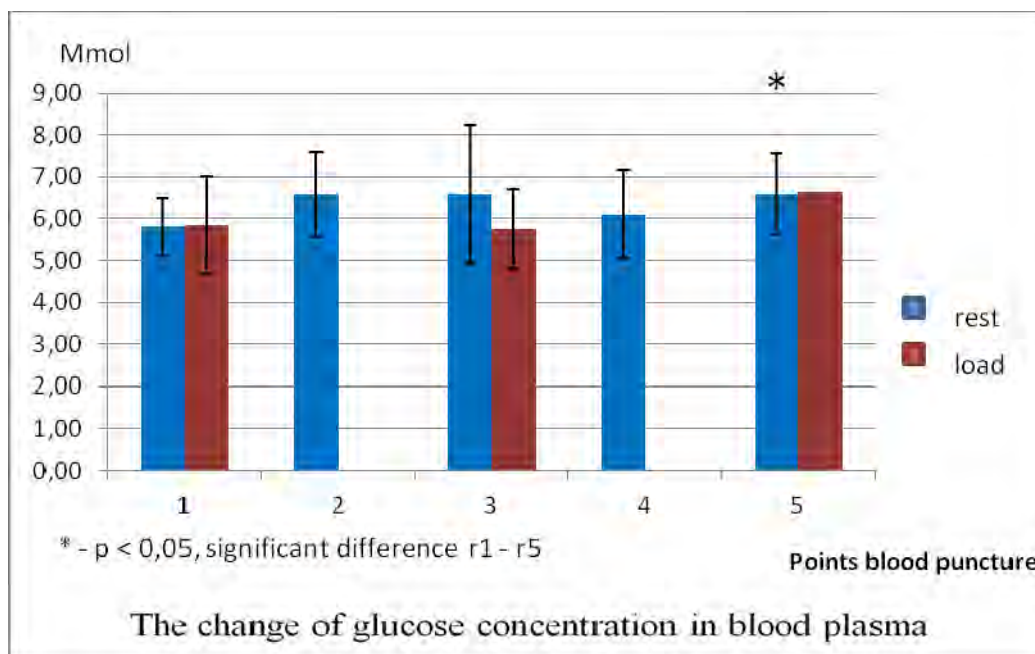
1. The development of methods for determining glucose in blood plasma.
2. Blood puncture in a group of people on the course of kinesitherapy.
3. Determination of plasma glucose concentration in the investigated groups.

The studies were conducted on the basis of Kinesitherapy and Rehabilitation Center and the Udmurt State University. 13 girls aged 17 to 25 took part in the experiment. They don't have pain syndrome, as well as a systematic exercise and they are not engaged in sports professionally. They were engaged in kinesitherapy during the month. One session lasted 40 minutes.

Blood puncture in the test group was carried out 5 times in a month in the center of kinesitherapy and rehabilitation.

For determining glucose in blood plasma the following equipment and materials were used: photometer, dispensers with disposable tips, tubes, tripod, saline, reference material with a known glucose content, certified by this method.

For the determination of plasma glucose enzymatic colorimetric method was used.



The results showed that glucose concentration in blood plasma in the test group is within physiological norms.

On the graph you can see the change of glucose concentration in blood plasma. At the first point there is a slight increase in glucose concentration after a load, which may indicate the process of mobilization of carbohydrates from the depot.

In the second and fourth points puncture was carried out only at rest and there is no significant dynamic of plasma glucose concentration.

At the third point we can notice that after the load glucose concentrations decreased, indicating the process of mobilization of carbohydrates from the depot and waste from the blood.

At the fifth point we can observe a significant change in the concentration of glucose in blood plasma in the first point alone versus plasma glucose concentration at the fifth point alone, indicating the transition to savings of carbohydrates use of fat as an energy source. This can be described as adaptive changes in the test group.

Е. Н. Кузнецова, аспирант

Научный руководитель — О. Г. Баранова

Консультант по иностранному языку — Н. Н. Черкасская

**PULSATILLA URALENSIS: THE FEATURES OF GERMINATING
AND DEVELOPMENT AT THE JUVENILE STAGE IN CONDITIONS IN VITRO
PULSATILLA URALENSIS: ОСОБЕННОСТИ ПРОРАСТАНИЯ И РАЗВИТИЯ
НА ЮВЕНИЛЬНОМ ЭТАПЕ В УСЛОВИЯХ IN VITRO**

Аннотация. В статье рассматриваются результаты поиска оптимальных стерилизующих агентов для ввода семян редкого вида *Pulsatilla uralensis* в культуру *in vitro*, а также результаты наблюдений за развитием проростков *Pulsatilla uralensis* после применения разных стерилизующих семена веществ.

The most laborious stage of microclonal reproduction is the input of plant's explant in culture *in vitro*. This stage is required accounting the features of not only biology of studied species, but sterilizing agent's influence on plant explant. Using seeds as explant is important for reproduction of rare species of plants because a relatively large amount of seeds (if it compared to other types of explants) increases the likelihood of successful micropropagation [2, 5].

The main goal of present research is the search of sterilizing agents that have minimal influence not only with seed's germination but also further development of obtained seedlings of species *Pulsatilla uralensis* (*Zämelis*) *Tzvelev*, that is listed in the Red book of Udmurt Republic and has the third category of rarity [3].

The study was conducted in two stages. The first stage was an estimation of laboratory germination in unsterile conditions. The test of germination was carried out with 16-hour photoperiod and a temperature of 25 degrees Celsius, as these conditions are optimal for *P. uralensis* according to literature [1, 4]. The receiving results of this stage will be considered as control results. The second stage was input of seeds in culture *in vitro* on hormone-free Murashige and Skoog medium [2, 5]. As the sterilizing agents some substances were used and they differ by the chemical nature, concentration and curing time in them. The freshly harvested and plum seeds are used for all experiments.

The balance between normal and abnormal seedlings, undergerminated seeds is showed in the table 1. For seeds of *P. uralensis* the most gentle option of sterilization was a combination of ethanol and hydrogen peroxide (germination ability amounted nearly 90 %). And the hardest option sterilization was a combination of ethanol and agent "Belizna" (germination ability amounted nearly 60 %). The contaminated seeds were not observed in the all variants of experiments.

Table 1

The comparison of sterilizing agents on the effectiveness and teratogenic effects on seeds of *Pulsatilla uralensis*

The variant of sterilization	Normal seedlings, %	Abnormal development of seedlings, %	Undergerminated seeds, %
Control	88,3±3,1	0,0	11,7±3,1
70 % ethanol + 15% hydrogen peroxide	90,0±5,8	3,3±3,3	6,7±3,3
70 % ethanol + 10% «Belizna»	60,0±10,0	16,7±3,3	23,3±8,8
70 % ethanol + 1% silver nitrate	80,0±10,0	10,0±5,8	10,0±5,8
70 % ethanol + 15% hydrogen peroxide + 1% silver nitrate	76,7±14,5	13,3±6,7	10,0±10,0

The use of sterilizing agents in all cases have led to long-drawn germinating and increased the duration of the initial stages of ontogeny, at the same time it is noted a number of anomalies in the development of seedlings. Such events were not observed in the control variant. Combination of ethanol and hydrogen peroxide is slightly influenced on time of germination and next development of seedlings. But ethanol plus “Belizna” are delayed of germination and development of seedlings very much.

As a result the freshly harvested and plum seeds of “red-listed” species *Pulsatilla uralensis* are characterized by high levels of laboratory germination and germination in sterile conditions alike (over 50 %). In the input in culture in vitro the use of different sterilizing agents reduces seed germination and affects the development of seedlings, leads to anomalies. The influence of sterilizing agents on seed germination and development of seedlings should be considered in the selection of sterilizing agents for successful input in the culture in vitro of seeds of *Pulsatilla uralensis*.

Список литературы

1. Баранова О. Г. Обсуждение начальных этапов интродукции *Pulsatilla flavescens* в Ботаническом саду Удмуртского университета / О. Г. Баранова, О. В. Яговкина // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2008. Т. 10, №2. С. 380–387.
2. Бутенко Р. Г. Биология клеток высших растений *in vitro* и биотехнология на их основе / Р.Г.Бутенко. М.: ФБК-ПРЕСС, 1999. 160 с.
3. Красная книга Удмуртской Республики / под ред. О. Г. Барановой. Чебоксары: Перфектум, 2012. 458 с.
4. Яговкина О. В. Эколого-биологические особенности некоторых видов рода *Pulsatilla* Mill. в условиях Удмуртской Республики [Текст] : дис. канд. биол. наук / О. В. Яговкина. Ижевск, 2010. 186 с.
5. Smith R.H. Plant tissue culture. Techniques and experiments / R.H. Smith. San Diego: Academic press, 2013. 188 p.