

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ  
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ

«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА»



# *Герценовские чтения*

Материалы межвузовской  
конференции молодых ученых

*5—11 апреля 2016 года*

# 16

Санкт-Петербург  
2016





# *Герценовские чтения*

Материалы межвузовской  
конференции молодых ученых

5—11 апреля 2016 года

*Выпуск 16*

Санкт-Петербург  
2016

Печатается по решению Совета факультета биологии  
Российского государственного педагогического университета  
имени А.И. Герцена

**Редакционная коллегия:**

кандидат биологических наук, доцент Бредихин В.Н. (ответственный редактор),  
доктор биологических наук, профессор Александров В.Г.,  
доктор педагогических наук, профессор Андреева Н.Д.,  
доктор биологических наук, профессор Атаев Г.Л.,  
доктор сельскохозяйственных наук, профессор Воробейков Г.А.,  
доктор биологических наук, доцент Никитина Е.А.,  
доктор биологических наук, профессор Шамров И.И.,  
кандидат биологических наук, профессор Гвоздев М.А.,  
кандидат биологических наук, доцент Озерский П.В.,  
кандидат биологических наук, доцент Смирнова Т.А.

**Ответственные за выпуск:** доцент Смирнова Т.А., доцент Озерский П.В.

**Г41 Герценовские чтения:** Материалы межвузовской конференции молодых ученых. 5–11 апреля 2016 г. Выпуск 16. СПб.: Издательство РГПУ им. А.И. Герцена, 2016. — 104 с.

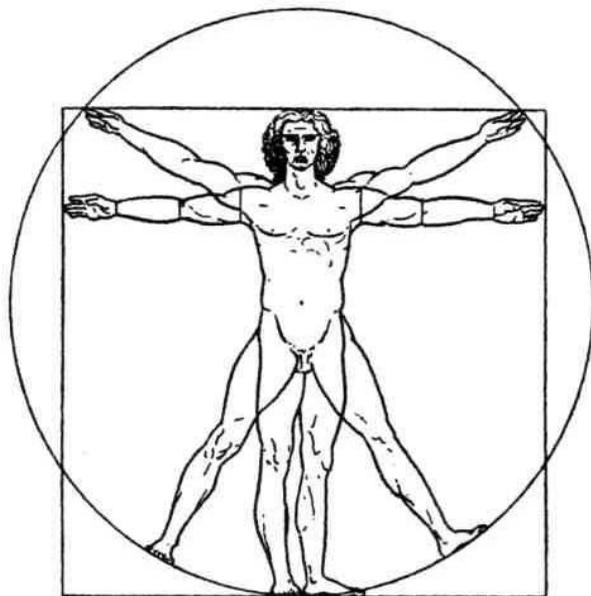
**ISBN 978-5-8064-2238-6**

В сборнике представлены результаты исследований, проводимых молодыми учеными (бакалаврами, магистрантами, аспирантами) по различным направлениям биологии — ботанике и физиологии растений, микробиологии и вирусологии, зоологии и генетике, физиологии человека и животных. Материалы исследований являются разделами выпускных квалификационных работ и диссертаций магистрантов и аспирантов.

ISBN 978-5-8064-2238-6

**ББК 20я431**

© Авторы, 2016



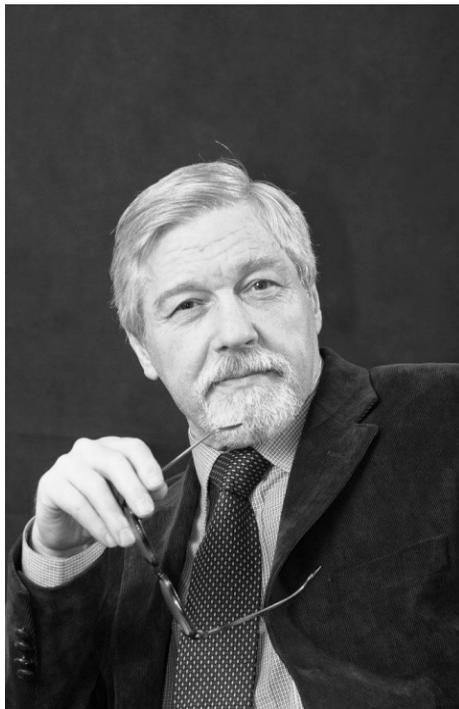
**Секция  
анатомии и  
физиологии  
человека**

## ПАМЯТИ ЮРИЯ АНАТОЛЬЕВИЧА ДАРИНСКОГО

**Смирнова Т.А.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

6 марта 2016 года исполнился год со дня смерти доктора биологических наук, почетного профессора РГПУ им. А.И. Герцена, почетного работника высшего профессионального образования РФ, профессора, заведующего кафедрой анатомии и физиологии человека и животных Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена Даринского Юрия Анатольевича.



Юрий Анатольевич пришел на кафедру осенью 1983 года и в течение 32 лет являлся её бессменным руководителем. Сейчас, вспоминая Юрия Анатольевича, прежде всего, хочется сказать, что он был ярким и незаурядным человеком, талантливым ученым, великолепным лектором, требовательным и справедливым руководителем. Он сумел создать на кафедре удивительную атмосферу доброжелательности, сотрудничества, взаимопонимания и творческого отношения к профессии.

Юрий Анатольевич родился 11 апреля 1942 года в семье известного ученого, советского педагога и методиста по географии, впоследствии доктора педагогических наук, профессора Даринского Анатолия Викторовича.

Юрий Анатольевич окончил биолого-почвенный факультет ЛГУ им.

А.А. Жданова по кафедре физиологии человека и животных. Вспоминает одноклассник Юрия Анатольевича, а сейчас профессор кафедры зоологии нашего факультета Гвоздев Михаил Александрович. «В студенческие годы Юрий Анатольевич был лидером, заводилой и душой курса. Как-то наш курс целый месяц работал в колхозе. На празднике по окончании уборки урожая состоялся концерт художественной самодеятельности с песнями под гармошку и русскими плясками, организованный силами колхозников. В разгар веселья ведущий обратился к студентам с предложением принять участие в концертной программе. Мы не были готовы к такому повороту событий. И вдруг Юра Даринский поднимается на сцену и объявляет, что он

будет петь, если гармонист ему подыграет. Оставлю за рамками повествования вокальные возможности самодельного артиста. Здесь главное то, что Юра спас положение, его выступление вызвало бурю эмоций и хоровую поддержку зала. Потом начались танцы».

Около 20 лет Юрий Анатольевич проработал научным сотрудником Института физиологии им. И.П. Павлова АН СССР. Сферой его научных интересов были морфо-функциональные перестройки в центральной нервной системе при функциональных нагрузках. По результатам своих научных исследований в 1969 году Юрий Анатольевич защитил кандидатскую диссертацию, а всего через десять лет и докторскую диссертацию. Позже, читая лекции студентам факультета биологии, Юрий Анатольевич очень увлекательно рассказывал об особенностях экспериментальной работы в научной лаборатории, о методических приемах изучения нейронов - самых сложных и высокоспециализированных клеток организма человека. Следует отметить, что немало студентов, прослушав курс лекций по физиологии возбуждения и центральной нервной системы, с энтузиазмом выполняли под его руководством дипломные работы. Некоторые студенты выбирали для себя научную деятельность в качестве профессиональной, поступали в аспирантуру и успешно её заканчивали.

Из отзывов студентов о преподавательской деятельности Ю.А. Даринского: «способен доступно донести сложное содержание материала, умеет увлечь предметом, всегда концентрирует внимание аудитории на практической пользе изучаемой дисциплины, обладает чувством юмора, предъявляет высокие требования к студентам при сдаче экзамена».

Ю.А. Даринский опубликовал более 170 научных трудов, в том числе учебники и учебные пособия: «Практикум по биологии человека», «Физиологические основы валеологии», «Общая и возрастная физиология», «Физиология человека и животных», «Практикум по физиологии человека».

За тридцать с лишним лет сотрудникам кафедры приходилось участвовать в самых различных исследовательских проектах под руководством Юрия Анатольевича. Вспоминается интересный междисциплинарный проект «От теории коммуникации и герменевтики к гуманитарным технологиям в образовании и социальной сфере». Результаты научных исследований в этой области послужили основой для целого направления студенческих работ, в которых рассматривалась взаимосвязь между формированием гендерного пола человека и его психофизиологическими характеристиками, в частности, стрессоустойчивостью.

Традиции, заложенные профессором Ю.А. Даринским, продолжают жить в стенах нашей кафедры и в сердцах его коллег и учеников.

Доцент кафедры Смирнова Т.А.

## ИССЛЕДОВАНИЕ МИГРАЦИОННЫХ СПОСОБНОСТЕЙ КЛЕТОК КУЛЬТИВИРУЕМЫХ ЛИНИЙ ГЕПАТОМЫ ЗАЙДЕЛА

**Андреев Г.В.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Изучение закономерностей миграции отдельных опухолевых клеток необходимо для понимания механизмов метастазирования. Способность опухолевых клеток менять тип движения (пластичность) в зависимости от свойств микроокружения является ключевым фактором, который позволяет преодолевать тканевые барьеры и образовывать метастазы (Александрова, 2013).

Исследование миграционных способностей опухолевых клеток мы изучали на клетках метастатической асцитной гепатомы Зайдела, переведенных в культуру *in vitro* в Лаборатории цитологии опухолевого роста ФГБУ науки Института цитологии РАН. В результате клонирования культивируемой монослойной линии гепатомы Зайдела сотрудниками лаборатории были получены клональные линии с признаками опухолевых стволовых клеток (ОСК) и опухолевых прогениторных клеток (ОПК).

Задачи исследования – изучение и сравнение миграционных способностей ОСК и ОПК клональных линий гепатомы Зайдела.

Методы исследования – культивирование клеток; определение миграционной способности клеток с помощью теста на «заращение раны» (Scratch test). Степень зарастания «раны» фиксировали в течение 24 часов с использованием инвертированного микроскопа ЛОМО Биолам П-1 (объектив 10х, окуляр 6,3х) и цифровой фотокамеры. Долговременное прижизненное наблюдения за клетками во время зарастания раны проводили с использованием видеомикроскопа AxioObserver.Z1. Изображения клеток регистрировали с помощью цифровой камеры AxioCam HRm в режиме цейтраферной съемки через каждые 2 мин. Анализ изображений проводили в с использованием программы анализа изображений ImageJ (NIH, USA).

Результаты исследования. Впервые проведено исследование миграционных способностей клеток культивируемых линий с признаками ОСК и ОПК, полученных при клонировании метастатической опухоли. Использование видеомикроскопии (работа на видеомикроскопе выполнена под руководством и благодаря непосредственному участию заведующего Лабораторией ионных механизмов клеточной сигнализации д.б.н. Ю.А. Негуляева) позволило продемонстрировать высокую миграционную активность клеток. Выявлены принципиальные отличия между линиями: ОСК используют индивидуальный тип миграции (рис. 1, А–Е), а ОПК – преимущественно коллективный вариант в сочетании с индивидуальной миграцией клеток (рис. 1, Ж–М). ОСК отличаются автономностью и при появлении свободного пространства отдельные клетки начинают активно в него внедряться. ОПК образуют плотные контакты друг с другом, и движение краев «раны» подобно наползанию волны. Обнаружены два типа индивидуальной миграции: мезенхимный (или фибробластоподобный) и амебоидный, с помощью которого перемещаются ОСК (Те-

рюкова с соавт., 2016). Показано протекание мезенхимально-амебoidного и обратного переходов.

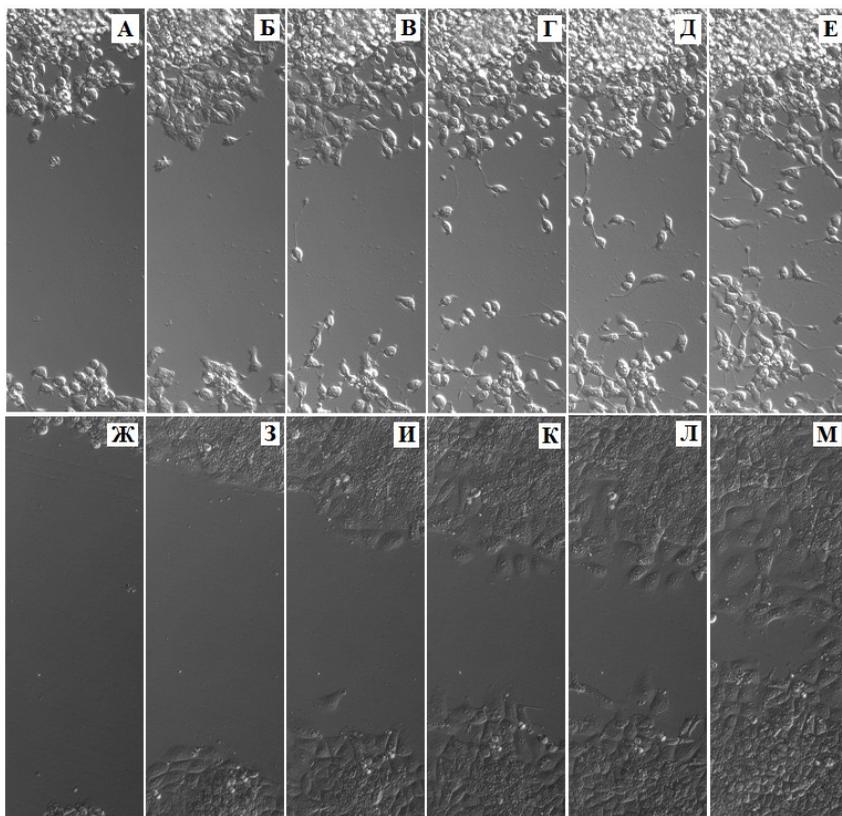


Рис. 1. Тест на «заращение раны» – амебoidный тип миграции опухолевых стволовых клеток (А–Е) и преимущественно коллективная миграция опухолевых прогениторных клеток (Ж–М).

Таким образом, нами было впервые показано, что клональные линии с признаками ОСК, выделенные из метастатической опухоли, содержат мигрирующие опухолевые стволовые клетки, обеспечивающие процесс метастазирования. Показан амебoidный тип миграции метастатических ОСК. Проводится изучение механизмов миграции МОСК с использованием математических методов.

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

*Ардеева К.В.*

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

В последние десятилетия экологические аспекты питания населения приобрели особую актуальность, что послужило основанием для появления нового направления в экологии – экологии питания. Экология питания изучает проблемы количества пищи на планете, проблемы качества пищевых продуктов и проблемы продовольственной безопасности. Парадоксально, что в мире, где производится достаточное количество продуктов питания для каждого жителя планеты, постоянно голодают около 780 млн. человек. В то же время, в развитых странах избыточное питание является причиной самых серьезных заболеваний.

С развитием пищевых технологий, биотехнологии, биохимии и микробиологии появилось огромное количество пищевых и биологически активных добавок, а также генно модифицированных продуктов. Многие люди не осознают последствий загрязненности пищевого сырья и продуктов питания вредными веществами и могут неосознанно нанести серьезный урон своему здоровью.

Целью работы было выяснение уровня осведомленности населения о возможном загрязнении продуктов питания непищевыми компонентами и ксенобиотиками.

Для достижения поставленной цели проводилось анкетирование респондентов разного пола, возраста и уровня образования. Всего было опрошено 100 человек, в том числе с высшим образованием – 43 человека, со средним специальным – 10 человек и с неполным высшим (среднее полное) – 47 человек. По возрасту было выделено четыре группы респондентов: 18–23 года, 24–30 лет, 31–39 лет и более 40 лет. Установлено, что чаще всего задумываются о вреде продуктов питания, а также читают состав продукта, купленного в магазине, люди с высшим образованием. Половина респондентов часто употребляют вредные пищевые добавки, из них большинство людей – до 24 лет, что говорит о том, что молодое поколение не задумывается о последствиях употребления вредных пищевых добавок в больших количествах.

В настоящее время для выращивания растений применяется большое количество удобрений, в том числе нитраты. Для выявления нитратов в продуктах питания можно провести лабораторное исследование разных видов овощей и зелени различных фирм и поставщиков. Даже богатые витаминами, клетчаткой и микроэлементами овощи, фрукты и зелень могут оказаться смертельно ядовитыми и опасными для здоровья продуктами. Поэтому стоит внимательно относиться к выбору овощей и фруктов. Богатые нитратами, они обычно крупные, ровные и особенно привлекательные.

В заключении следует отметить, что необходимо развивать экологическую культуру населения в области потребления безопасных пищевых продуктов.

## РЕПРОДУКЦИЯ ВИРУСА ГРИППА H1N1pdm09 В РАЗЛИЧНЫХ КЛЕТОЧНЫХ СИСТЕМАХ

**Васильева А.Д.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

В 2009 году в мире стал активно распространяться вирус гриппа H1N1 свиного происхождения, представляющий собой тройной реассортант вирусов гриппа человека, птиц и свиней. Вирус гриппа A(H1N1)pdm09 как и все вирусы является острым респираторным заболеванием, характеризующаяся выраженной интоксикацией, непродолжительной лихорадкой, поражением эпителия слизистых верхних дыхательных путей с преобладанием трахеита, а также эндотелия сосудов жизненно важных органов.

Целью работы является подбор наиболее перmissive для вирусов гриппа A(H1N1)pdm09 перевиваемых культур клеток человека и животных для повышения вероятности выделения вирусов гриппа из материалов от людей с сохранением их антигенных свойств.

В начале работы был произведён отбор из коллекции клеточных культур ФГБУ НИИ гриппа МЗ РФ перевиваемых культур клеток животного и человеческого происхождения. Были выбраны 8 клеточных культур, из них 2 имели животное происхождение: MDCK, Vero и 6 видов человеческого происхождения: A-549, CaCo2, ECV-304, ФЛЭЧ, MeWo, RD.

Необходимо было подобрать оптимальные условия для выделения и культивирования вирусов гриппа A(H1N1)pdm09 на этих клеточных линиях. Были протестированы методом восстановления клетками в культуре тетразолиевого красителя МТТ (Тиазолила голубого), компоненты питательной среды, а именно trypsin и albumin.

Следующим шагом было выделение вирусов гриппа на исследуемых культурах клеток и последующее проведение реакции гемагглютинирующей активности (РГА).

И на основании полученных данных были охарактеризованы свойства вирусов, выделенных на разных клеточных линиях.

Наиболее восприимчивыми к вирусу гриппа оказались среди клеток животного происхождения MDCK и клеточная культура человеческого происхождения CaCo2.

Работа проводилась на базе лаборатории эволюционной изменчивости вирусов гриппа в ФГБУ НИИ гриппа МЗ РФ.

## ВЛИЯНИЕ БАКТЕРИАЛЬНОГО ЛИПОПОЛИСАХАРИДА НА СОСТОЯНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ

*Вахидова Д.Ш., Туманова Т.С., Кучина М.А, Губаревич Е.А.*

*РГПУ им.А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Бактериальный липополисахарид (ЛПС) – это один из компонентов клеточной стенки грамотрицательных бактерий. Он находит свое применение в качестве иммуномодулятора при лечении ряда заболеваний, поскольку при введении в организм человека вызывает сильную индукцию цитокинов. Высокий уровень провоспалительных цитокинов во многом определяет патологические процессы, которые развиваются при системной воспалительной реакции (СВР). Поэтому ЛПС используется при моделировании патологических процессов, развивающихся при СВР. Целью нашей работы была проверка экспериментальной гипотезы, согласно которой повышение уровня провоспалительных цитокинов приводит к нарушениям в работе сердечно-сосудистой системы, развивающимся при СВР.

С этой целью в острых экспериментах (n=15) на анестезированных крысах (уретан, 1350 мг/кг) производилась регистрация артериального давления (АД) и частоты сердечных сокращений (ЧСС) до и после внутривенного введения ЛПС (7 мг/кг). Кроме того, производилось тестирование баро- и хеморефлекторной чувствительности сердечно-сосудистой системы. В течение первых 60 минут регистрации происходила стабилизация АД и ЧСС. В контрольной серии после введения физиологического раствора изменения АД, ЧСС, а также показателей хемо- и барорефлекторной чувствительности оказались статистически недостоверными. После введения ЛПС наблюдался постепенный рост АД, которое через 40 минут достигало максимальных величин. В дальнейшем величина АД постепенно уменьшалась, достигая исходных величин через 110–120 минут после введения ЛПС. Введение ЛПС приводило к постепенному повышению ЧСС. Хеморефлекторная реакция сердечно-сосудистой системы, которая проявляется в снижении АД и повышении ЧСС при вдыхании гипоксической газовой смеси существенно ослаблялась на фоне действия ЛПС. В результате действия ЛПС уменьшалась барорефлекторная чувствительность, о чем свидетельствовало уменьшение величины углового коэффициента.

Поскольку в условиях модельных экспериментов ЛПС вызывает изменения АД и повышение ЧСС, а также ослабляет рефлекторные реакции сердечно-сосудистой системы, следует признать, что выдвинутая гипотеза справедлива и нарушения в работе сердечно-сосудистой системы, которые наблюдаются в условиях СВР, действительно могут быть следствием гиперцитокинемии.

Работа поддержана грантом РФФ №15-15-00119

## РОЛЬ ГЕНА *limk1* В ОРГАНИЗАЦИИ ХРОМОСОМНОГО АППАРАТА ПРИ ДЕЙСТВИИ СТРЕССА У *DROSOPHILA MELANOGASTER*

Горохова С.А.<sup>1</sup>, Никитина Е.А.<sup>1,2</sup>, Медведева А.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН, Санкт-Петербург

Необходимым условием функционирования нервной системы является поддержание стабильности генома. Многочисленные разрывы ДНК сопровождают интенсивную репликацию ДНК при нейрогенезе. Геном дифференцированных неделящихся нейронов, возраст которых равен возрасту организма, также уязвим в процессе транскрипции и подвержен повреждающему действию свободных радикалов – продуктов окислительного метаболизма. Одноцепочечные и двухцепочечные разрывы ДНК репарируются с привлечением белков клеточного цикла при гомологичной рекомбинации или при негомологичном слиянии свободных концов, что имеет различные последствия для организма, в том числе развитие болезней старения. Однако в последнее время появляются сведения о двуцепочечных разрывах как показателе физиологической активности нейронов. Предполагается, что разрывы ДНК являются необходимым этапом ремоделирования хроматина и экспрессии генов, вовлеченных в процессы формирования памяти и обучения. Поскольку разрывы ДНК характеризуют как норму, так и патологию, то познание механизмов их формирования и роли в функционировании нейронов позволит направить эти процессы в русло физиологической нормы. Мутант *agn<sup>ts3</sup>* дрозофилы является удобной моделью для изучения разрывов ДНК в связи с особенностями обучения и памяти. Мутация *agn<sup>ts3</sup>* локализована в пределах района 11В X-хромосомы дрозофилы, который содержит ген CG1848 для LIM-киназы 1, ключевого фермента ремоделирования актина, нарушает оборонительное ольфакторное обучение, а также обучение и память при условно-рефлекторном подавлении ухаживания у самцов.

Одним из новых и малоизученных стрессорных факторов являются электрические и магнитные поля низкой интенсивности, которые способны оказывать заметное воздействие на живые организмы. Экранирование живых объектов от естественного геомагнитного поля оказывает пагубное и пока непонятое воздействие на нервную систему. Для ослабления магнитного поля Земли применяли закрытую экранирующую цилиндрическую камеру с использованием нескольких слоев аморфного магнитомягкого материала АМАГ-172. Геомагнитное поле в камере ослаблено в 35 раз. Было проведено исследование хромосомных перестроек в нервных ганглиях личинок дрозофилы после экранирования магнитного поля в течение 12 часов.

Анализ хромосомных перестроек в нервных ганглиях личинок дрозофилы двух линий – *Verlip* (линия дикого типа, контроль) и *agn<sup>ts3</sup>* показал:

1. Были выявлены перестройки следующих типов – фрагменты, отставшие хромосомы и мосты.

2. В нормальных условиях между линиями Berlin (контроль) и  $agn^{IS3}$  не обнаружено различий по частоте перестроек, однако, при анализе их профиля (отношения количества перестроек каждого типа к общему числу перестроек) оказалось, что у  $agn^{IS3}$  достоверно увеличено количество мостов, то есть увеличена частота слияний негомологичных концов хромосом. Интересно, что для данной линии характерна повышенная частота формирования эктопических (негомологичных) контактов между отдельными районами политенных хромосом. По-видимому, предпочтительный способ репарации повреждений путем слияния негомологичных концов разрывов и неаллельное гомологичное спаривание является следствием повреждения каскада ремоделирования актина.

3. Было проведено исследование хромосомных перестроек в нервных ганглиях личинок дрозофилы обеих линий после экранирования магнитного поля. Частота aberrаций осталась неизменной, количество мостов у обеих линий достоверно увеличилось, а количество фрагментов у  $agn^{IS3}$  снизилось.

---

## ИЗМЕНЕНИЕ СОСТАВА ЛЕЙКОЦИТОВ АНЕСТЕЗИРОВАННОЙ КРЫСЫ ПОД ВЛИЯНИЕМ ВВЕДЕНИЯ ЛИПОПОЛИСАХАРИДА И ОПЕРАТИВНОГО ВМЕШАТЕЛЬСТВА

*Губаревич Е.А.<sup>1</sup>, Данилова Г.А.<sup>2</sup>*

*РГПУ им.А.И. Герцена<sup>1</sup>, Санкт-Петербург;*

*Институт физиологии им. И.П.Павлова РАН<sup>2</sup> Санкт-Петербург*

Системная воспалительная реакция (СВР) организма развивается в ответ на инфекцию и обширные травмы. СВР характеризуется повышением уровня провоспалительных цитокинов, в неё вовлечены практически все системы организма. Обычным методом моделирования СВР является введение экспериментальному животному бактериального липополисахарида (ЛПС) – высокомолекулярного соединения, входящего в состав клеточной стенки грамотрицательных бактерий. Эксперименты по изучению функций различных систем организма в условиях СВР нередко требуют оперативного вмешательства, которое само по себе может вызвать воспалительную реакцию. Целью настоящей работы было изучение действия ЛПС на состав лейкоцитов анестезированной крысы и выяснение степени влияния одного из вариантов оперативного вмешательства на этот эффект.

С этой целью проведено две серии экспериментов, в каждой из которых было использовано по 5 крыс, анестезированных уретаном (Wistar, 1400 мг/кг). После достижения необходимой глубины наркоза, которая контролировалась по отсутствию корнеального и болевого рефлексов, приступали к проведению экспериментов. В первой серии производилось введение ЛПС (7 мг/кг), во второй серии проводилось моделирование оперативной подготовки животного к физиологическому эксперименту и введение ЛПС. В ходе оперативного вмешательства производилась трахеостомия, делался разрез на внутренней поверхности бедра, который

обеспечивает доступ к бедренной артерии и вене, разрезом по средней линии живота вскрывалась брюшная полость, затем разрезы зашивались. Отбор проб крови производили каждые 30 минут, всего 9 раз. После отбора 3-ей пробы производилось введение ЛПС. В пробах крови с помощью гематологического анализатора Abacus Junior/Vet (Diatron, Австрия) определялись следующие параметры: общее количество лейкоцитов (WBC), количество нейтрофилов (NEUT), суммарное число моноцитов, эозинофилов, базофилов и их предшественников (MID), а также количество лимфоцитов (LYM). Было установлено, что в указанных экспериментальных условиях действие ЛПС приводит к достоверному уменьшению WBC, то есть к лейкопении, снижению NEUT и MID. Оперативное вмешательство не оказывало достоверного влияния на эти эффекты.

Работа поддержана грантом РФФ №15-15-00119

---

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРЕССОУСТОЙЧИВОСТИ ЮНОШЕЙ ПРИЗЫВНОГО ВОЗРАСТА**

***Демкин О.В.***

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Среди многочисленных проблем экологии человека значительное место занимают проблемы негативного влияния факторов социальной среды на формирование психического здоровья подрастающего поколения, в том числе различные стрессогенные ситуации.

Известно, что стрессоустойчивость представляет собой интегральное качество личности, является основой успешного социального взаимодействия человека. Она характеризуется эмоциональной стабильностью, низким уровнем тревожности, высоким уровнем саморегуляции и психологической готовностью к стрессу. Одна из наиболее ярких характеристик юношеского возраста – личностная нестабильность. Она проявляется в эмоциональной лабильности, тревожности, противоречивости чувств, нравственной неустойчивости, колебаниях самооценки. Все это обуславливает низкую стрессоустойчивость. Еще одной особенностью формирующейся личности подростков является формирование его психологического - гендерного пола. В результате под влиянием факторов социальной среды формируются маскулинный, андрогинный и фемининный типы людей.

Для всех старшеклассников значимым фактором стресса является предэкзаменационный синдром, для юношей призывного возраста к нему прибавляется стресс регулярного посещения призывной комиссии.

Целью работы явилось изучение стрессоустойчивости юношей с учетом их гендерного пола.

В исследовании принимали участие юноши – старшеклассники, всего 25 человек. В работе использовались тесты на определение стрессоустойчивости и гендерного пола человека. Определялись предрасположенность к стрессу в баллах от 0 до 10 и гендерный тип в баллах от 0 до 150.

Были получены следующие результаты.

Из 25 юношей 9 человек выявили у себя маскулинный тип (то есть набрали больше 100 баллов) и 16 – андрогинный (то есть набрали от 50 до 100 баллов). Среднее количество баллов для маскулинного типа составило 108,3, а для андрогинного 81,2.

В тесте на предрасположенность к стрессу 11 человек показали низкий уровень параметра, 8 человек – средний и 6 человек – высокий.

Определение среднего балла по предрасположенности к стрессу для юношей маскулинного типа показало, что его значения близки к низкому уровню предрасположенности и составляют 3,4 балла.

Таким образом, юноши маскулинного типа обладают низкой предрасположенностью к стрессу, тогда как представители андрогинного пола характеризуются средней или высокой предрасположенностью к стрессу и представляют собой группу риска нарушения психического здоровья.

---

## СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КЛОНАЛЬНЫХ КЛЕТОЧНЫХ ЛИНИЙ ГЕПАТОМЫ ЗАЙДЕЛА

*Доля Е.П.*

*РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург*

В настоящее время существуют две теории структурной организации опухолей – стохастическая и иерархическая. С позиции стохастической модели все клетки опухоли в равной степени обладают онкогенным потенциалом. Иерархическая модель предполагает присутствие в опухоли очень небольшой – 1–2% от общего количества клеток – субпопуляции опухолевых стволовых клеток (ОСК) с опухолеиницирующим потенциалом. Остальные клетки опухоли представляют собой опухолевые прогениторные клетки (ОПК) с разным уровнем дифференцировки, которые не способны индуцировать рост опухолей. Для выявления ОСК в составе культивируемых *in vitro* клеточных линий опухолей используется ряд методов, одним из которых является «тест на голоклоны». Формирование трех типов клонов, отличающихся по форме колоний, – голоклонов, мероклонов и параклонов – впервые было обнаружено при клонировании кератиноцитов человека (Barrandon, Green, 1978), и позднее – при клонировании культивируемых линий опухолевых клеток (Locke et al., 2005). Голоклоны развиваются из ОСК и образованы туморогенными клетками с высоким пролиферативным потенциалом, параклоны – поздними дочерними клетками, которые после 10-12 делений погибают. Мероклоны представляют собой промежуточный тип клонов, состоящий из клеток разного уровня дифференцировки.

В лаборатории цитологии опухолевого роста ФГБУ науки Института цитологии РАН клетки асцитной метастатической гепатомы Зайдела крыс были переведены в культуру *in vitro*. Клонирование монослойной линии гепатомы Зайдела методом

предельных разведений позволило получить клональные линии клеток с признаками ОСК – из голоклонов, и ОПК – из мероклонов. Важно отметить, что в литературе имеются сведения о клональных клеточных линиях, полученных из голоклонов. При этом отмечается, что из мероклонов получить клональные линии клеток не удается.

Задачей исследования стало проведение сравнительного анализа клональных линий гепатомы Зайдела по морфофункциональным показателям, скорости пролиферации и клеточному составу (по морфологии образующихся клонов).

Исследование проводилось с помощью следующих методов: культивирование клеток; приготовление клеточных препаратов, окрашенных гематоксилином и эозином; определение скорости пролиферации клеток с помощью MTS-теста; клонирование клеток при низкой плотности посева; морфометрический анализ клеток с помощью компьютерной программы анализа изображений ImageJ (NIH, USA); статистическая обработка данных в MS Excel.

В результате проведенное исследование показало, что клональные линии, полученные из голоклонов и мероклонов монослойной гепатомы Зайдела, достоверно различаются по средней площади клеток, ядер и ядерно-цитоплазматическим отношениям. Различий в скорости пролиферации клеточных линий не обнаружено. При клонировании клеток клональных линий с признаками ОСК и ОПК наблюдается формирование голоклонов (рис. 1, А) и мероклонов (рис. 1, Б), соответственно. Голоклоны имеют небольшой размер и состоят из мелких, однотипных по морфологии, плотно упакованных клеток; по мере роста от голоклонов отделяются одиночные клетки, что может быть связано с миграционной способностью клеток. Мероклоны образуют крупные колонии из гетерогенных по форме и размерам клеток.

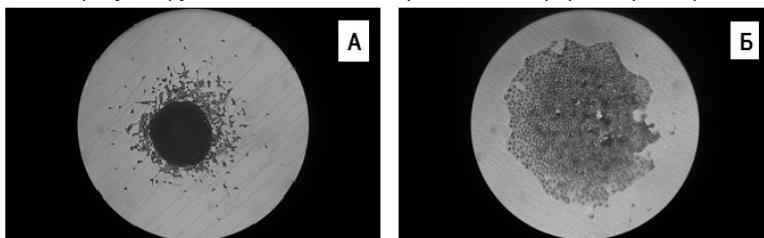


Рис. 1. Пример голоклонов (А) и мероклонов (Б), полученных в результате клонирования клеток клональных линий с признаками ОСК и ОПК гепатомы Зайдела.

Проведено сравнительное изучение клональных клеточных линий, полученных из клеток агрессивной метастатической гепатомы Зайдела крыс. Впервые показано, что клеточные линии с признаками ОСК и ОПК имеют близкую пролиферативную активность и отличаются по морфометрическим характеристикам и клеточному составу.

## ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОТИВОГРИППОЗНОЙ АКТИВНОСТИ АМИДНЫХ ПРОИЗВОДНЫХ АРИЛПИПЕРАЗИНА

*Жукова М.К.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Грипп является острым респираторным заболеванием, представляющим серьезную угрозу здоровью людей. Вирусы гриппа относятся к семейству Orthomyxoviridae, являются оболочечными минус-РНК-геномными вирусами. Они отличаются высокой степенью изменчивости, что вызывает трудности в их химиотерапии. Разнообразие штаммов и возникновение резистентности к существующим противовирусным средствам приводит к необходимости разработки и тестирования новых препаратов и подходов к терапии гриппа.

Цель данного исследования заключается в изучении противовирусной активности нового класса препаратов – амидов арилпиперазина на примере одного из соединений этой группы. Работа проводилась *in vitro*, на культуре клеток MDCK, с использованием разных штаммов вируса гриппа А: A/California/07/09 (H1N1pdm09), A/PuertoRico/8/34 (H1N1) и A/Mallard/Pennsylvania/10218/84 (H5N2).

Инфекционный титр вируса оценивали в присутствии различных концентраций препарата: 300-0,1 мкг/мл. На основании полученных результатов рассчитывали значения 50%-ной цитотоксической дозы (СТD<sub>50</sub>), 50%-ной эффективной концентрации (ЕС<sub>50</sub>), а также индекс селективности – отношение СТD<sub>50</sub>/ ЕС<sub>50</sub>.

По результатам проведённых исследований было установлено, что СТD<sub>50</sub> составляет более чем 300 мкг/мл, что говорит об отсутствии токсических свойств у изученного препарата при использованных концентрациях. При этом, даже в наименьшей концентрации (0,1 мкг/мл) снижение инфекционного титра составляло 1,5 порядка, а ЕС<sub>50</sub> – 0,025 мкг/мл для вируса A/PuertoRico/8/34 (H1N1). Полученный на основании этих данных индекс селективности превышает 12000, что говорит о высокой избирательности действия данного препарата. Для вируса A/Mallard/Pennsylvania/10218/84 (H5N2) ЕС<sub>50</sub> равняется 0,38 мкг/мл, а индекс селективности – более 800. В опытах со штаммом A/California/07/09 (H1N1pdm09) ЕС<sub>50</sub> составила 3,7 мкг/мл, индекс селективности – более 80, что свидетельствует о различной активности препарата в отношении разных штаммов. Тем не менее, во всех случаях индекс селективности превышает пороговые значения (10).

Таким образом, амиды арилпиперазина являются перспективной группой препаратов в химиотерапии гриппа. Для дальнейшей разработки этого направления целесообразно изучить активность других соединений этой группы, спектр их противовирусной активности с использованием других штаммов вируса гриппа, а также активность данных препаратов в системе *in vivo*.

Работа проводится на базе лаборатории клеточных культур и лаборатории молекулярных основ химиотерапии вирусных инфекций ФГБУ НИИ гриппа МЗ РФ.

## ВЛИЯНИЕ ДОЗИРОВАННЫХ ФИЗИЧЕСКИХ НАГРУЗОК НА СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТУЮ СИСТЕМУ СТУДЕНТОВ

*Иванова А.В.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Известно, что функциональные возможности организма человека определяются, прежде всего, состоянием его сердечно-сосудистой системы, которая выполняет жизненно-важные для организма функции: транспортную, защитную, регуляторную. ССС поддерживает гомеостаз организма, а также обеспечивает успешность адаптации к физическим или эмоциональным нагрузкам. Большую роль в адаптации играет уровень тренированности организма человека.

Целью работы было изучение особенностей реакции ССС студентов на дозированную физическую нагрузку.

В исследовании принимали участие студенты факультета биологии в возрасте от 19 до 25 лет. Общее количество опрошенных – 26 человек, из них женщин – 19, мужчин – 7.

В работе использовались методика регистрации ЭКГ человека во втором отведении, а также методика определения преобладающего отдела вегетативной нервной системы. Регистрация ЭКГ осуществлялась в состоянии покоя и после физической нагрузки (20 приседаний).

Были получены следующие результаты.

Регистрация ЭКГ в состоянии покоя показала, что значения ЧСС испытуемых колеблются в диапазоне от 58 до 100 ударов в минуту. Среднее значение составило как для женщин, так и для мужчин – 71 удар в минуту.

При определении тонуса отделов вегетативной нервной системы установлено, что у испытуемых определяются или преобладание симпатического отдела, или отсутствие какого-либо преобладания. Данные приведены в табл. 1.

Таблица 1

мужчины		женщины	
симпатотоники	нормотоники	симпатотоники	нормотоники
6 чел.	1 чел.	13 чел.	6 чел.

После физической нагрузки прирост ЧСС в среднем составил для женщин  $57,0 \pm 18,6\%$ , для мужчин  $58,0 \pm 12,3\%$ . Значимое уменьшение амплитуды зубцов R и T было выявлено у 18 испытуемых. Оно составило соответственно 7,8% и 26,7%. Снижение амплитуды зубца T после дозированной нагрузки, также, как и значительная тахикардия, свидетельствуют о слабой физической подготовке испытуемых.

Не было установлено зависимости значений ЧСС от тонуса ВНС. Видимо, это связано с преобладанием среди испытуемых симпатотоников. В целом, полученные результаты позволяют рекомендовать испытуемым активизировать свои занятия физкультурой.

## ОСОБЕННОСТИ ВНД У СТУДЕНТОВ, ИЗУЧАЮЩИХ ВОСТОЧНЫЕ ЯЗЫКИ

*Иванова В.В.*

*РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург*

Как известно, полушария головного мозга разделяют осуществление простых функций, но их специфика различается относительно сложных психических функций. С левым полушарием связано абстрактно-логическое мышление, с правым - пространственно-образное. У каждого полушария свои принципы организации речи. Правое полушарие отвечает за полноту смыслового содержания, образное мышление и создание ассоциаций. Левое полушарие обеспечивает теоретическое мышление, грамматическое оформление и характеристику свойств объектов. Развитие полушарий и доминирующего типа мышления обуславливается не только врожденными особенностями, но и тренировками в процессе обучения.

Исследованиями ученых было показано, что у европейцев и представителей монголоидной расы имеются существенные различия в доминировании полушарий. В отличие от европейцев, например, японцы пользуются одновременно иероглификой — понятийным словесным письмом, в котором каждое значение передается особым иероглифом, и слоговой азбукой, записывающей звучание слов, но не их смысл.

Целью работы было изучение особенностей работы полушарий у студентов, изучающих язык, отличный от европейского, в частности японский.

В исследовании принимали участие 33 студента Восточного Института в возрасте от 18 до 24 лет (13 мужчин и 20 женщин) и 43 студента Японского Центра от 21 до 53 лет (13 мужчин и 30 женщин).

В работе применялись методики на выявление доминирующего полушария. Использовались следующие тесты. Тест И.П. Павлова на варианты группировки слов, тест кафедры психологии обучения университета штата Джорджия (авторы: П. Торранс, С. Рейнолдс, Т. Ригель, О. Болл) и тест, на определение доминирующего глаза и руки.

Были получены следующие результаты.

Установлено, что у 66% студентов Восточного Института и у 44% студентов Японского Центра доминирует правое полушарие. Студенты Восточного Института занимаются только учебной деятельностью и мотивированы на изучение языка другой языковой группы, что может объяснить более высокий процент респондентов с доминированием правого полушария. Студенты Японского Центра изучают японский язык после работы.

В целом, проведенное исследование наглядно показывает, что интерес к изучению японского языка проявляют, прежде всего, правополушарные студенты, ориентированные на восприятие целостных образов, рисунков, гласных звуков и иероглифов.

## ОСОБЕННОСТИ КРАТКОВРЕМЕННОЙ ПАМЯТИ У УЧЕНИКОВ 7–9 КЛАССОВ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ

*Кайзумова Ю.С.*

*РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург*

Память человека является одной из самых важных функций его мозга. Она включает запоминание, хранение, узнавание и воспроизведение информации. По времени хранения информации различают память кратковременную и долговременную. По типу психической деятельности выделяют образную и словесно-логическую память. По характеру целей деятельности различают произвольную и непроизвольную память. Память лежит в основе процессов обучения и мышления. У младших школьников преобладает непроизвольная и наглядно-образная память. У учащихся средней школы формируется словесно-логическая и произвольная память. Развитие произвольной памяти имеет большое значение при обучении ребенка в школе, особенно у старшеклассников.

Целью работы являлось изучение кратковременной памяти, в том числе зрительной, слуховой и образной, у школьников седьмых – девярых классов

В исследовании принимали участие школьники 7–9 классов, всего 84 человека, в том числе мальчиков — 43, девочек — 41. Для оценки памяти использовались методики, разработанные А.В. Петровским и Е.С. Романовой.

Результаты исследования в единицах запоминания представлены в табл. 1.

Таблица 1. Результаты исследования в единицах запоминания

классы		Слуховая память			Зрительная память			Образная память
		числа	слова		числа	слова		Повседневные образы
			Повседневные	Биол. термины		Повседневные	Биол. термины	
7	Мал.	6	6	5,5	5,5	5	5	9
	Дев.	6	6	6	6	6	5,5	10
8	Мал.	6	6	6	6	6	6	10
	Дев.	6	6	6	7	7	7	11
9	Мал.	6	6	6	6,5	7	6,5	10,5
	Дев.	6	7	6	7	7	7	11,5

Известно, что средний уровень запоминания у взрослого человека – 7 цифр или слов. Полученные результаты свидетельствуют, что уровень слуховой памяти на числа и слова у девочек и мальчиков с седьмого по девятый класс в целом оказался чуть ниже средних значений и почти одинаковым, за исключением девочек 9

класса. Уровни зрительной и образной памяти у девочек во всех классах был выше, чем у мальчиков. Мальчики запоминают биологические термины хуже, чем девочки. Считаем, что регулярная проверка уровня запоминания может стимулировать школьников к развитию своей памяти.

---

## **ОТБОР СОДЕРЖАНИЯ ЭЛЕКТИВНОГО КУРСА ПО ОСНОВАМ ЗДОРОВОГО ОБРАЗА ЖИЗНИ ЧЕЛОВЕКА ДЛЯ УЧАЩИХСЯ 9–11 КЛАССОВ**

***Карачева М.О.***

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Одним из направлений современной образовательной парадигмы является профильное обучение, которое предполагает предпрофильную подготовку. Цель профильного образования: самоопределение личностное и профессиональное. Большое значение в предпрофильной подготовке имеют элективные курсы, избранные учащимися и обязательные для посещения. Данные курсы входят в состав профиля обучения на старшей ступени школы, реализуются за счет школьного компонента и занимают 20% учебного времени.

Качественное биологическое образование сегодня особенно актуально. Развитие новых технологий, интеграция и достижения наук с одной стороны и ухудшение здоровья населения, экологические проблемы – с другой, поставили биологическую компетентность человека на одно из первых мест в системе личностных представлений и убеждений.

Целью работы стало создание системы учебно-методических материалов в помощь учителю биологии средней общеобразовательной школы для проведения занятий элективного курса по основам здорового образа жизни человека. Для её достижения были решены следующие задачи: предложены актуальные темы занятий, подобраны содержание, литература, интернет-источники, наглядные материалы, практические работы и эксперименты к каждой теме, продумана структура занятий с учетом необходимых педагогических и методических требований, даны подробные методические рекомендации по проведению занятий, представлена форма промежуточной и итоговой аттестации по курсу.

В результате анкетирования 80 учащихся (40 девушек и 40 молодых людей) 9–11 классов общеобразовательных школ Санкт-Петербурга были выбраны темы, которые должны быть включены в элективный курс: «Биоритмы в жизни человека», «Основы рационального питания жителя мегаполиса», «Кожа – зеркало здоровья», «Современные методы планирования семьи», «Физическая культура – элемент здорового образа жизни».

Предлагаемый элективный курс должен помочь осознанию учащимися комплексного подхода к оценке и формированию здоровья и здорового образа жизни, освоению способов самодиагностики уровня физического, психического и

социального здоровья, овладению технологиями формирования здоровья и в итоге к повышению качества жизни.

---

## **ИЗМЕНЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДЫХАНИЯ И РЕСПИРАТОРНЫХ РЕФЛЕКСОВ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ СИСТЕМНОЙ ВОСПАЛИТЕЛЬНОЙ РЕАКЦИИ**

***Кучина М.А., Туманова Т.С., Губаревич Е.А., Вахидова Д.Ш.***

*РГПУ им.А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Известно, что системная воспалительная реакция (СВР) является ответной реакцией организма на повреждающее действие инфекционных агентов и может приводить к серьёзным нарушениям функции дыхания. Исследование физиологических механизмов этих нарушений имеет важное теоретическое и практическое значение. Целью настоящего исследования было изучение изменений параметров дыхания и респираторных рефлексов при моделировании СВР путем введения бактериального липополисахарида (ЛПС) анестезированной крысе. ЛПС представляет собой высокомолекулярное соединение, входящее в состав клеточной стенки грамотрицательных бактерий. При введении в организм оно вызывает резкое повышение уровня провоспалительных цитокинов и применяется для моделирования СВР в разных экспериментальных условиях.

Эксперименты были выполнены на крысах, анестезированных уретаном ( $n=21$ ; 1350 мг/кг). Производилась регистрация пневмотахограммы и электромиограммы основной дыхательной мышцы – диафрагмы, а также тестирование инспираторно-тормозящего и экспираторно-облегчающего рефлексов Геринга-Брейера в течение 60 минут до и 120 минут после введения ЛПС (7 мг/кг) или физиологического раствора (контрольные эксперименты). Рассчитывалась величина дыхательного объёма (ДО), частота дыхания (ЧД), минутный объём дыхания (МОД). Для тестирования респираторных рефлексов был использован метод кратковременной окклюзии верхних дыхательных путей на высоте вдоха («вагусное апноэ») и на уровне функциональной остаточной емкости легких («функциональная ваготомия»). Было установлено, что ДО, ЧД и МОД в контрольных экспериментах не претерпевал статистически значимых изменений. В экспериментах с введением ЛПС наблюдался рост ДО, но наблюдавшееся увеличение ЧД оказалось статистически недостоверным. Тем не менее повышение МОД было статистически достоверным при  $P<0,05$ , то есть ЛПС усиливал вентиляцию легких. Кроме того, в условиях моделирующих СВР происходило ослабление респираторных рефлексов Геринга-Брейера.

Таким образом, было установлено, что развитие СВР приводит функциональным изменениям в системе дыхания: усилению вентиляции и ослаблению респираторных рефлексов. Использованная модель может быть использована в даль-

нейшем при исследовании физиологических механизмов нарушения дыхания, развивающихся в условиях СВР.

Работа поддержана грантом РФФ №15-15-00119

## ИССЛЕДОВАНИЕ СИНТЕЗА ГЛИКОГЕНА В КЛЕТЧНЫХ ЛИНИЯХ С РАЗНЫМ УРОВНЕМ ЦИТОДИФФЕРЕНЦИРОВКИ

**Малкова В.В.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Опухолевые клетки отличаются от клеток нормальной дефинитивной ткани соответствующего органа по уровню дифференцировки, морфологии, размерам, биохимическим и иммунологическим характеристикам. Опухоль возникает в результате клонального роста одной трансформированной клетки-прародительницы и при этом характеризуется гетерогенностью клеточного состава. В результате ассиметричного деления опухолевых стволовых клеток (ОСК) образуется одна клетка, которая возобновляет субпопуляцию ОСК, и одна дочерняя клетка, пополняющая пул опухолевых прогениторных клеток (ОПК) ранней стадии. Только ОСК обладают опухолеиницирующим потенциалом и способностью поддерживать опухолевый гомеостаз, тогда как коммитированные к дифференцировке ОПК утрачивают эти свойства. Аномальная дифференцировка ОСК внутри опухолей может быть причиной клеточной гетерогенности. Предполагается, что метастазирование опухолей осуществляется с помощью субпопуляции мигрирующих ОСК – мОСК, клетки которой отличаются повышенной миграционной активностью и пребывают в состоянии эпителиально-мезенхимного перехода (Крахмаль с соавт., 2015).

В лаборатории цитологии опухолевого роста (ЛЦОР) ФГБУ науки Института цитологии РАН изучение различных аспектов биологии опухолевых клеток проводится на клеточных линиях опухолей печеночно-клеточного происхождения из Всесоюзной (Российской) коллекции культур клеток позвоночных и на клетках агрессивной метастатической опухоли – перевиваемой асцитной гепатомы Зайдела. Низкодифференцированные клетки асцитной формы гепатомы имеют упрощенную морфологию и не синтезируют гликоген и липиды (Staedel, Beck, 1978). Переведенные в культуру *in vitro* клетки монослойной линии гепатомы Зайдела начинают синтезировать гликоген и липиды, т. е., по мнению авторов исследования, наблюдается возвращение функций, присущих дифференцированным гепатоцитам. Гликоген представляет собой резервную форму хранения глюкозы – основного источника энергии в клетках, и откладывается в цитоплазме в виде гранул. Известно, что синтез гликогена и поддержание гомеостаза глюкозы в организме является функцией дифференцированных гепатоцитов.

Ранее сотрудники ЛЦОР эксплантировали клетки асцитной гепатомы Зайдела в культуру и с помощью клонирования клеток монослойной линии гепатомы получи-

ли клональные линии с признаками мигрирующих ОСК и ОПК (Терюкова с соавт., 2015).

Задача исследования – сопоставление клеток культивируемых линий гепатом с разной степенью дифференцировки и злокачественности, включая клональные линии с признаками мигрирующих ОСК и ОПК, по ядерно-цитоплазматическим отношениям (ЯЦО) и по способности синтезировать гликоген.

Методы исследования – культивирование клеток; окрашивание клеточных препаратов гематоксилином и эозином; определение ЯЦО клеток с помощью программы ImageJ; выявление гранул гликогена в клетках с использованием реактива типа Шиффа (аурамина 00); статистическая обработка данных.

Результаты исследования – в цитоплазме клеток умеренно дифференцированной гепатомы мыши BWTG3, частично дифференцированной гепатомы крысы НТС и высокодифференцированной гепатобластомы человека HepG2 были обнаружены четко выраженные гранулы гликогена. На фотографиях видно темное (неокрашенное) ядро без вкраплений гликогена и отчетливая граница между цитоплазмой и ядром. Клеточные линии отличаются по содержанию гликогена в клетках и по количеству клеток, способных синтезировать гликоген. Несмотря на то, что лишь часть клеток линии BWTG3 синтезирует гликоген, зерна гликогена отличаются крупными размерами, что может быть следствием достаточно высокого уровня их цитодифференцировки. Небольшие зерна гликогена встречаются в отдельных клетках линии НТС; клетки линии HepG2 практически все синтезируют гликоген, гранулы небольшие, равномерно распределенные по всей цитоплазме. В клеточной линии МН-22а гранулы гликогена в клетках не обнаружены.

Нами впервые показано, что наряду с исходной монослойной линией гепатомы Зайдела (рис., А) клетки клональных линий с признаками мигрирующих ОПК (рис. 1., Б) и ОСК (рис. 1., В) могут содержать гранулы гликогена.

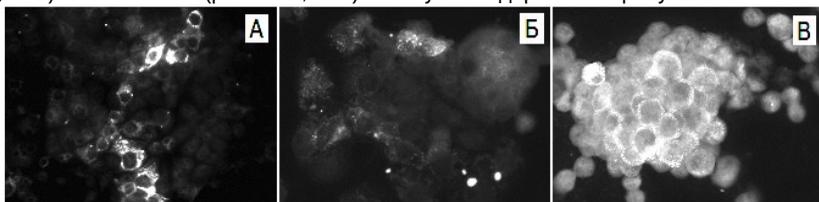


Рис. 1. Гранулы гликогена в клетках монослойной линии гепатомы Зайдела и клональных линиях с признаками ОСК и ОПК.

Заключение – представлены данные о синтезе гликогена в клетках культивируемых линий гепатом. Выявлена гетерогенность клеток каждой линии по способности синтезировать и запасать гликоген. Вопрос о синтезе гликогена в ОСК и ОПК, его роли в пролиферации и миграции клеток требует дальнейшего изучения. Предстоящий расчет ЯЦО позволит сделать заключение о связи между способностью клеточных линий синтезировать гликоген и уровнем их цитодифференцировки.

## ВЛИЯНИЕ ПРОСМОТРА ЭМОЦИОНАЛЬНО ЗНАЧИМЫХ ВИДЕОРОЛИКОВ НА ЭКГ ЧЕЛОВЕКА

*Мусаева А.И.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Одной из актуальных проблем экологии человека является проблема информационного загрязнения среды обитания. За последние десятилетия накоплены данные, свидетельствующие о нарастающем деструктивном влиянии многих средств массовой информации (СМИ) на психическое здоровье населения. Отрицательные эмоции, возникающие при просмотре кинофильмов, телепередач, видео в Интернете, в результате их накопления могут приводить к повышению уровня тревожности, нарушениям сна, развитию стрессов и невротических расстройств. Наиболее остро на такие воздействия реагирует неокрепшая психика детей, подростков и молодежи.

Цель настоящего исследования – изучение влияния эмоционально значимых видеороликов на параметры сердечно-сосудистой системы человека с учетом гендерных и индивидуально-типологических особенностей испытуемых. В исследовании принимали участие студенты в возрасте 19–25 лет, всего 25 человек.

В работе использовалась методика регистрации ЭКГ человека, а также тесты на определение преобладающего тонуса одного из отделов вегетативной нервной системы, типа темперамента и уровней нейротизма и экстравертности. Испытуемым предлагалось просмотреть два видеофрагмента (длительностью 15 сек.) из фильмов ужаса. Сначала фиксировались значения ЭКГ в состоянии покоя, а затем после каждого просмотра.

Были получены следующие результаты.

У женщин преобладают студентки с высоким уровнем нейротизма (ВН), а среди мужчин – с низким уровнем (НН), соответственно 61,1% и 71,4%, то есть большая часть мужчин являются эмоционально устойчивыми.

Результаты влияния просмотра пугающих, устрашающих видеороликов на ЭКГ человека также выявили психофизиологические и гендерные различия в реакции испытуемых. Просмотр оказывает наиболее значимые воздействия на частоту сердечных сокращений (ЧСС) у людей с высоким уровнем нейротизма. У женщин с ВН ЧСС увеличилась на 13%, у мужчин с ВН – на 6%. У испытуемых с НН просмотр видеоматериала не вызывает значимых изменений ЧСС.

Амплитуда зубца R при просмотре видео менялась мало. Амплитуда зубца T у испытуемых с НН увеличилась, в том числе у женщин на 9,5% и у мужчин на 7,6%.

Из общего количества испытуемых испуг и волнение во время просмотра испытали 50% женщин и 28,6% мужчин. Все эти испытуемые имели высокий уровень нейротизма.

Видимых различий сдвигов параметров ЭКГ между испытуемыми экстравертами и интровертами обнаружено не было.

На основании полученных результатов можно сделать следующие выводы.

1. Видеоролики, демонстрирующие агрессивное и устрашающее поведение могут оказывать влияние на организм через эмоциональное восприятие, повышающее активность симпатoadреналовой системы.

2. Индивидуально-типологический и психоэмоциональный статус человека оказывает влияние на восприятие эмоционально значимых фильмов. Наиболее чувствительны к просмотру женщины, а также мужчины с высоким уровнем нейротизма, т.е. наделенные реактивной симпатической нервной системой, поэтому они более чувствительны к внешним раздражителям.

3. Выявлены гендерные различия в реакции испытуемых на эмоционально значимые видеоролики.

---

## **ВИРУЛИЦИДНОЕ ДЕЙСТВИЕ РАСТИТЕЛЬНЫХ АЛКАЛОИДОВ IN VIVO НА ВИРУС ГРИППА A/ PR/8/34 (H1N1)**

**Плыско А.Ю.**

*РГПУ им.А. И. Герцена, Санкт-Петербург*

Анализ практики лечения современного гриппа свидетельствует о превалировании в терапии симптоматических препаратов по сравнению с противовирусными. Под видом симптоматических средств производятся и рекламируются совершенно неэффективные препараты, включая гомеопатические средства. Более того, значительная часть симптоматических средств слабо изучена в отношении механизмов действия и сильно устарела как в России, так и в других странах. В связи с распространением пандемии 2009–10 гг. возникли проблемы не только обеспечения высокой эффективности лечения тяжелых форм гриппа, но и проблема разработки комплексной терапии, предупреждающей развитие постгриппозных осложнений.

Целью являлось изучение противовирусного действия растительных препаратов *in vivo*. Для этого в лаборатории химиотерапии вируса гриппа ФГБУ НИИ гриппа Министерства здравоохранения изучались препараты цитизин(скрининг библиотеки производных цитизина) и препарат UKRAIN, проводился пятидневный курс уколов, наблюдение за динамикой веса, смертности и статистическая обработка.

Цитизин — трициклический хинолизидиновый алкалоид растительного происхождения. Применяется при лечении никотиновой зависимости в связи с высокой аффинностью к никотиновым ацетилхолиновым рецепторам. В связи этим исследуются возможные спазмолитические, противовоспалительные, антиаритмические, нейротропные и противовирусные свойства этой группы веществ.

Украин — это противоопухолевое тиофосфорное средство, которое изготавливается из экстракта корней чистотела большого. Он обладает сильным противораковым, противовоспалительным, а также антибактериальным действием. Украин также рекламируется как противовирусное, успокаивающее средство, препятствующее образованию желчных камней.

После проведения 5 дневного курса уколов,14 дней взвешивания и учета смертности была составлена табл. 1.

Таблица 1. Показатели протективной активности производных цитизина на модели экспериментальной гриппозной инфекции у белых мышей

	Смертность, %	Индекс защиты, %	Продолжительность жизни, дни	
Отрицательный контроль (не проводилось лечения)	80	0	7,5	Отрицательный контроль (не проводилось лечения)
Тамифлю	20	75	11	Тамифлю
№1 (Цитизин 1905)	80	0	7,5	№1 (Цитизин 1905)
№2 (Цитизин 1914)	70	12,5	8,25	№2 (Цитизин 1914)
№3 (Цитизин 1915)	80	0	8	№3 (Цитизин 1915)
№4 50 мг/кг (Цитизин 1917)	70	12,5	8	№4 50 мг/кг (Цитизин 1917)
№4 100 мг/кг (Цитизин 1917)	40	50	9,3	№4 100 мг/кг (Цитизин 1917)
№5 25 мг/кг (Цитизин 1922)	70	12,5	9,6	№5 25 мг/кг (Цитизин 1922)
№5 12,5 мг/кг (Цитизин 1922)	50	37,5	8,75	№5 12,5 мг/кг (Цитизин 1922)

Исследуемые препараты проявили умеренную противовирусную активность. Только два соединения №4 (в дозировке 100 мг/кг) и №5 (в дозировке 12,5 мг/кг) дали индексы защиты заметно большие, чем у остальных соединений (50% и 37.5% соответственно). Данные о средней продолжительности жизни животных контрольной и экспериментальных групп свидетельствуют о том, что препараты в некоторых дозировках могут усугублять состояние инфицированного организма, но эти два соединения так же показали хороший результат по этому показателю.

Препарат Україн можно считать перспективным, так как индекс защиты – 50%, а так же показано, что он продлевает среднюю продолжительность жизни до 10 дней.

## МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ БАРОРЕФЛЕКТОРНОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ

*Ракин А.И.*

*РГПУ им.А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Барорефлекс является одним из важных звеньев системы поддержания гомеостаза. Эффективность барорефлекторной регуляции зависит от барорефлекторной чувствительности (БРЧ), которая определяется по отношению изменения частоты сердечных сокращений (ЧСС) к изменению артериального давления (АД). Этот показатель позволяет судить об изменениях в системе регуляции кровообращения, а также о возможном развитии патологических процессов. Для оценки БРЧ применяют две группы методов. Можно тестировать БРЧ, используя препараты, изменяющие тонус кровеносных сосудов и вызывающие повышение или понижение АД за счет изменения периферического сопротивления. Другая группа методов основана на учете спонтанных изменений АД и ЧСС.

Цель настоящего исследования состояла в том, чтобы разработать метод количественной оценки изменений БРЧ основанный на учете спонтанных изменений АД и ЧСС и пригодный для использования в длительных экспериментах на мелких лабораторных животных.

Опыты проводились на спонтанно-дышащих трахеостомированных крысах массой 300-350 гр. (Wistar, n=11) в условиях общей анестезии (уретан, 1350 мг/кг, в/б). Длительность эксперимента составляла 4 часа. В течение всего эксперимента с помощью устройства сбора данных PowerLab 8 производилась непрерывная регистрация АД в бедренной артерии (частота оцифровки 1 кГц). С помощью пакета программ LabChart 7 делался расчёт систолического артериального давления (АДс) и пульсового интервала (Т) в режиме реального времени. Цифровые значения этих параметров сохранялись в виде таблиц и обрабатывались средствами MS Excel. Для тестирования барорефлекса использовался  $\alpha$ -адреномиметик фенилэфрин (Мезатон®, в/в), вызывающий повышение АД. БРЧ определялась по коэффициенту линейной регрессии для зависимости величины  $\Delta T$  от  $\Delta АДс$ . Для оценки спонтанного барорефлекса был создан макрос в Microsoft Excel, который определял 3 и более последовательных коллинеарных изменений АДс и Т. Статистический анализ показал высокую степень корреляции между значениями коэффициентов линейной регрессии, полученными в результате тестирования барорефлекса и в результате оценки спонтанных изменений БРЧ ( $R=0,94$   $p<0,05$ )

Таким образом, предложенный метод количественной оценки изменений БРЧ, основанный на измерении спонтанных изменений АДс и Т позволяет получать достоверные результаты и может быть использован в экспериментах на мелких лабораторных животных.

## ВЛИЯНИЕ СТРЕССА НА ПРОЦЕССЫ ОБУЧЕНИЯ И ПАМЯТИ У *DROSOPHILA MELANOGASTER* В УСЛОВИЯХ ОТСУТСТВИЯ КИНУРЕНИНОВ

Родыгина А.А.<sup>1</sup>, Никитина Е.А.<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>Институт физиологии им. И.П. Павлова РАН, Санкт-Петербург

На современном этапе развития нейробиологии и медицины актуальной проблемой является изучение этиологии и патогенеза нейродегенеративных заболеваний (НДЗ): болезни Альцгеймера, Хантингтона, Паркинсона и др. В модуляции нейродегенеративных процессов в центральной нервной системе (ЦНС) важную роль играют продукты кинуренинового пути обмена триптофана (КПОТ). Изменения в содержании метаболитов КПОТ (кинуренинов) сопровождают возникновение и развитие дегенеративных заболеваний ЦНС. Среди факторов возникновения подобных заболеваний большое значение имеют различные стрессорные воздействия. К новым и пока крайне недостаточно изученным факторам стресса относятся электрические и магнитные поля низкой интенсивности, которые способны оказывать воздействие на живые организмы. Экранирование живых объектов от естественного геомагнитного поля оказывает пагубное воздействие на нервную систему.

Животные модели, особенно с коротким жизненным циклом, позволяют изучать механизмы функциональных нарушений, лежащих в основе НДЗ человека. К таким модельным объектам относится дрозофила. В результате секвенирования геномов человека и дрозофилы было выявлено, что более 70% локусов человека, связанных с развитием наследственных заболеваний, имеют гомологи у *D. melanogaster*. Генетическое блокирование тех или иных стадий КПОТ у мутантов *D. melanogaster* приводит к отсутствию или накоплению определенных кинурениновых продуктов, что сопровождается заметными изменениями поведенческой активности насекомых и нарушением ряда физиологических процессов.

Для исследования вклада кинуренинов в развитие нейродегенеративных заболеваний используют линии дрозофилы, несущие мутации по кинурениновому пути обмена триптофана: *vermillion* (*v*), *cardinal* (*cd*) и *cinnabar* (*cn*), приведенные к генетическому фону линии дикого типа Canton S (*CS*). В качестве материала данного исследования использовали мутантную линию *D. melanogaster vermillion* (*v*, X: 9F11). Мутация *vermillion* инактивирует ключевой фермент КПОТ — триптофан 2,3 диоксигеназу, что влечет за собой полное отсутствие в организме кинуренинов, в том числе и нейротоксических, и накопление триптофана. Оценку способности к обучению и формированию памяти у мутанта *vermillion* изучали при помощи метода условно-рефлекторного подавления ухаживания (УРПУ). В качестве стрессорного фактора применяли воздействие слабого статического магнитного поля (ССМП) на различных стадиях онтогенеза. В интактном контроле не выявлено нарушений обучения и памяти. Показано резкое снижение активности ухаживания и ухудшение формирования памяти после воздействия ССМП как на стадии имаго,

так и на стадии предкуколки (период формирования центрального комплекса, играющего важную роль в процессах обучения и памяти). Таким образом, выявлен негативный эффект ССМП на деятельность нервной системы при действии на разных стадиях онтогенеза.

---

## ОСОБЕННОСТИ РЕПАРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В ОБЛАСТИ РУБЦА НА МАТКЕ ПРИ ИНТРАОПЕРАЦИОННОМ ИСПОЛЬЗОВАНИИ НОВЫХ ВЫСОКОМОЛЕКУЛЯРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

*Сергеева Ю.И., Заломаева Е.С.*  
*РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург*

В настоящее время частота оперативного родоразрешения неуклонно растет. Согласно данным литературы, частота выполнения этой операции составляет 13–32%, в связи с этим растет процент женщин фертильного возраста с рубцом на матке. Одним из серьезнейших показателей к кесареву сечению является рубец на матке. В свою очередь, увеличение частоты повторного кесарева сечения значительно повышает риск развития интра- и послеоперационных осложнений. Для снижения процента повторного кесарева сечения у женщин с рубцом на матке необходимо увеличить количество случаев родоразрешения естественным путем. В связи с этим всё большую актуальность приобретают вопросы репарации шва на матке, во многом определяющие течение последующих беременностей и родов.

Цель исследования состояла в изучении репаративных процессов в области шва на матке в зависимости от наложения и вида материала.

Исследования проводились в лаборатории физиологии и патологии плода ФГБНУ «НИИ АГ и Р имени Д.О. Отта» на самках кролика породы «Шиншилла» (*Oryctolagus cuniculus*) массой от 3000 до 6000 г. Операцию кесарева сечения проводили на 30-й день беременности под местной инфильтрационной анестезией с использованием раствора Новокаина 1% – 10,0мл с последующим внутривенным введением препарата Тиопентала Натрия в объеме 1,5 мл. После обработки операционного поля с соблюдением правил асептики и антисептики осуществляли послойное вскрытие кожи, апоневроза, мышц и брюшины по средней линии. Принимая во внимание наличие у самки кролика двурогой матки и течение беременности одновременно в двух рогах, выполняли продольный разрез длиной 3 см на каждом из них на 0,5 см выше места бифуркации. После извлечения плодов рану на матке ушивали непрерывным однорядным викриловым швом и накладывали мембрану «Хитозан» на один из маточных рогов первой группе животных, мембрану фиксировали 4-мя отдельными узловыми швами. Второй группе животных накладывали мембрану «Альгинат», третьей – мембрану «Коллаген». Через 29 дней после операции кесарева сечения животных выводили из опыта под внутривенным тиопенталовым раствором путем воздушной эмболии. При вскрытии кожи и брюшины

осуществлялся тщательный осмотр полости на наличие абсцессов и спаек, и забор биологического материала (участки с рубцовой тканью обоих рогов матки) для морфологических и биохимических исследований.

В первой группе, при использовании мембраны «Хитозан» процент животных, имеющих абсцесс, составлял 31%, во второй группе (мембрана «Альгинат») – 25%, в третьей группе (мембрана «Коллаген») – 20%. Процент животных, имеющих спайки составлял: в первой группе – 59%, во второй – 75%, в третьей – 40%.

Таким образом, во всех исследуемых группах было выявлено наличие абсцессов и спаечных процессов, но наиболее активный репаративный процесс был зафиксирован при использовании мембраны «Коллаген».

---

## МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ НЕРВНО-ПСИХИЧЕСКОГО НАПРЯЖЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В ТЕЧЕНИЕ УЧЕБНОГО ГОДА

**Сычев М.Г.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Известно, что состояние здоровья подрастающего поколения является важнейшим показателем благополучия общества и государства. Вместе с тем, данные медицинской статистики убедительно свидетельствуют о печальной тенденции ухудшения состояния здоровья детей и подростков за время обучения их в школе. В связи этим обстоятельством сохраняется актуальность поиска путей сохранения или восстановления здоровья школьников. Одним их подходов к решению сформулированной проблемы является систематический мониторинг состояния здоровья детей в школе, выявление учащихся группы риска и организация коррекционных мероприятий для восстановления здоровья.

Целью работы было проведение мониторинга состояния нервной системы школьников в течение всего учебного года и выявление учеников с высокими рисками нарушения здоровья нервной системы.

В исследовании принимали участие ученики 6–9 классов 507 школы, всего 88 человек, в том числе 48 девочек и 40 мальчиков. В работе использовалась анкета определения нервно-психического напряжения Смирнова Н.К. Анкетирование проводилось в конце второй, третьей и четвертой четверти учебного года.

Полученные результаты представлены в таблице. Данные приведены в %. За 100% принимали общее количество учащихся и отдельно мальчиков, и девочек в каждом классе при каждом тестировании.

Результаты мониторинга нервно-психического напряжения учащихся шестого – девятого классов в течение учебного года убедительно свидетельствуют о наличии определенных закономерностей изменения изучаемых параметров. Во-первых, отмечается ухудшение показателей здоровья нервной системы с возрастом учени-

ков. Во-вторых, выявлены общие тенденции ухудшения показателей здоровья от второй к четвертой четверти. В-третьих, отмечаются некоторые различия в сдвигах показателей у девочек и мальчиков. Девочки, как правило, оценивают риски нарушения своего выше, чем мальчики. Вместе с тем, большое влияние на эту оценку могут оказывать индивидуальные психофизиологические особенности учащихся и выраженность их мотивации к обучению.

Таблица 1. Обозначения: м – мальчики, д – девочки, все – общее количество учащихся; н – низкий, ср – средний, в – высокий уровни рисков

Классы	Уровни напряжения	Конец 2 четверти			Конец 3 четверти			Конец 4 четверти		
		м	д	все	м	д	все	м	д	все
6	н	50	70	62	92	71	85	33	78	56
	ср	50	30	38	8	29	15	67	22	44
	в	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	н	0	14	8	36	0	20	33	78	56
	ср	54	36	44	64	78	70	67	22	44
	в	46	50	48	0	22	10	0	0	0
8	н	9	58	35	50	15	30	50	28	38
	ср	82	25	52	50	62	57	40	36	38
	в	9	17	13	0	23	13	10	36	24
9	н	60	25	39	57	44	52	37	16	25
	ср	40	62	52	43	33	49	37	42	40
	в	0	13	9	0	23	9	26	42	35

## РАЗРАБОТКА СОДЕРЖАНИЯ ЗАНЯТИЙ ПРАКТИКУМА ПО ОЦЕНКЕ ЗДОРОВЬЯ ШКОЛЬНИКОВ

**Царева А.А.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Одной из главных задач экологии ребенка является сохранение и развитие здоровья подрастающего поколения. Актуальность этой задачи особенно возросла в последние годы. Исследования медиков и данные статистики по детской заболеваемости, к сожалению, свидетельствуют о положительной динамике, как общей заболеваемости, так и заболеваний отдельных органов и систем детского организма. Решением существующих проблем со здоровьем детей и подростков занимается система здравоохранения страны.

В условиях школы также существуют определенные возможности для оценки состояния физического здоровья учащихся, которые доступны не только медицинским работникам, но и учителям-предметникам.

Цель работы — разработка и проведение занятий практикума по оценке здоровья детей в школе.

Работа включает теоретическую и практическую части. На основании анализа литературы были подобраны простые методики оценки состояния физического здоровья учащихся в условиях школы. Далее эти методики были использованы для проведения практического исследования. В нем принимали участие 23 ученика 9 класса СОШ № 38, из них 11 мальчиков и 12 девочек.

В работе использовались соматометрические, соматоскопические и физиометрические методики оценки состояния здоровья учащихся. Были получены следующие результаты.

При определении соматоскопических показателей оценивались особенности осанки, наличие сколиоза, форма спины. Установлено, что больше половины респондентов имеют нарушения осанки и входят по этому параметру в группу риска нарушения здоровья.

При определении соматометрического показателя – типа телосложения – выявлено среди мальчиков преобладание нормостеников, а среди девочек – астеников. Среди респондентов-мальчиков гиперстеников не оказалось.

При измерении физиометрических показателей проводились функциональные пробы для дыхательной и сердечно-сосудистой системы. Установлен низкий уровень тренированности дыхательной системы у большего числа учеников, и хороший уровень тренированности и способность к быстрому восстановлению сердечно-сосудистой системы. Высокие показатели по данным пробам характерны для учеников, которые занимаются спортом.

В ходе исследования состояния вестибулярного аппарата установлено, что у 54% учащихся состояние аппарата хорошее, у 23% — удовлетворительное и у 18% — неудовлетворительное.

Таким образом, использование выбранных методик позволяет выявить школьников группы риска по состоянию физического здоровья.





**Секция  
зоологии  
и экологии**

# ВЛИЯНИЕ МИНЕРАЛЬНЫХ УДОБРЕНИЙ И СОЛЕЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ НА РАЗВИТИЕ И ЖИЗНЕННЫЙ ЦИКЛ ПОЧВЕННЫХ ИНФУЗОРИЙ *COLPODA CUCULLUS*

**Беляева Н.Д., Иудина Т.А., Хлебосолова Г.В.**

ГБУ ДОД ДД(Ю)Т Московского района, г. Санкт-Петербург

Почва является неисчерпаемым источником живых организмов: беспозвоночных, микроорганизмов, в том числе и инфузорий, а также основным хранилищем генетического разнообразия почвенных животных на Земле. Теоретическая значимость изучения почвенных организмов заключается в том, что выявив видовой состав цилиофауны почв разных биоценозов и рассмотрев их морфофизиологические адаптации к почвенным условиям, можно предположить возможные пути морфо-экологической эволюции цилиат. Полученные результаты по распространению инфузорий в биотопах, изучение структуры видов доминантов, их жизненных циклов и сезонной динамики, рекомендуется использовать при моделировании почвенных биоценозов. Инфузории могут являться индикаторными организмами различных типов почв.

Перед данной работой была поставлена цель: изучить ответную реакцию почвенных цилиат *Colpoda cucullus* на разные концентрации широко применяемых в сельскохозяйственной практике азотных удобрений и ацетата свинца, как наиболее вредного вещества для живых организмов.

В задачи исследования входило: на основе литературных данных познакомиться с жизненным циклом почвенных инфузорий *Colpoda cucullus*. Изучить влияние разных доз азотсодержащих минеральных удобрений на развитие и жизненный цикл *Colpoda cucullus*. Выяснить влияние разных доз ацетата свинца на развитие и жизненный цикл инфузорий *Colpoda cucullus*. Изучить адаптивные особенности почвенных инфузорий в результате воздействия на них солей тяжелых металлов.

Объектом настоящего исследования явились инфузории рода кольпода, обитающие в верхних горизонтах А<sub>0</sub>-А<sub>1</sub> почв леса Ленинградской области.

Для изучения инфузорий, выделенных из почвенных образцов, использовали морфологические, морфометрические, цитохимические, математические методы исследования, применяемые как в протозоологической, так и в микробиологической практике.

В результате исследования изучена биология почвенных инфузорий *Colpoda cucullus* и выявлено влияние разных концентраций минеральных удобрений, применяемых в сельском хозяйстве, на их жизненные циклы. В результате использования почвенных инфузорий *Colpoda cucullus* в качестве тест объекта, было установлено, что минеральные удобрения блокируют процесс размножения при концентрации раствора 615 мг/л, увеличение концентрации раствора (до 700 мг/л) приводило к гибели клеток. Установлено, что более щадящее действие на почвенных инфузорий оказывает одновременное внесение органических и минеральных удобрений, или извести и минеральных удобрений. Это способствует снижению

кислотного характера минеральных удобрений, и в меньшей степени отражается на почвенных инфузориях.

Растворы солей свинца нарушают жизненный цикл *Colpoda cucullus*, что в итоге, при концентрации раствора 0,125% приводит к гибели популяции.

Обнаружена некоторая устойчивость инфузорий к воздействию ацетата свинца. Почвенные инфузории *Colpoda cucullus* являются генетически разнородными (полиморфными видами), благодаря чему в лабораторной культуре формируются популяции устойчивые к раствору ацетата свинца с концентрацией 0,1%. Адаптация почвенных инфузорий к ацетату свинца осуществляется из-за гетерогенности природных популяций.

---

## ПРОБИОТИЧЕСКИЕ ЭНТЕРОКОККИ ВЛИЯЮТ НА ТЕЧЕНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО АЛЛЕРГИЧЕСКОГО ЭНЦЕФАЛОМИЕЛИТА У КРЫС, ИЗМЕНЯЯ СОСТАВ МИКРОБИОТЫ КИШЕЧНИКА И СУБПОПУЛЯЦИИ ИММУННЫХ КЛЕТОК В КРОВИ

**Большакова К.О.<sup>1</sup>, Абдурасулова И.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Институт Экспериментальной Медицины», Санкт-Петербург

Экспериментальный аллергический энцефаломиелит (ЭАЭ) – модель рассеянного склероза (РС) на животных. Рассеянный склероз является крайне тяжелым заболеванием ЦНС и представляет собой одну из наиболее сложных медицинский проблем, существующих на сегодня в России. РС – аутоиммунное демиелинизирующее заболевание ЦНС, затрагивающее людей молодого трудоспособного возраста и за короткий срок, без эффективного лечения, приводит к тяжелой инвалидизации. В настоящее время микробиота кишечника предполагается в качестве триггера РС и потенциальной мишени для фармакологического воздействия. Появились сведения о наличии у пациентов с рассеянным склерозом дисбиоза, что ставит вопрос о необходимости коррекции этого расстройства. В гастроэнтерологии для этой цели применяются пробиотики – бактерии с полезными свойствами, которые обладают иммуномодулирующими свойствами.

Поэтому цель нашего исследования заключается в том, чтобы на модели ЭАЭ у крыс проанализировать состав микробиоты кишечника и исследовать протективный потенциал пробиотического штамма *Enterococcus faecium* L-3.

Исследование проводилось на базе Физиологического отдела им. И.П. Павлова ФГБНУ «Институт Экспериментальной Медицины».

Для решения мы индуцировали ЭАЭ у самок крыс Вистар однократной подкожной инъекцией гомогената гомологичного спинного мозга (100 мг/крысу), эмульгированного в полном адьюванте Фрейнда (0,2 мл/крысу). *E. faecium* L-3 вводили в течение 14 дней внутривентрикулярно в дозе 2,5x10<sup>8</sup> колониеобразующих единиц

(КОЕ) / крысу / день, начиная со 2-го дня после индукции (опытная группа). Крысам контрольной группы тем же способом вводили растворитель (ФР). Материал для исследования собирали на 0-й, 14-й, 21-й и 28-й дни после индукции ЭАЭ. ДНК из фекальных образцов выделяли с помощью набора ДНК-ЭКСПРЕСС «Литех». ПЦР в реальном времени проводили с использованием набора «Колонофлор» (ООО «АльфаЛаб»). Забор крови осуществляли из хвостовой вены в пробирки, содержавшие ЭДТА на 0-й, 14-й и 28-й дни после индукции ЭАЭ. Субпопуляции иммунных клеток определяли методом проточной цитофлуориметрии на проточном цитометре Navios™ (Beckman Coulter) с двумя диодными лазерами при длине волны 488 нм и 635 нм. Использовали комбинации следующих флуоресцентно меченых антител: CD3, CD4, CD8, CD161 и CD45RA (BioLegend) в соответствии с инструкцией производителя.

Анализ обработки результатов показал, что у крыс, с индуцированным ЭАЭ, введение пробиотика *E. faecium* L-3 на 11,3% уменьшило долю заболевших животных и снизило тяжесть симптомов ЭАЭ по сравнению с контрольной группой (максимальный КИ – 3,2 балла против 4,1; кумулятивный КИ – 33 балла против 54,5), а также увеличило индуктивную фазу и сократило длительность заболевания. У крыс, получавших пробиотик, в составе микробиоты на 14-й день наблюдалось более высокое содержание лактобацилл (9,1 lg против 8,7 lg) и более низкое – *Bacteroides fragilis* (9,4 lg против 10,5 lg). На 21 день у крыс, получавших пробиотик, содержание *B. fragilis* было на 1,3 lg меньше, чем в контрольной группе, а количество *Faecalibacterium prausnitzii* достигло исходных значений. На пике заболевания в крови крыс, которым вводился *E. faecium* L-3, обнаружено снижение числа NK-клеток (3,9% против 15,8%) и В-клеток (14,9% против 24,4%), а также увеличение общего числа Т-клеток, преимущественно CD3<sup>+</sup>CD8a<sup>+</sup> Т-клеток (45,2% против 17,8%) по сравнению с крысами без лечения. В фазу выздоровления (28-й день) количество разных субпопуляций иммунных клеток достоверно не отличалось в опытной группе и контрольной группе, но у крыс опытной группы оставались увеличенными Т-клетки, причем доля CD3<sup>+</sup>CD161a<sup>+</sup> достоверно превышала исходный уровень (на 0-й день) на 30%.

Из полученных результатов можно сделать вывод, что применение пробиотических энтерококков снижает выраженность неврологических нарушений у крыс при ЭАЭ, и протективное действие опосредуется через модуляцию кишечной микробиоты и иммунных функций.

## НЕИЗВЕСТНЫЕ ЦЕРКАРИИ ТРЕМАТОД В МОЛЛЮСКАХ ВЫРИЦКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

**Бруссер А.В.**

*РГПУ им. Герцена, Санкт-Петербург*

В рамках проведения исследовательской работы по изучению трематодофауны Вырицкого водохранилища, помимо известных и описанных ранее различными авторами личинок трематод, нами были найдены три церкарии с неясным систематическим положением, чьи морфологические характеристики мы приводим в данной статье.

Описание района исследования, а также гидрологическая и гидробиологическая характеристика Вырицкого водохранилища опубликована в ряде статей сотрудников кафедры зоологии РГПУ им. А.И. Герцена.

Материал для настоящей работы собирался с июня по сентябрь 2014 и 2015 годов. Всего было обследовано 1200 моллюсков *Planorbium corneum* (800 шт.) и *Lymnaea stagnalis* (400 шт.). На данный момент в собранных пробах нами обнаружено и описано 12 видов церкарий из различных систематических групп. Большинство из них – представители семейства Echinostomatidae, встречаются также представители семейств Notocotylidae и Strigeidae. Среди церкарий с неясным систематическим положением нами обнаружены 2 представителя стригейд (Strigeidae) и один представитель стилетной группы, относящийся предположительно к группе Xiphidiocercaria.

Для выявления моллюсков, зараженных церкариями, их рассаживали по одному в стеклянные сосуды (стаканы В1-250-ТС объемом 250 мл и колбы конические КН-2-50-34 объемом 50 мл), наполненные водой объемом 50 мл на 12-24 часа.

После проверки на зараженность моллюски отсаживались в кристаллизаторы или аквариумы разного объема с растениями и водой из пруда. По прошествии некоторого времени, моллюски снова отсаживались в сосуды с чистой водой для повторных наблюдений. В дальнейшем все моллюски были вскрыты.

Изучение церкарий проводилось на живом и отснятом на фото/видео материале при помощи микроскопа МБС-10 (ЛОМО), микроскопа медицинского МИКМЕД 5 (ЛОМО) и прямого цифрового биологического микроскопа Альтами 104.

Для удобства зарисовки объектов они фиксировались на фото- и видеокамеры телефонов Samsung Galaxy S-III и Samsung Galaxy S-V, а также на идущую в комплекте к микроскопу Альтами-104 цифровую видеокамеру (1,3 Мпикс). Все рисунки выполнены вручную. Измерение церкарий проводилось при помощи объект-микрометра 0,01 мм ОШ-2 N00348, 1955 г.в.

### ***Cercaria* sp. I** (рис. 1)

Хозяин *Planorbium corneum*

Данная церкария характеризуется мелкими размерами и большой активностью. Длина тела 0,142–0,162 мм, ширина 0,065–0,084 мм. Хвостовой ствол 0,148–0,156 мм при ширине 0,024–0,028 мм. Длина ветвей хвоста 0,06–0,08 мм.

Размеры переднего органа 0,055–0,028 мм, диаметр глотки 0,09 мм, брюшной присоски 0,029 мм. На тегументе ровными рядами по всему телу расположены мелкие шипики, более крупные в области переднего органа. В области мочевого пузыря они очень мелкие и видны только при использовании фазового контрастного устройства микроскопа. Шипики имеются также и на ветвях хвоста. На переднем конце хорошо заметен подвижный хоботок, вооруженный мелкими шипиками (рис. 1, а). Брюшная присоска вооружена двумя венчиками крючьев (рис. 1, б).

Пищеварительная система развита и представлена короткой предглоткой, продолговатой глоткой, пищеводом и двумя ветвями кишечника, слепо заканчивающегося посередине расстояния между брюшной присоской и мочевым пузырем. Железы проникновения в числе шести пар лежат, соприкасаясь с передним краем брюшной присоски, охватывая ее с боков. На уровне середины тела имеются мелкие непигментированные глазки. Экскреторная формула  $2(1+1+1)+(1+1)+(1)=12$  Поперечной комиссуры нет. Кaudальные клетки не выражены.

Развитие осуществляется в нитевидных спороцистах, длина которых варьирует от 2 до 3 мм. Для личинки характерен отрицательный фототаксис. Продолжительность ее жизни при  $t^{\circ} 16-18^{\circ}$  от 15 до 18 часов. В позе покоя церкария висит вниз

передним концом тела, вытянув хвостик и слегка расправив ветви (рис. 1, в).

По вооружению тегумента, степени развития пищеварительной системы и экскреторной формуле обнаруженный нами вид близок к церкариям подсемейства Neodiplostominae в описании Оденинга (Odening, 1965), однако, от церкарий, принадлежащих к этому подсемейству, наш вид отличается количеством и расположением желез проникновения.

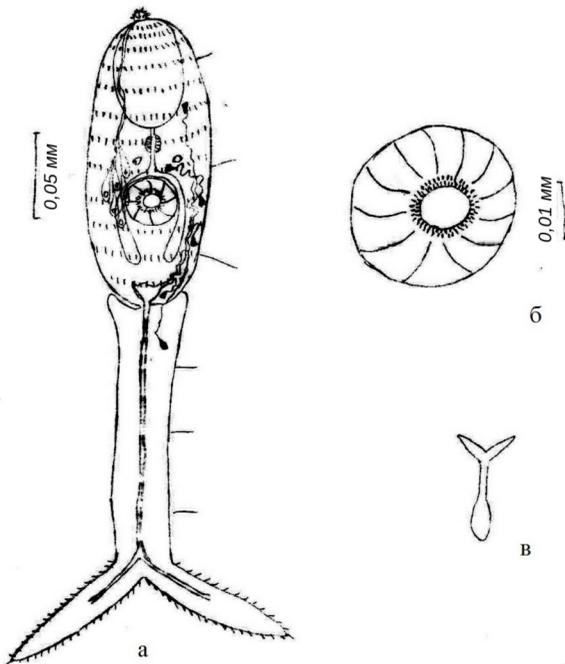


Рис. 1. *Cercaria* sp. I: а) общий вид; б) вооружение брюшной присоски; в) поза покоя.

***Cercaria* sp. II (рис. 2).**

Хозяин: *Lymnaea stagnalis*

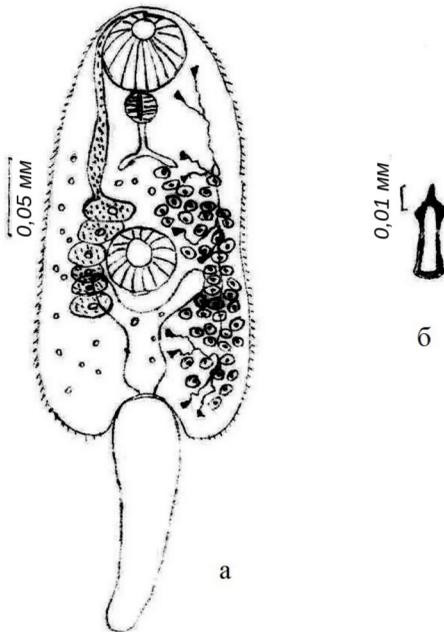


Рис. 2. *Cercaria* sp. II: а) общий вид; б) стилет.

Церкарии средних размеров. Длина тела 0,265–0,350 мм, ширина 0,9–0,14 мм. Длина хвоста 0,135–0,200 мм. Диаметр ротовой присоски 0,05 мм, брюшной 0,03 мм. Диаметр округлой глотки 0,021 мм. Стилет длиной 0,03 мм с плечиками. Хорошо различимые кутикулярные шипики покрывают все тело личинки. Предглотка есть, но видна только в момент, когда церкария, ползая по предметному стеклу, вытягивает переднюю часть тела. Пищевод короткий, разветвляется на середине расстояния между ротовой и брюшной присосками на две ветви кишечника, просвет которого виден только на коротком участке, следующим за пищеводом.

Железы проникновения в количестве 6 пар лежат с обеих сторон брюшной присоски и впереди нее. Цистогенные клетки покрывают все тело личинки, оставляя свободным только первую треть его до уровня начала пищевода. Хорошо различимы жировые капли разных размеров. Мочевой пузырь крупный, латеральные отростки его достигают мочевого пузыря. В теле церкарии мы обнаружили 20 пламенных клеток, расположенных в группах по две. Кaudальный карман слабо выражен. Церкарии характеризуются положительным геотаксисом. Покинув моллюска, личинки плавают в течение 10–14 часов, а затем переходят к ползанию по субстрату.

Развитие церкарий происходит в червеобразных спороцистах сероватого цвета длиной от 0,9 до 1,4 мм. Из описанных в литературе стилетных церкарий данный вид близок к *Xiphidiocercaria* IV Ginetzinskaja, 1959, но отличается большими размерами, характером таксисов и хозяином.

Также мы определили, что церкария, обнаруженная в прудовиках р. Оредеж, по описанию близка к *Xiphidiocercaria* II Frolova, 1975, но она отличается от карельской некоторыми деталями строения пищеварительной системы и топографическим расположением желез проникновения.

**Cotylurus sp.** (рис. 3).  
Хозяин *Lymnaea stagnalis*

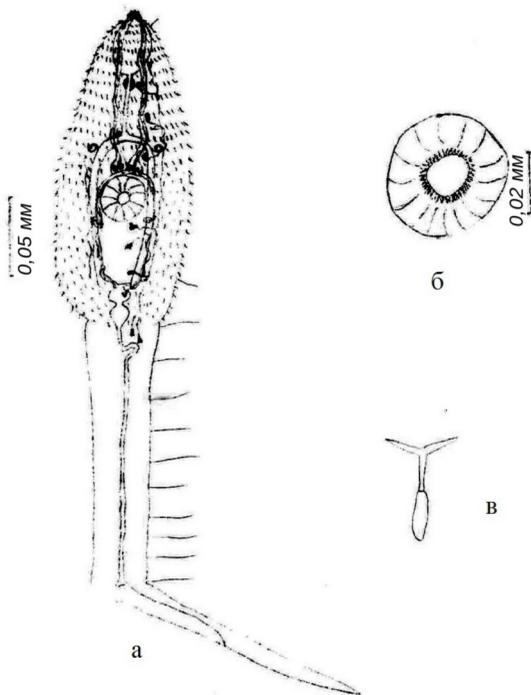


Рис. 1. *Cotylurus* sp.: а) общий вид; б) вооружение брюшной присоски; в) поза покоя.

Церкарии с длиной тела 0,178–0,195 мм, шириной 0,07–0,09 мм. Размеры переднего органа 0,032×0,029 мм. Диаметр брюшной присоски 0,042 мм. На переднем конце тела имеется хоботок, вооруженный 20–22 шипиками. Кутикулярные шипы, более крупные на переднем органе, покрывают тело личинки, оставляя свободным небольшое пространство вокруг брюшной присоски. Последняя вооружена тремя рядами шипиков (рис 3, а). Короткая предглотка ведет в очень маленькую, слабо развитую глотку. Пищевод разветвляется между передним органом и брюшной присоской на две ветви кишечника, которые доходят до мочевого

пузыря. Ниже уровня развилки пищевода имеются непигментированные глазки. Железы проникновения в количестве двух пар лежат перед брюшной присоской. Данный вид характеризуется крупным мочевым пузырем своеобразной формы. Он состоит из двух округлых камер, расположенных одна над другой и соединяющихся узким протоком. Кaudальный канал выделяется. Системы в первой трети хвостового ствола образуют колено. Экскреторная формула  $2(2+2)+(2+2)+(2)=20$ . Кaudальных клеток в хвосте нет. На теле церкарии обнаружено две пары чувствительных волосков; на хвостовом стволуике десять пар.

Развитие осуществляется в бесцветных спороцистах, длина которых может достигать 4 мм. Выход личинок из моллюска происходит в любое время суток. Гео- и фототаксис положительные. Покинув хозяина, церкарии активно плавают 12–14 часов. Поза покоя (рис. 3, в) характерна для других личинок *Cotylurus*, отмеченных Т.А. Гинецинской (1959).

Из известных в литературе церкарий р. *Cotylurus*, наш вид наиболее близок к

описанной Т.А. Гинецинской *Cotylurus* sp. II Ginetzinskaja. Однако, она отличается от последней вооружением кутикулы и расположением пламенных клеток.

---

## ТРЕМАТОДЫ УТИНЫХ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

**Геннадьева А.А.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Трематоды — паразитические черви, в жизненном цикле которых имеется смена поколений и смена хозяев. На территории Ленинградской области в роли первых, вторых и окончательных хозяев могут выступать большое число беспозвоночных и позвоночных животных.

Окончательными хозяевами трематод могут являться рыбы, амфибии, рептилии, птицы и млекопитающие. Однако, прежде всего птицы, в период миграции, могут участвовать в распространении инвазии за пределы области и даже за пределы России.

Моллюски, а также личинки некоторых насекомых могут являться первыми и вторыми промежуточными хозяевами трематод. На территории Ленинградской области изучение фауны трематод этих животных активно ведется с середины XX века (Атаев, 2014; Судариков, 1984; Филимова, 1985 и др.). Однако сведения о зараженности утиных, как окончательных хозяев трематод, на территории области немногочисленны и относятся к 60-м годам XX века (Быховская-Павловская, 1962).

У уток трематоды паразитируют в воздухоносных мешках, почках, мочеточниках и в кишечнике. Большая часть видов трематод встречается в кишечнике. Обнаруженные виды относятся к следующим семействам: Echinostomatidae, Echinochasmidae, Psilostomatidae, Plagiorchiidae, Notocotilidae, Leucochlorididae, Prostogonimidae и Strigeidae (Быховская-Павловская, 1962; Рыжиков, 1949; Судариков, 1984; Филимова, 1985; Кириллов и др. 2012).

Нами были проведены исследования по изучению фауны трематод утиных, паразитирующих в кишечнике. Сбор материалов осуществлялся в сроки весенней и осенней охоты, следовательно, в периоды весенней и осенней миграции.

Обнаруженные гельминты принадлежали к трем семействам: Echinostomatidae, Notocotilidae и Strigeidae. Чаще других отмечался вид *Echinostoma revolutum* Frölich, 1802. Данный вид был отмечен у *Anas platyrhynchos* L. и ранее также отмечался на территории области (Быховская-Павловская, 1962).

Во время весенней миграции 2014 г. у *Anas querquedula* L. нами была обнаружена трематода, относящаяся к семейству Microphalidae. Это первое обнаружение данной трематоды у данного хозяина.

Полученные данные могут использоваться при изучении распространения трематодной инвазии, а также при изучении миграции и питания птиц.

## ОЦЕНКА УРОВНЯ ПОЛНОГЕНОМНОГО МЕТИЛИРОВАНИЯ ДНК В CCGG-САЙТАХ МЕТОДОМ МЕТИЛ-ЧУВСТВИТЕЛЬНОЙ РЕСТРИКЦИИ С ImageJ-АНАЛИЗОМ

Дергачева Н.И.<sup>1,2</sup>, Сучкова И.О.<sup>2</sup>, Паткин Е.Л.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ФГБНУ «Институт экспериментальной медицины», Санкт-Петербург

Метилирование ДНК является одним из основных эпигенетических механизмов регуляции экспрессии генов, инактивации X-хромосомы и геномного импринтинга. Изменения уровня метилирования ДНК часто связаны с развитием различных патологий. Эпидемиологические данные, а также исследования *in vitro* и *in vivo* показывают, что воздействие ксенобиотиками часто ассоциировано с различными эпигенетическими изменениями, и, в частности, с aberrантным метилированием ДНК. В связи с этим являются актуальными исследования статуса метилирования ДНК при различных заболеваниях человека и при воздействии ксенобиотиков на эпигеном. В настоящее время для оценки уровня полногеномного и сайт-специфического метилирования ДНК используется широкий спектр методов, однако каждый из них имеет свои преимущества и недостатки, и часто требуется оптимизация методов под определенные исследования.

Цель данной работы состояла в оптимизации метода метил-чувствительной рестрикции с ImageJ анализом (*MSR-IA, Methylation Sensitive Restriction-ImageJ Assay*) для выявления изменений метилирования ДНК в CCGG сайтах при различных патологиях человека, а также при воздействии ксенобиотиков.

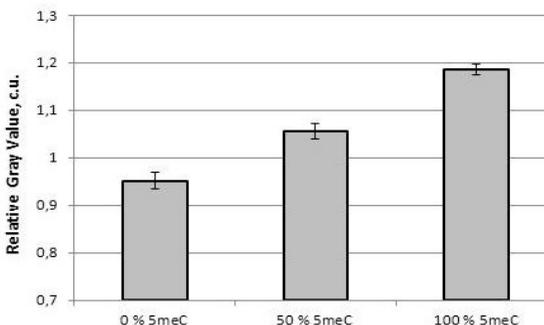


Рис. 1. Относительный уровень полногеномного метилирования ДНК в CCGG сайтах в ДНК клеточной линии человека НСТ116 ДКО с известным уровнем метилирования.

Для оптимизации метода MSR-IA в работе были использованы образцы коммерческой ДНК человека («Human methylated and non-methylated DNA Set», «ZymoResearch»). Неметилированная форма ДНК выделена из НСТ116 ДКО клеточной линии, которая является гене-

тическим нокаутом по двум ДНК метилтрансферазам (DNMT1 и DNMT3b). ДНК этих клеток имеет низкий уровень метилирования (< 5%) и поэтому часто используется как негативный контроль при анализе метилирования CG динуклеотидов. Метилированная форма ДНК (100%) этой же клеточной линии получена при метили-

ровании *in vitro* с помощью CpG-метилазы и служит в качестве позитивного контроля при анализе метилирования CG динуклеотидов.

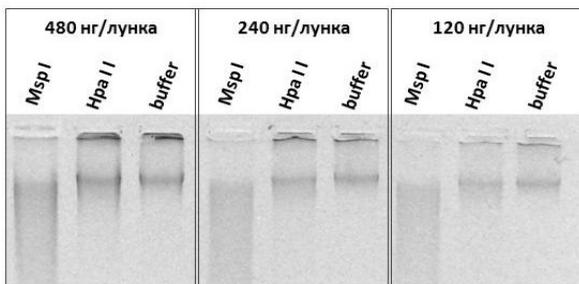


Рис. 2. Электрофореграмма ДНК человека с неизвестным уровнем метилирования после рестрикции MspI и HpaII (1% агарозный гель, окраска бромистым этидием).

Для рекомендаций фирмы-производителя («ThermoScientific»). Ферменты MspI и HpaII являются изоизомерами и распознают один и тот же сайт CCGG. MspI расщепляет сайт независимо от наличия/отсутствия метилирования внутреннего цитозина, тогда как HpaII не распознает сайт, если он был метилирован, поэтому MspI используют для идентификации всех CCGG-последовательностей, а HpaII для выявления метилированной формы этого сайта. После ферментативного гидролиза ДНК проводили электрофорез в 1% агарозном геле на 0.5x TBE в течение 50 минут. ДНК визуализировали окрашиванием бромистым этидием, гель фотографировали. Для определения относительного уровня метилирования ДНК данные электрофореграмм обрабатывали программным комплексом ImageJ. Выявлена прямая зависимость между истинным уровнем метилирования ДНК и полученными значениями относительного уровня метилирования ДНК для стандартных образцов ДНК (рис.1).

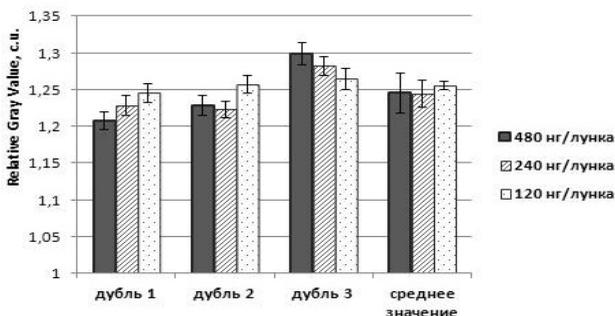


Рис. 3. Относительный уровень полногеномного метилирования CCGG сайтов у человека с неизвестным уровнем метилирования ДНК

На образцах неметилированной, 50% и 100% метилированной геномной ДНК клеток НСТ116 DKO был проведен ферментативный гидролиз с помощью метил-чувствительных эндонуклеаз рестрикции MspI и HpaII, следуя рекомендациям

фирмы-производителя («ThermoScientific»). Ферменты MspI и HpaII являются изоизомерами и распознают один и тот же сайт CCGG. MspI расщепляет сайт независимо от наличия/отсутствия метилирования внутреннего цитозина, тогда как HpaII не распознает сайт, если он был метилирован, поэтому MspI используют для идентификации всех CCGG-последовательностей, а HpaII для выявления метилированной формы этого сайта. После ферментативного гидролиза ДНК проводили электрофорез в 1% агарозном геле на 0.5x TBE в течение 50 минут. ДНК визуализировали окрашиванием бромистым этидием, гель фотографировали. Для определения относительного уровня метилирования ДНК данные электрофореграмм обрабатывали программным комплексом ImageJ. Выявлена прямая зависимость между истинным уровнем метилирования ДНК и полученными значениями относительного уровня метилирования ДНК для стандартных образцов ДНК (рис.1).

Кроме того, по аналогичной схеме был проведен анализ полногеномного метилирования ДНК человека с неизвестным уровнем метилирования. Для данного образца ДНК ферментативный гидролиз проводили с разными кон-

центрациями ДНК (480, 240, 120нг), каждый вариант концентрации анализировали трижды (рис. 2). Было показано, что независимо от концентрации исходной ДНК показатели относительного уровня метилирования имеют одинаковые значения (рис. 3).

Таким образом, анализ полученных данных подтвердил, что метод MSR-IA может быть использован для определения уровня полногеномного метилирования ДНК и не зависит от концентрации ДНК.

---

## **ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ЦЕМЕНТНОМ ЗАВОДЕ «ЦЕСЛА» (Г. СЛАНЦЫ, ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛ.)**

***Иванов А.В.***

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Актуальность борьбы с шумовым загрязнением обусловлена тем, что эксплуатация современных видов промышленного оборудования и транспортных средств, чаще всего, сопровождается значительным уровнем шума. С точки зрения трудовой безопасности шум является одним из самых распространённых вредных факторов производства.

Практическая значимость исследуемой проблемы заключается в том, что полученные результаты могут быть использованы в разработках противозумовой защиты работников промышленности, поскольку полученные данные раскрывают источники шумового загрязнения, их количественные характеристики и выполняют прогностическую функцию.

Шум – это беспорядочные звуковые колебания разной физической природы, характеризующиеся случайным изменением амплитуды и частоты. Он оказывает вредное, раздражающее воздействие на человеческий организм, снижает его работоспособность и препятствует восприятию полезных сигналов.

В ходе проделанной работы, при помощи шумомера модели ШМ-1, было исследовано 22 производственных помещения цементного завода «Цесла» на предмет уровня шума. На каждой точке было снято 360 измерений (общая продолжительность измерения 30 минут, состоящая из трёх циклов, каждый продолжительностью 10 минут). В результате используя методику вычисления эквивалентного уровня шума, описанную в ГОСТе 12.1.050-86 и сопоставления данных с нормами СН 2.2.4/2.1.8.562-96, было установлено, что в 10 производственных помещениях завода уровень шума не превышал ПДУ, а в 12 – превышен (табл. 1).

Исходя из полученных данных можно утверждать, что повышенную опасность для человека представляет именно непосредственная работа с промышленным оборудованием наподобие молотковых дробилок и мельниц, а также станков. Но работа с пультами управления и лаборатории обладает достаточной звукоизоляцией, для того, чтобы можно было считать шумовые условия допустимыми.

Таблица 1. Результаты исследования производственных помещений

№	Точка	Суммарный индекс	$\Delta L_A$	$L_A$ экв
1	ПУ цементных мельниц	26194	44	74
2	Наждачный станок	417000	58	<b>88</b>
3	Токарный станок	261700	54	<b>84</b>
4	Ножницы	273800	54	<b>84</b>
5	Молот	9580000	70	<b>100</b>
6	Площадка сырьевых мельниц	445600	57	<b>87</b>
7	Площадка между мельниц	10281000	70	<b>100</b>
8	ПУ сырьевых мельниц	524	27	57
9	Помещение компрессоров	505400	57	<b>87</b>
10	Помещение цеха между угольных мельниц	519634	67	<b>97</b>
11	Площадка у холодильника	293000	55	<b>85</b>
12	Подвал клинкерных транспортеров	364480	56	<b>86</b>
13	Слесарная мастерская ПВКЦ, токарный станок	99527	50	80
14	Цех "Помол" площадка тарельчатых питателей	388200	56	<b>86</b>
15	Цех "Помол" площадка между мельниц	5650000	67	<b>97</b>
16	Помещение ПУ угольных мельниц	27367	44	74
17	Помещение ПУ вращающейся печи	207	24	54
18	Площадка сырьевых питателей сушильного цеха	18340	43	73
19	ПУ сушильными барабанами	100	20	50
20	Кабинет инженера физ. мех. испытаний	19345	43	73
21	Цех-лаборатория	35791	46	76
22	Лаборатория физ.-мех. испытаний	29297	45	75

## КОНСЕРВАТИВНАЯ И ЛАБИЛЬНАЯ СТРАТЕГИИ В ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЯХ ДОЛГОЖИВУЩИХ ПТИЦ НА ПРИМЕРЕ ОЧКОВОЙ ГАГИ (*SOMATERIA FISCHERI*)

**Коханова В.Ю.**

*РГПУ им. А.И. Герцена*

Материалом для настоящего сообщения послужили данные, собранные на о. Айопечан, дельта рр. Чаун-Паляваам, Чукотка (2002–2015 гг.) и данные, собранные на о. Кигигак, дельта рр. Юкон-Кускоквим, Аляска (1992–2015 гг.). Методика поиска и описания гнезд очковой гаги (*Somateria fischeri*) была одинакова для двух районов исследования. Для удобства поиска гнезд очковой гаги, острова разделены на модельные участки площадью 1 км<sup>2</sup> каждый на о. Айопечан. Для всех найденных

гнезд очковой гаги указывались: географические координаты гнезда; число яиц в кладке; стадия инкубации (по методу флотации яйца); состояние эмбриона (методом овоскопирования); высота и сомкнутость растительности и наличие защищающего вида (виды, агрессивно защищающие свои гнезда). Проводился отлов и кольцевание самок очковой гаги. Все данные по повторным наблюдениям птиц с индивидуальными метками мы сгруппировали в три массива: полный массив для о. Кигигак (1992–2015); частичный массив для о. Кигигак (2002–2015), где сроки работы полностью совпадают со сроками работ на о. Айопечан; полный массив данных для о. Айопечан (2002–2015). Все полученные массивы анализировались при помощи статистической программы MARK (White, Burnham, 1999; Cooch, White, 2006), при помощи CJS-модели (Cormack-Jolly-Seber) или, иначе, модели максимального правдоподобия, которая разработана для оценки выживаемости (в программе обозначается переменной  $\phi$ ) и оценки вероятности возвратов на исследуемую территорию (переменной  $p$ ). В ходе анализа, все данные проверяются четырьмя моделями: глобальной (обе переменные зависимы от времени ( $t$ )); и тремя другими, в которых либо одна, либо обе переменные являются константными, то есть не имеют зависимости от времени ( $t$ ). Для оценки адекватности вводимых данных были проведены GOF-тест (Goodness-of-fit) и LR-тест (Likelihood ratio tests). Для определения наиболее подходящей модели оценки данных мы использовали AIC-тест (Akaike's Information Criterion) – позволяет определить модели, дающие точную оценку выживаемости и вероятности возвращения на исследуемую территорию (Anderson et al., 1994).

За все время работы на о. Кигигак (1992–2015 гг., перерыв в 2001г.) было окольцовано 776 взрослых самок очковой гаги. На о. Айопечан (2002–2015 гг., перерыв в 2004 и 2014 гг.) было окольцовано 135 взрослых самок очковой гаги. Не было ни одного официально случая, который отмечал перемещение самок между популяциями на о. Айопечан и о. Кигигак.

377 (49,7%) из 759 окольцованных взрослых самок очковой гаги, окольцованные на о. Кигигак, никогда не наблюдались повторно. 62 самки очковой гаги (50,4%), окольцованные на о. Айопечан, никогда не регистрировались повторно. Мы рассчитали коэффициент выживаемости самок очковой гаги: для о. Кигигак показатель выживаемости равен 0,740 (SE: 0,075; 95% CI: 0,616–0,818); для о. Айопечан средний показатель выживаемости самок оказался выше 0,782 (SE: 0,031; 95% CI: 0,245–0,518). Оценка возвращаемости самок на исследуемую территорию для о. Кигигак равна 0,430 (SE: 0,045; 95% CI: 0,345–0,518); для острова Айопечан – 0,293 (SE: 0,095; 95% CI: 0,143–0,495).

По данным анализа, выживаемость самок не имеет зависимости от года исследования, но незначительно изменяется в течение всего периода исследования на о. Айопечан. Для популяции, исследуемой на о. Кигигак, наблюдается незначительный ( $p > 0,10$ ) спад показателя выживаемости. Если рассматривать выживаемость взрослых самок очковой гаги на обеих территориях исследования и в одинаковый период времени (2002–2015 гг.), то разница между показателями выживаемости у

обеих популяций будут отличаться с большей очевидностью – показатель для о. Кигигак (2002–2015) равен  $0,717 \pm 0,075$ . Низкий показатель выживаемости взрослых самок в популяции на о. Кигигак (44%) может быть объяснен высоким уровнем содержания свинца в крови. Самки, у которых отмечено низкое содержание свинца в крови в той же популяции, имеют показатель выживаемости 78% (Grand et al., 1998). Так же, более низкий показатель выживаемости у самок (о. Кигигак) можно объяснить использованием носовых меток в качестве метода индивидуального мечения. Такой способ мечения не использовался в полевых исследованиях на о. Ай-опечан. Следует отметить, что подобные индивидуальные метки приносят массу неудобств для птиц, повышая уровень смертности.

---

## ИЗМЕНЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ МЕДИ В ГЕПАТОПАНКРЕАСЕ МОЛЛЮСКОВ *PLANORBARIUS CORNEUS* ОТ ЗАРАЖЕННОСТИ ТРЕМАТОДАМИ

Кудрявцева П.С.

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

Медь (Cu) является одним из важнейших микроэлементов для живых организмов. У млекопитающих механизмы транспорта меди в клетках, доставки ее к местам синтеза и хранения медьсодержащих белков детально изучены. Однако данные о метаболизме меди у беспозвоночных немногочисленны и фрагментарны. Хорошо известно, что многие медьсодержащие белки играют важную роль во врожденном иммунитете беспозвоночных животных. У моллюсков, к таким белкам относится тирозиназа, индуцирующая образование активных метаболитов кислорода, и СОД1, участвующая в их нейтрализации для защиты тканей хозяина. Ранее нами было показано, что моллюски способны накапливать медь из окружающей среды, причем основным претендентом на роль центрального органа метаболизма меди является гепатопанкреас. Целью настоящего исследования является анализ взаимосвязи между концентрациями меди в среде, гепатопанкреасе, гемолимфе, и активностью тирозиназы у интактных и зараженных моллюсков *P. corneus* (Gastropoda, Pulmonata) из природной популяции. Сбор моллюсков производился из водоемов, расположенных на территории поселка Вырица (Ленинградская область). Зараженность моллюсков определяли при вскрытии. Концентрация меди была измерена методом атомно-адсорбционной спектrophотометрии. Активность тирозиназы определяли по степени окисления специфического субстрата — L-ДОФА. Было показано, что уровень активности тирозиназы в гемолимфе зараженных моллюсков выше, чем у интактных. Концентрация меди в гепатопанкреасах, неочищенных от трематод, значительно выше по сравнению с интактными. Уровень содержания меди в тканях гепатопанкреаса зараженных моллюсков значительно ниже, чем у интактных. Концентрации меди в ткани гепатопанкреаса обратно коррелирует с концентрацией меди в паразитах. Эти данные подтверждают

роль меди в развитии беспозвоночных и роль гепатопанкреаса в метаболизме меди у моллюсков.

---

## ИЗУЧЕНИЕ РОСТА МОЛЛЮСКОВ СЕМЕЙСТВА UNIONIDAE (РЕКА ОРЕДЕЖ, ЛЕНИНГРАДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

**Марданова Н.Р.**

*РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург*

Цель: Проанализировать темпы роста двустворчатых моллюсков семейства Unionidae для определения эффекта климатического воздействия на речную экосистему.

Изучение воздействия климатических факторов на водную экосистему является довольно сложным процессом. Данное явление сложно изучать классическими методами, поэтому можно выявить воздействие природных факторов, путём изучения двустворчатых моллюсков. Для определения воздействия необходимо наблюдать речную экосистему продолжительное время и чтобы четко выявить изменения, которые могут происходить ежесезонно или с определенной периодичностью. Одним из вариантов наблюдения и анализа может быть анализ ежегодных приростов раковин речных двустворчатых моллюсков семейства Unionidae. Моллюски ведут почти неподвижный образ жизни, а так же доминируют в биомассе организмов донного сообщества. На рост моллюсков в основном влияют два фактора: температурный и трофический. Поэтому темпы прироста их раковин могут отражать межгодовые изменения данных факторов.

Для анализа использовались живые моллюски, принадлежащие к сем. Unionidae, собранные в Ленинградской области в поселке Вырица в реке Оредеж в середине октября 2015 года в количестве 13, пригодных для изучения. Координаты места сбора (59.411355 с.ш. 30.304830 в.д.). Максимальный возраст собранных моллюсков составлял 10 лет.

Оценка производится расстоянием между годичными кольцами замедленного роста.

Измерение раковин собранных моллюсков позволило рассчитать параметры модели Гомперца, как наиболее подходящей для описания темпов роста особей в данной популяции. Параметры модели приведены в таблице 1.

Таблица 1. Параметры модели роста раковин моллюсков *Unio* sp.

$R^2$	$L_{\infty}$	$\pm 95\%$	$k$	$\pm 95\%$	$i$	$\pm 95\%$
0,94	97,26	44,90	0,40	0,1	2009	3,43

В дальнейшем эти данные будут использованы для вычисления показателей стандартизованного темпа роста раковин, которые будут сравниваться с климати-

ческими индексами для определения связи двух процессов: процесса роста и климатических условий.

---

## АНАЛИЗ ЭКСПРЕССИИ ТИРОЗИНАЗЫ В ТКАНЯХ МОЛЛЮСКОВ *PLANORBARIUS CORNEUS*

**Молев А.А.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Для осуществления защитных реакций у беспозвоночных существует сложная многоуровневая система врожденного иммунитета, в которой большое значение имеет гуморальный ответ. При этом ведущую роль в реализации иммунного ответа играют активные метаболиты кислорода (АМК), основное количество которых образуется при активации фенолоксидаз. Среди данных ферментов одним из ведущих атакующих агентов, в том числе при паразитарной инвазии, считается тирозиназа – медьсодержащая фенолоксидаза. Показано, что активная тирозиназа присутствует как в гемолимфе взрослых особей, так и в других тканях, а также среди компонентов кладки моллюсков. Таким образом, тирозиназа является одним из факторов, влияющих на систему «паразит-хозяин», затрагивающей моллюсков.

В настоящее время активно ведутся исследования по изучению тирозиназы у беспозвоночных. Ранее в Лаборатории экспериментальной зоологии было показано наличие активной тирозиназы в различных тканях и органах пресноводных легочных моллюсков *Planorbarius corneus*. В упомянутой работе был выполнен анализ ферментативной активности тирозиназы. Таким образом остается неясным является тирозиназа гемолимфы и тирозиназа других тканей продуктами одного гена, не установлена тканеспецифичность его экспрессии.

Цель настоящей работы – анализ экспрессии гена тирозиназы в различных тканях *Planorbarius corneus*.

Так как в открытых базах данных отсутствует информация о нуклеотидной последовательности гена тирозиназы *Planorbarius corneus*, подбор праймеров был выполнен на основании анализа известных последовательностей генов, кодирующих тирозиназный домен, у близкородственного вида – *Biomphalaria glabrata*. В ходе выполнения работы были проанализированы 6 последовательностей, выделен высококонсервативный участок в области тирозиназного домена, в пределах которого были выбраны праймеры. Анализ экспрессии гена тирозиназы будет выполнен по методике ОТ-ПЦР, на кДНК, полученной на матрице мРНК из гемоцитов, гонады, гепатонкреаса, ноги и головы (мантии) моллюсков.

## ИЗМЕНЕНИЕ СТРУКТУРЫ МЕСТООБИТАНИЙ ЗАВОЛЖСКОЙ ПОПУЛЯЦИИ ДРОФЫ КАК ФАКТОР СНИЖЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ

*Опарина А.М.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Дрофа (*Otis tarda* L., 1758) – крупная птица сем. дрофиных (Otidae) из отряда журавлеобразных (Gruiformes). Дрофа относится к видам, находящимся под угрозой исчезновения (Collar et al., 1994). Численность популяций Палеарктики постоянно уменьшается, и во многих частях ареала вид уже исчез.

Ареал дрофы приурочен к степной зоне и охватывает территорию с запада на восток от Пиренейского полуострова до Тихого океана. До освоения целинных земель численность дроф в пределах своего ареала была высокой. Несмотря на исчезновение привычных местообитаний, вид смог адаптироваться к новым условиям среды, и в настоящее время агроценозы являются основными местообитаниями дрофы на гнездовой территории.

В России единственная крупная популяция вида обитает на территориях Саратовской и Волгоградской областей. Сохранению дрофы в этом регионе, главным образом, способствовало то, что в структуре севооборота доминировали ранние яровые зерновые. Технология возделывания этих культур благоприятствовала насыщению и выведению птенцов. В период от посева до уборки этих культур не проводились другие агротехнические мероприятия, и птицы успевали выкормить потомство.

В конце XX века численность Заволжской популяции дрофы оценивалась в 6000–8000 особей (Опарин и др., 2003). Однако в середине 2010-х гг. наметилось снижение, а к настоящему времени произошло катастрофическое сокращение численности данной популяции (Опарина и др., 2015). Для выявления причин снижения численности вида на гнездовой территории, в 2013–2015 гг. мы обследовали ключевые токовые участки, на которых ранее проводились стационарные исследования в 1998–2000 гг. (Опарина, Опарин, 2001) На основании собственных материалов и официальных данных (Структура посевных площадей..., 2000; 2013) была проанализирована структура посевных площадей и сделаны описания местообитаний дрофы на этих участках.

В результате проведенных исследований было установлено, что примерно половина токовых участков, зарегистрированных на рубеже веков, исчезла, а на оставшихся произошло сокращение количества птиц. Основной причиной, вызвавшей этот процесс, по нашему мнению, является изменение структуры севооборота на гнездовой территории дроф.

В севообороте вдвое увеличилась доля озимых зерновых (до 30%), соответственно настолько же больше стала площадь под паром, который предшествует озимым культурам. Практически все кладки гибнут на парах, где в течение полевого сезона проводится от 4 до 6 культиваций. В то же время доля ранних яровых

зерновых уменьшилась в 5 раз и составляет в настоящее время всего 4% посевных площадей.

Технология возделывания ранних яровых (ячмень) не препятствует насиживанию дрофами кладок, так как сев происходит до их начала и птицы успевают вырастить птенцов до уборки урожая.

Вторым фактором, неблагоприятным для дроф, является интенсификация сельскохозяйственного производства. В настоящее время проводятся комплексные обработки озимых инсектицидом «Муссон», гербицидом «Суперстар» и микроудобрениями, в основном с помощью авиации. Прохождение по полям тракторов или пролеты самолетов действуют на насиживающих самок как мощный фактор беспокойства. Распашка оставшихся целинных участков и старых залежей лишает птиц участков, пригодных для токования.

В результате, доля благоприятных для размножения участков уменьшилась, а тех, где кладки элиминируются, увеличилась. В то же время наличие старых залежей позволяет птицам сохранить часть кладок. Однако стихийный характер землепользования не даёт оснований предполагать стабилизацию или увеличение численности описанной популяции дрофы.

---

## ПОВЕДЕНИЕ СВИНОХВОСТЫХ МАКАК-ЛАПУНДЕРОВ (*MACACA NEMESTRINA*) В УСЛОВИЯХ СОДЕРЖАНИЯ В ЭКЗОПАРКЕ «РИО»

*Пухлечева Е.В.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Свинохвостый макак-лапундер (*Macaca nemestrina*) является самым крупным представителем семейства Мартышковые (Cercopithecidae), рода Макаки (*Macaca*), но в отличие от других макак при этом имеет очень маленький хвост.

В естественных условиях встречается на Южной Бирме, полуострове Малакка, островах Суматра и Калимантан. По международной классификации, относится к уязвимым видам и занесен в Международную Красную Книгу. Лапундеры хорошо известны местным жителям, легко приручаются, однако биология и поведение этого вида изучена очень слабо. Тем не менее, эти обезьяны часто содержатся в зоопарках. Содержание лапундеров в условиях больших и малых зоопарков дает возможность изучать их поведение в условиях неволи.

Мы изучали поведение лапундеров в Экзопарке «РИО». Обезьяны содержатся в клетке размером приблизительно 8 квадратных метров: 4 метра в длину, 1,9 м в высоту. Клетка оборудована декорацией (ветки, стволы, канаты), поилкой, маленьким водоподом. На полу лежат опилки. Большое и толстое стекло отделяет их от посетителей. По бокам клетки зеркала.

Объекты исследования стали 3 молодых макаки: 1 самец и 2 самки. За время работы было проведено 48 часов прямых наблюдений за поведением животных (Попов, 2003). В ходе этих наблюдений установили: режим дня, суточный бюджет

времени самца и самок, наличие и структуру иерархии в группе, характер взаимоотношений между особями. Так же проводился ряд обогащений и последующие наблюдения за поведением обезьян. Обезьянам предлагались два вида обогащений: пищевой и социальный. К пищевому относились картонные коробочки с кормом, пластиковая бутылочка с насекомыми, пластиковые игрушки-фрукты, развешивались настоящие фрукты на декорации. Как социальное обогащение мы использовали живую змею (питон) и изображение морды леопарда (за стеклом). Все обогащения проводились от 3 до 5 раз и с временными интервалами.

Поведение и распорядок дня у самца и самок сходны. Продолжительность сна у обезьян определяется режимом освещения и составляет около 10 часов. В течение дня обезьяны расходуют свое время на игры (5 часов), социальные контакты (6 часов), питание (3–4 часа), спаривание (3 часа).

В ходе наблюдений была выявлена четкая иерархия в группе. Во главе стоит самец по кличке Кирилл. Высший ранг из самок принадлежит более крупной Гамме, низший — маленькой Бэтте.

При внесении в клетку съедобных предметов, их обычно забирал самец: исследовал, съедал большую часть и т. д. Остатки доставались главенствующей самке Гамме и только после нее – второй Бэтте.

При демонстрации змеи (за стеклом) обезьяны проявляли осторожное любопытство и агрессию, что выражалось первый раз в рассматривании на расстоянии и бросках на змею. При повторной демонстрации питона они совершали лишь малозначительные выпады и держались на некотором расстоянии. На изображение морды леопарда реакции не было.

Следует выделить следующие наиболее общие формы поведения у обезьян этой группы: отдых (в том числе ночной), питание, социальное общение, спаривание, оборонительные действия. Для лапундеров характерно быстрое обучение и адаптация к изменяющимся условиям. Внесение обогащений показало четкую иерархию в группе, кормовые предпочтения лапундеров, оборонительную стратегию группы, быструю адаптацию поведения к изменяющимся условиям и способность к обучению.

---

## ИЗУЧЕНИЕ ФЕНОМЕНА ОТЦОВСКОГО НАСЛЕДОВАНИЯ мТДНК В ПОКОЛЕНИЯХ ЛАБОРАТОРНЫХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

*Сушкевич Б.М.<sup>1</sup>, Кидготко О.В.<sup>2</sup>*

*<sup>1</sup>РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург;*

*<sup>2</sup>ФГБНУ Институт экспериментальной медицины, Санкт-Петербург*

На данный момент медицине известен определенный класс патологических состояний, характеризующихся митохондриальной недостаточностью. Причиной им служат различные мутации в митохондриальном геноме, которые приводят к нарушениям в строении элементов комплекса дыхательной цепи, что в итоге сказыва-

ется на функционировании клеточного энергообмена. Эти нарушения проявляются как синдром хронической усталости, мигрени, кардиомиопатии, гликогенозы, заоблевания соединительной ткани, диабет, рахит, гипопаратиреоз, печеночная недостаточность и др.

Ответ на вопрос, как во время эмбрионального развития передается и распределяется по тканям и органам митохондриальная ДНК (мтДНК), имеет большое значение для понимания механизмов заболеваний, вызванных недостаточностью энергетического метаболизма.

Долгое время главенствовала догма: митохондриальная ДНК передается только по материнской линии как эволюционный механизм для избегания генетических заболеваний, связанных с мтДНК, и как следствие конфликта между компартаментами клетки (Birky, 1995; Cummins, 2000). Попадающий в зиготу отцовский митохондрион элюминируется путем поглощения его аутофагосомами и последующим лизисом (M. Sato, K. Sato, 2011, 2012; Zhou, 2011).

В 90-е годы прошлого века было показано, что при оплодотворении мтДНК спермиев может проникать в яйцеклетку и сохраняться до 3-го эмбрионального деления (8-миклеточная стадия эмбриогенеза). Эти данные были подтверждены последующими исследованиями на примере жвачных (Steinborn, 1998; Zhou, 2004) и низших приматов (Sutovsky, 2004).

*Цель работы.* Исследование возможности отцовского наследования мтДНК, а также изучение механизмов ее дальнейшего распределения в ходе эмбриогенеза лабораторных грызунов.

*Эксперимент и результаты.* В лаборатории клеточных и протеомных технологий отдела молекулярной генетики Института экспериментальной медицины была выведена линия трансгенных мышей, несущих человеческую мтДНК из клеток линии гепатоцитов Нер6 (мышь домовая, гибридная линия СВАхС57BL). В опытах по скрещиванию их использовали как маркеры для определения способности отцовского митохондриона не только сохраняться в эмбрионе на стадии зиготы, но и расти, делиться и экспрессировать свой геном наравне с материнским в ходе всего онтогенеза. Трансгенных самцов-основателей скрещивали с самками дикого типа. Полученные эмбрионы на разных стадиях развития (1-клеточная и 8-миклеточная) анализировали на содержание отцовской мтДНК методом ПЦР. После установления наличия отцовской мтДНК в эмбрионах на 8-миклеточной стадии от самцов-основателей были получены новые особи, которых также анализировали на предмет наличия отцовской мтДНК методом ПЦР. Анализ полученных данных показывает, что отцовская мтДНК передается последующим поколениям от самцов-основателей. При этом вероятность сохранения отцовской мтДНК на стадии зиготы для первого поколения составляет примерно 1/20, а на стадии 8-миклеточного эмбриона вероятность попадания отцовской мтДНК в каждый бластомер составляет примерно 1/25. Для второго поколения вероятность передачи искомой мтДНК и ее сохранения на стадии зиготы составляет примерно 1/27.

В тех случаях, когда в особи нового поколения была выявлена человеческая

мтДНК, самцов предыдущего поколения препарировали по органам, в которых также будет проводиться поиск специфических для мтДНК человека последовательностей. В рассмотрение будут взяты следующие органы экспериментальных животных: головной мозг, глаза, сердце, легкие, печень, желудок, селезенка, кишечник, почки, мочевого пузыря, гонады, хвост и уши, мышцы голени.

---

## РЕАКЦИЯ ГЕМОЦИТОВ МОЛЛЮСКА *BIOMPHALARIA GLABRATA* НА ВВЕДЕНИЕ КСЕНОТРАНСПЛАНТАТА

**Токмакова А.С., Усманова Р.Р.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Моллюски *Biomphalaria glabrata* (Gastropoda: Pulmonata) являются промежуточными хозяевами трематод *Schistosoma mansoni* – опасных паразитов человека. Этот моллюск широко используется в качестве модельного объекта в исследовании защитных реакций беспозвоночных животных.

Целью нашей работы явилось изучение процесса инкапсуляции *B. glabrata* ксенотрансплантата, в качестве которого использовались фрагменты вибриссы кошки (длина 1,5–2,0 мм, диаметр 0,2 мм). Снаружи вибрисс покрыт кутикулярным слоем толщиной 70 мкм, в центре его находится полая сердцевина диаметром 70 мкм. Трансплантат вводился со стороны подошвы ноги моллюска с помощью инсулинового шприца (диаметр иглы 0,45 мм). Изучение проводилось на гистологических срезах толщиной 5 мкм, окрашенных гематоксилин-эозином.

Через 1 день после введения трансплантата наблюдается купирование раневого канала слоями уплощенных гемоцитов (от 2 до 10). На этом этапе наблюдаются начальные стадии образования капсулы: на поверхности волоска располагаются распластанные гемоциты. Кроме того они проникают и в полость самого вибрисса.

Через 3 суток после введения трансплантата просвет раневого канала на всем протяжении заполняется гемоцитами. В результате вокруг вибриссы образуется сплошная гемоцитарная капсула толщиной 5–84 мкм, которую составляют от 2 до 30 слоев клеток. Среди гемоцитов, образующих капсулу встречаются гранулированные пигментные клетки неясной природы. К этому времени полость вибрисса полностью заполняется гемоцитами.

Таким образом, полученные результаты подтвердили предположение о наличии двух этапов клеточных защитных реакций в моллюске *B. glabrata* (Атаев, Coustau, 1999). Первичная реакция протекает в районе пенетрации трансплантата и представляет собой попытку его изоляции за счет гемоцитов из прилегающих тканей. При этом часть клеток гемолимфы оседает непосредственно на ксенотрансплантат в отличие от реакции инкапсуляции трематод в моллюсках того же вида, где между гемоцитами и поверхностью паразита остается узкий просвет (Атаев, Coustau, 1999). Одновременно происходит купирование раневого канала, оставленного инъекционной иглой.

Вторичная реакция реализуется за счет многочисленных гемоцитов, сформированных в результате активации органа гемопоэза моллюска. В результате вокруг ксенотрансплантата образуется многослойная капсула.

Следует отметить, что для капсулы вокруг ксенотрансплантата не характерна четко выраженная зональность, отличающая процесс инкапсуляции трематод. В последнем случае по периферии капсулы наблюдаются живые клетки, а в непосредственной близости с паразитом – дегенерирующие и специализирующиеся клетки (Атаев, Coustau, 1999).

---

## ИЗУЧЕНИЕ МОРФОМЕТРИИ ПАРАЗИТИЧЕСКИХ ИНFUЗОРИЙ ИЗ КИШЕЧНИКА ЛОШАДИ

**Хромова В.С.**

*РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург*

Инфузории из кишечника лошади – многовидовая, своеобразная группа эндопаразитов, большинство относятся к классу Litostomatea Small et Lynn, 1981, подклассу Trichostomatia Butschli, 1889. Хотя эндобионтные инфузории известны более 150 лет, изучены они пока недостаточно.

Целью нашей работы было изучение фауны и морфологии эндобионтных инфузорий пищеварительного тракта лошади, были поставлены следующие задачи: определить наиболее часто встречающиеся виды, хорошо поддающиеся диагностике; произвести измерения этих видов; сопоставить полученные данные с данными А.А.Стрелкова (1939) и О.А.Корниловой (2003).

Материалом в данном исследовании служили 2 пробы фекалий от одной лошади, взятые с промежутком в 2 месяца. Изучались 3 вида инфузорий отряда Entodiniomorpha из 3-х разных семейств: *Blepharocorys angusta* Gass. 1919 из сем. Blepharocorythidae Hsiung, 1929, *Tripalmaria dogieli* Gass., 1919 из сем. Cycloposthiidae Poche 1913 и *Triadinium caudatum* Fiorent., 1890 из сем. Ditoxidae Strelkow, 1939. Пробы фиксировали 4% раствором формалина, ядра инфузорий подкрашивали метиловым зеленым. Измерения проводили при помощи окулярного микрометра, в общей сложности определено и измерено более 160 инфузорий. Полученные данные обработаны стандартными статистическими методами.

***Blepharocorys angusta***. Характерным признаком инфузорий этого вида является сильная вытянутость в длину при сравнительно небольшой ширине, поэтому среди других блефарокорид этот вид достаточно легко определяется по внешним очертаниям. Отношение длины к ширине в среднем составляет 2.5. Однако в абсолютных величинах наблюдаются довольно большие колебания: длина тела составляет от 50,2 до 82,0 мкм при средней  $66,7 \pm 1,5$  мкм из пробы №1 и от 56,4 до 81,5 мкм при средней  $67,6 \pm 1,6$  мкм из пробы №2. Наибольшая ширина у *Bl. angusta* отмечается у основания фронтального выроста, у разных особей она отличается незначительно: от 20 до 31 мкм при средней  $25,8 \pm 0,5$  из пробы №1, и

от 22 до 31,4 мкм при средней  $27,3 \pm 0,4$  мкм из пробы №2.

***Tripalmaria dogieli***. Этот вид представлен наиболее крупными из исследованных в данной работе инфузориями. При сохраняемом отношении длины к ширине, равном 2, мы наблюдаем сильный разброс в длине у этой инфузории: от 81 до 131 мкм при средней  $107,8 \pm 2,9$  мкм из пробы №1, и от 87,8 до 163 мкм при средней  $110,36 \pm 3,2$  мкм из пробы №2. Ширина не так значительно колеблется: от 31,4 до 75,7 мкм при средней  $53,73 \pm 1,9$  мкм из пробы №1, и от 43,9 до 69 мкм при средней  $54,1 \pm 1,3$  мкм.

Таблица 1. Морфометрические данные

Вид инфузорий		Измерения (мкм)			
		Проба 1	Проба 2	Стрелков, 1939	Корнилова, 2003
<i>Bl. angusta</i>	длина	$66,7 \pm 1,5$ (50,2–82,0)	$67,6 \pm 1,6$ (56,4–81,5)	$72,2 \pm 0,8$ (57–83)	$64,3 \pm 1,1$ (54–79)
	ширина	$25,8 \pm 0,5$ (20–31)	$27,3 \pm 0,4$ (22,0–31,4)	$23,6 \pm 0,29$ (19–29)	$20,2 \pm 0,6$ (18–25)
<i>Tr. dogieli</i>	длина	$107,8 \pm 2,9$ (81–131)	$110,4 \pm 3,2$ (87,8–163)	$110,6 \pm 1,5$ (86–128)	$152,4 \pm 3,4$ (130–178)
	ширина	$53,7 \pm 1,9$ (31,4–75,7)	$54,1 \pm 1,3$ (43,9–69,0)	$48,3 \pm 0,4$ (42–55)	$68,0 \pm 2,1$ (54–84)
<i>Tr. caudatum</i>	длина	$73,8 \pm 2,9$ (50,2–112,9)	$76,1 \pm 2,2$ (61,7–112,9)	$85,5 \pm 0,7$ (58–115)	$87,9 \pm 2,1$ (60–114)
	ширина	$59,4 \pm 2,2$ (43,9–87,8)	$61,01 \pm 1,3$ (43,9–69,0)	$67,0 \pm 0,9$ (51–105)	$78,5 \pm 1,9$ (52–105)

***Triadinium caudatum***. По своим размерам оказался наиболее изменчивым из представленных в данной работе видов, его длина колеблется от 50,2 до 112,9 мкм при средней длине  $73,8 \pm 2,9$  мкм из пробы №1, и от 61,7 до 112,9 мкм при средней  $76,1 \pm 2,2$  мкм из пробы №2. Значительное колебание ширины отмечено в пробе №1, где она составила от 43,9 до 87,8 мкм при средней  $59,4 \pm 2,2$  мкм. В пробе №2 ширина не так сильно колеблется: от 43,9 до 69,0 мкм при средней  $61,0 \pm 1,3$  мкм. Отношение длины к ширине достаточно стабильно и составляет 1,2.

Выводы. При помощи светового микроскопа определили 3 наиболее заметных и часто встречающихся вида (*Blepharocorus angusta*, *Tripalmaria dogieli*, *Triadinium caudatum*); все произведенные измерения сопоставлены с аналогичными данными Стрелкова (1939) и Корниловой (2003) — см. табл. 1. Из таблицы видно, что наши измерения практически идентичны таковым у других авторов, что свидетельствует о важности морфометрических данных при диагностике данных видов инфузорий.

Многие инфузории достаточно сильно варьируют в своих размерах, именно поэтому им стоит уделить особое внимание, возможно в дальнейшем удастся найти закономерности этого колебания. Это позволит нам расширить наши представления об этих своеобразных и хорошо адаптированных к организму хозяина простейших.



# **Секция ботаники**

## ОБРАЗОВАНИЕ КЛУБЕНЬКОВ И ПРОДУКТИВНОСТЬ НЕКОТОРЫХ ЗЕРНОБОБОВЫХ КУЛЬТУР ПРИ ВНЕСЕНИИ АЗОФΟΣКИ НА ДЕРНОВО-ПОДЗОЛИСТЫХ СУПЕСЧАНЫХ ПОЧВАХ

**Абдуллина П.В.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Зернобобовые культуры, такие как горох полевой, люпин желтый и кормовые бобы, являются наиболее распространенными для Северо-Западной зоны. Они широко применяются как сидераты, а также в качестве ценных кормов и используются в свежем виде, в составе силоса, сенажа и сена. Кроме того, они не истощают почву, поэтому считаются хорошими предшественниками для других сельскохозяйственных культур (Коломийченко, 2015).

Цель наших исследований заключалась в оценке отзывчивости перечисленных зернобобовых культур на внесение полного минерального удобрения в виде азофоски из расчета по 60 кг/га действующего вещества азотных, фосфорных и калийных удобрений. Полевые опыты выполнены на Биостанции РГПУ им. А.И. Герцена в весенне-летний период 2015 года. Почвы опытного участка дерново-подзолистые супесчаные, имеющие среднее содержание усвояемых форм фосфора и калия, 1,5–1,8% органического вещества и pH около 5,5. Азофоску в опытные делянки равномерно вносили перед посевом. В ходе вегетации вели наблюдения за ростом растений и формированием клубеньков. Определение надземной массы проводили одновременно во всех вариантах в фазу цветения растений.

Определение количества клубеньков на корнях показало, что в почве присутствуют клубеньковые бактерии у всех анализируемых бобовых растений. Внесение минеральных удобрений оказало небольшое положительное действие на их образование (табл. 1).

Таблица 1. Влияние минеральных удобрений на образование клубеньков и общую продуктивность растений

Варианты		Количество клубеньков		Масса растений	
		шт.	%	г	%
Бобы кормовые	Контроль	51,3±19,5	100,0	144,6±12,7	100,0
	60 (NPK)	64,0±17,1	124,8	169,7±15,2	117,4
Горох полевой	Контроль	23,8±11,3	100,0	49,9±5,8	100,0
	60 (NPK)	26,2±7,8	110,1	56,0±6,3	112,2
Люпин желтый	Контроль	20,2±6,0	100,0	143,3±12,5	100,0
	60 (NPK)	24,7±4,2	122,3	196,7±13,9	137,3

Однако анализ окраски на разрезе клубеньковой ткани выявил разное содержание в них леггемоглобина (фитоглобина). Клубеньки гороха и бобов были серыми (бесцветными), что говорит об отсутствии или низком содержании в них красного пигмента. Клубеньки люпина на разрезе имели розовую окраску, что свидетельствует о наличии в них пигмента и, следовательно, об их высокой азотфиксирующей активности. Несмотря на то, что количество клубеньков у люпина меньше, чем у гороха и бобов, но они были крупными и располагались в основном на стержневом корне. Это также прогнозирует их более высокую способность к активной азотфиксации.

Одним из важных факторов, влияющих на образование клубеньков и уровень их азотфиксации, является кислотность почв. По имеющимся сведениям, люпин желтый является более толерантным к кислой почве, чем горох и бобы (Посыпанов и др., 1997). Возможно, этот фактор определил более высокую продуктивность люпина желтого в результате его лучшего обеспечения симбиотическим азотом, а также его отзывчивость на внесение минеральных удобрений. Увеличение биомассы надземных органов у него составила 37,3%, в то время как у гороха и бобов 12,2% и 17,4% соответственно.

Следовательно, при выращивании гороха и бобов на кислых дерново-подзолистых супесчаных почвах требуется их предварительное известкование и доведение их кислотности до нейтральной среды с pH 6,0–6,5. Кроме того, семена перед посевом нуждаются в инокуляции высокоэффективными вирулентными штаммами клубеньковых бактерий, способными конкурировать за место на корневой системе с местными низкоэффективными почвенными бактериями.

---

## ОПТИМИЗАЦИЯ УСЛОВИЙ ПРОРАЩИВАНИЯ ПЫЛЬЦЫ ЯБЛОНИ ПОСЛЕ НИЗКОТЕМПЕРАТУРНОГО ХРАНЕНИЯ И КРИОКОНСЕРВАЦИИ

*Бондарук Д.Д., Поротников И.В.  
РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Большое разнообразие культурных и диких видов растений можно хранить в генетических банках в виде семян, при небольшой отрицательной температуре. Однако существует группа вегетативно размножаемых растений, которые из-за высокой гетерозиготности не могут быть сохранены в виде семян. Для длительного хранения таких растений используют прием криоконсервации растений, а именно, помещение вегетативных частей растений, пыльцы и меристем после предварительных подготовительных процедур, в пары жидкого азота (при температуре от  $-183^{\circ}\text{C}$  до  $-185^{\circ}\text{C}$ ). Криоконсервация пыльцы плодовых культур позволяет использовать селекционерам жизнеспособную пыльцу растений, цветущих в разные сроки или географически удаленных друг от друга.

Цель нашей работы заключалась в поиске оптимальных условий для прорастания пыльцы после низкотемпературного хранения и криоконсервации.

В качестве материала для исследования использовалась пыльца яблонь «Первенец Бурятии», «Болотовское» после низкотемпературного хранения (при  $-18^{\circ}\text{C}$ ) в течение 5 лет и сохранившая хорошую жизнеспособность (40% прорастающей пыльцы у сорта «Первенец Бурятии» и 15% у сорта «Болотовское»); также для объективной оценки эффективности методов проращивания пыльцы был взят сорт «Скала», хранившийся при  $-18^{\circ}\text{C}$  в течение 10 лет и имеющий почти нулевую жизнеспособность.

Таблица 1. Прорастание пыльцы яблони после низкотемпературного хранения и криоконсервации

<b>Прорастание пыльцы яблони после низкотемпературного хранения, %</b>						
Концентрация сахарозы в питательной среде, %	Условия проращивания пыльцы, сорта яблонь					
	Темнота			Свет		
	Болотовское	Первенец Бурятии	Скала	Болотовское	Первенец Бурятии	Скала
2,5	3,9	29,7	0	1,5	23	0
5	13,9	21,7	0	3,1	20,1	0
10	28,1	43,9	0	0,9	22,6	0
15	22	13,4	0	9,9	20,3	0
20	13,3	16,6	0,3	6	8,2	0,2
25	11,9	5,8	0	6,2	8,1	0
30	0,9	9,6	0	0,4	2,6	0
35	4,7	5,5	0	1,1	8,6	0
40	0	0	0	0	1,5	0
<b>Прорастание пыльцы яблони после криоконсервации, %</b>						
Концентрация сахарозы в питательной среде, %	Условия проращивания пыльцы, сорта яблонь					
	Темнота			Свет		
	Болотовское	Первенец Бурятии	Скала	Болотовское	Первенец Бурятии	Скала
2,5	0,8	14,9	0,7	0,3	15,3	0,5
5	7,1	32,3	0,6	0,7	31,2	0,5
10	18,9	37,2	0	4,6	44,4	0
15	36,4	43,3	0	6,8	39,5	0
20	17,4	26,4	0,9	5,4	29,2	0
25	17,2	46,4	0,6	8,2	9,6	0
30	3,2	13,7	0	0,2	8,6	0
35	1,4	5,4	0	0,2	1,5	0
40	0	0,2	0	0	0,3	0

Для криохранения (при  $-185^{\circ}\text{C}$ ) пыльцу всех сортов замораживали прямым погружением в пары жидкого азота и хранили в течение 5 суток. Проращивали пыльцу сутки (24 часа) на питательных средах, содержащих 0,8% агар-агара и различные концентрации сахарозы: 2,5; 5; 10; 15; 20; 25; 30; 35 и 40%, на свету (фотопе-

риод 16 часов свет и 8 часов темнота, при 21–22°C) и в темноте (24 часа темнота в термостате при 22°C). Оценку жизнеспособности пыльцы проводили путём подсчёта проросших и не проросших пыльцевых зёрен с помощью цифрового микроскопа MoticBA-300 в 10 полях зрения, в 3-кратной повторности при 100-кратном увеличении, после чего вычислялся средний процент проросшей пыльцы. Результаты полученных данных приведены в табл. 1.

В заключение можно сказать, что пыльца всех изученных сортов яблони после крио- и низкотемпературного хранения, в основном, лучше прорастает в темноте. Для сортов «Первенец Бурятии» и «Болотовское» оптимальным является проращивание на среде с 10–15% содержанием сахарозы, для сорта «Скала» оптимальная концентрация сахарозы в питательной среде 2–5%, 20–25%. Для всех сортов процент прорастания пыльцы после криоконсервации (от –183 до –185°C) в основном выше, чем после низкотемпературного хранения (–18°C).

Наши исследования проводились на базе криохранилища ФГБНУ ФИЦ ВНИИР им. Н.И. Вавилова. Выражаем благодарность сотрудникам криохранилища к.б.н., с.н.с. Вержуку В.Г. и м.н.с. Павлову А.В. за помощь в проведении экспериментов.

---

## СТРОЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ПЫЛЬНИКА У ПРЕДСТАВИТЕЛЕЙ ПОДСЕМЕЙСТВА *SPIRAEOIDEAE* (*ROSACEAE*)

**Дмитриева Е.В.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Подсемейство *Spiraeoideae* Agardh. (спирейные), представленное наиболее архаичными представителями розоцветных, по мнению большинства систематиков, занимает исходное положение в семействе *Rosaceae* Juss. и имеет важное значение для установления родственных отношений в этой большой и сложной группе покрытосеменных растений. Однако спирейные являются наименее изученным подсемейством среди розоцветных. Объем, границы и взаимоотношения между таксонами в этом подсемействе являются предметом серьезных дискуссий. Некоторые виды до сих пор имеют не уточненный таксономический статус. Например, *Sorbaria sorbifolia* в некоторых системах относят к роду *Spiraea*. Для уточнения таксономического статуса видов *Spiraeoideae* необходимо привлечение дополнительных признаков, обычно не используемых систематиками, признаков. В связи с этим были изучены особенности развития пыльника и пыльцевого зерна у представителей *Spiraeoideae* для выявления признаков, являющихся для них видоспецифичными.

Объектами исследования были представители трех родов подсемейства *Spiraeoideae*: спирея – *Spiraea* (*Sp. chamaedryfolia*, *Sp. salicifolia*), пузыреплодник – *Physocarpus* (*P. amurensis*, *P. opulifolius*) и рябинник – *Sorbaria* (*S. sorbifolia*, *S. kirilowii*), произрастающие в коллекции Дендрария Ботанического сада Ботанического

института им. В.Л. Комарова РАН. Сбор материала проводился в течение 2015-2016 гг.

Цветковые почки и цветки исследовали темпорально. Для фиксации использовали фиксатор FAA (70% этиловый спирт, формалин, ледяная уксусная кислота в пропорции 100:7:7). Приготовление постоянных микропрепаратов проводили по общепринятой методике (Паушева, 1974). Окрашивали парафиновые срезы гематоксилином по Гейденгайну.

Для светооптического исследования пыльцы применяли классический ацетолитный метод Эрдтмана (Erdtman, 1952). Детали строения поверхности пыльцевых зерен уточняли под сканирующим электронным микроскопом Zeiss EVO 40 в Центре коллективного пользования «Атомно-силовой и электронной микроскопии» РГПУ им. А.И. Герцена.

Установлено, что пыльник у всех изученных видов 4-гнездный, гнезда объединены попарно в 2 теки. Перед вскрыванием пыльника перегородки в теках разрушаются и пары гнезд объединяются.

У видов рода *Sorbaria* и *Spiraea* микроспорангии в пыльнике приблизительно одинаковые по размеру, тогда как у видов рода *Physocarpus* в одном пыльнике часто встречаются микроспорангии разной величины. Сформированная стенка микроспорангия у всех видов состоит из эпидермиса, эндотеция, среднего слоя и талетума.

У представителей исследуемых родов изучены особенности строения стенки микроспорангия во время мейотического и постмейотического периодов развития.

#### *Под Spiraea.*

Клетки эпидермы на разных этапах развития имеют относительно ровные очертания, вытянутой прямоугольной формы, плотно прилегают друг к другу.

Клетки эндотеция, расположенные под эпидермой в один ряд, на всем протяжении развития стенки микроспорангия сохраняют размеры относительно стабильными. В то время как клетки эндотеция у пузыреплодника и рябинника к концу мейоза увеличиваются, размеры клеток эндотеция у спиреи почти не изменяются. У видов *S. chamaedryfolia* и *S. salicifolia* слой эндотеция очень похож по строению на глубже расположенные в микроспорангии средние слои. У обоих видов спиреи в клетках эндотеция видны фиброзные утолщения, которые и позволяют пыльнику вскрываться в области стомиума.

Некоторые клетки эндотеция дополнительно делятся. В этих местах он становится 2-слойным. При этом клетки дополнительных рядов после деления обычно не увеличиваются в размерах. В результате этого высота двухрядного эндотеция соответствует высоте однорядного.

Средний слой расположен между талетумом и эндотецием. В начале развития средний слой стенки микроспорангия состоит из одного ряда клеток (у всех видов). По мере дифференциации стенки микроспорангия количество рядов у *Sp. chamaedryfolia* увеличивается до двух, а у *S. salicifolia* — до трех за счет дополни-

тельных периклиальных делений. Обычно такое увеличение происходит во время микроспорогенеза.

Клетки среднего слоя у представителей *Spiraea* вытянутые, сплюснутые, характеризуются неровными очертаниями. На стадии формирования тетрад микроспор внутренние слои начинают дегенерировать. Ко времени созревания пыльцы края клеток становятся еще более неровными и рыхло расположенными.

Тапетум – самый внутренний слой стенки микроспорангия, примыкающий непосредственно к материнским клеткам микроспор. Тапетум однослойный, клеточный секреторный, морфологически однородный, без реорганизации (по Камелиной, 1981). Клетки тапетума на ранних стадиях развития квадратной формы, плотно прилегают друг к другу. Во время микроспорогенеза клетки тапетума начинают постепенно расходоваться спорогенной тканью и отходить от среднего слоя, между ними появляются межклеточные пространства. Клетки приобретают почти округлую форму.

На стадии тетрад микроспор ядра в тапетуме сливаются, в результате образуются многоядерные (до 8 ядер) клетки. Тапетум длительно существующий, сохраняется даже на стадии зрелой пыльцы.

#### *Род Sorbaria.*

Эпидерма представлена утолщенными клетками, покрытыми тонким слоем кутикулы. На поздних стадиях развития оболочки клеток еще более утолщаются. В процессе развития пыльника клетки эпидермы вытягиваются в тангентальном направлении.

Клетки эндотеция по мере развития пыльника вакуолизируются, увеличиваются в размерах. Особенно сильно они растягиваются в радиальном направлении, приобретая прямоугольную форму. На стадии вакуолизованных микроспор в клетках эндотеция начинают формироваться фиброзные утолщения, а удлиненные ядра смещаются в пристенный слой цитоплазмы вблизи антиклинальной стенки.

Клетки средних слоев тонкостенные, небольших размеров. Они вытянуты в тангентальном направлении. После распада тетрад микроспор клетки среднего слоя начинают дегенерировать и в ходе созревания пыльцы почти полностью разрушаются.

Тапетум однослойный, клеточный секреторный, однородный, без реорганизации. Клетки тапетума многоядерные (до 4–8 ядер). После стадии вакуолизованных микроспор клетки тапетума постепенно дегенерируют и в зрелом пыльнике не обнаруживаются.

#### *Род Physocarpus.*

Клетки эпидермы небольших размеров. В процессе развития пыльника вытягиваются в радиальном направлении. К моменту созревания пыльника внутренние стенки клеток эпидермы утолщаются. На наружных стенках клеток откладывается слой кутикулы.

Клетки эндотеция в процессе развития стенки микроспорангия увеличиваются. В клетках развиваются тонкие фиброзные утолщения.

Средний слой представлен 3–4 слоями вытянутых в тангентальном направлении клеток.

Тапетум гомоморфный, представлен преимущественно одним рядом клеток, но в некоторых местах он 2-рядный. Тапетум без реорганизации. Клетки тапетума заполнены плотной цитоплазмой, содержат 2 (*P. opulifolius*), либо 4 ядра (*P. amurensis*). После стадии сильновакуолизованных микроспор клетки тапетума начинают дегенерировать, но существуют еще длительное время, вплоть до стадии зрелой пыльцы.

Зрелые пыльцевые зерна у всех изученных видов одиночные, эллипсоидальные, 2-клеточные, 3-бороздные. У исследуемых видов встречается аномальная пыльца, которая отличается по строению и размерам от нормальной пыльцы.

Таким образом, наблюдаются различия в строении стенки микроспорангия у представителей разных родов подсемейства *Spiraeoideae*. Изученные виды различаются формой и размерами клеток эпидермы. Различается строение клеток эндотеция в зрелом пыльнике. В роде *Spiraea* клетки эндотеция сходны с клетками среднего слоя, прямоугольной формы, в то время как в роде *Physocarpus* их форма почти квадратная. У рода *Sorbaria* клетки эндотеция сильно вытянуты в радиальном направлении и в них хорошо развиты фиброзные утолщения.

У видов различается количество рядов среднего слоя в зрелом пыльнике: 2 — у *Sorbaria*, 2–3 у *Spiraea*, 3–4 у *Physocarpus*.

Тапетум у представителей *Spiraea* и *Physocarpus* сохраняется длительное время, его можно наблюдать даже на стадии зрелой пыльцы. У *Sorbaria* тапетум после распада микроспор начинает дегенерировать и в зрелом пыльнике почти полностью отсутствует, его клетки представлены в виде очень тонкого слабо различного слоя.

На основании представленных результатов для определения таксономического статуса видов *Spiraeoideae*, помимо общеизвестных морфологических и анатомических признаков, мы рекомендуем использовать дополнительные признаки, связанные со строением пыльника и стенки микроспорангия: форма клеток эпидермы пыльника, размеры и число рядов клеток эндотеция, наличие и характер фиброзных утолщений в клетках эндотеция, количество рядов среднего слоя, число ядер в клетках тапетума, а также полное или частичное расходование клеток тапетума к стадии зрелой пыльцы.

Выражаем глубокую благодарность сотруднику дендрария БИН им. В.Л. Комарова Фирсову Геннадию Афанасьевичу за предоставленные для исследования материалы.

## КАРТИРОВАНИЕ ГЕНЕТИЧЕСКИХ ЛОКУСОВ, КОНТРОЛИРУЮЩИХ НАЧАЛО КОЛОШЕНИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ДИГАПЛОИДНЫХ ЛИНИЙ ЯЧМЕНЯ ОТ СКРЕЩИВАНИЯ СОРТОВ VARKE И MOREX

*Егорова К.В.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) – это культура, которая возделывается практически во всех регионах России и легко приспосабливается к контрастным условиям климата и разнообразию почв. Сроки всходов и колошения определяют адаптационную способность растений, поэтому этот признак является важным для селекции новых сортов ячменя. Для эффективной селекции необходим целенаправленный подбор родительских пар, несущих аллели генов, обеспечивающих раннее созревание растений.

Цель исследования состояла в том, чтобы выявить генетические локусы, которые влияют на сроки вегетации у ячменя, установить, насколько воспроизводимым является этот генетический контроль из года в год, и как он меняется в зависимости от разных экологических и географических условий выращивания.

Поиск генов, контролирующих любой признак, начинается с процедуры поиска местоположения этого гена на генетической карте — картирования. Эта процедура предусматривает создание специального инструмента – картирующей популяции. Для создания этой популяции скрещиваются два родительских генотипа, контрастных по изучаемому признаку. У потомков первого поколения F1 в профазе мейоза происходит кроссинговер, в результате чего можно получить целую коллекцию рекомбинантов, несущих разные комбинации фрагментов родительских хромосом в гаметах, имеющих гаплоидный набор. Используя химические реагенты, можно искусственно удвоить гаплоидный набор хромосом и таким образом получить жизнеспособные, так называемые дигаплоидные линии (ДГЛ). Важной особенностью таких дигаплоидных потомков является то, что они гомозиготны по всем локусам. С помощью молекулярных маркеров можно установить, чью родительскую аллель унаследовала та или иная линия в каждом генетическом локусе. Рассматривая каждый локус по отдельности, можно найти такой локус, для которого расщепление по родительским аллелям в популяции дигаплоидов будет полностью совпадать с варьированием количественного признака. В нашем исследовании таким признаком служили сроки начала колошения растений. Таким образом, можно выявить молекулярные маркеры, тесно сцепленные с генами, вносящими свой вклад в изменчивость данного признака. Таких генов может быть несколько, и они могут располагаться на разных хромосомах. Они называются QTL (Quantitative Trait Loci) - локусы, контролирующие изменчивость количественных признаков. В нашей работе анализировалась популяция ДГЛ, полученных от скрещивания двух пивоваренных сортов – немецкого сорта Varke и североамериканского сорта Morex. Эти сорта отличались по срокам начала колошения в среднем на 2–3 дня, независимо от усло-

вий выращивания, в связи с чем появилась возможность выявить генетические локусы, определяющие это различие.

Популяция ДГЛ выращивалась в 2011–2014 году в трех географических пунктах – Пушкинском филиале ВИР (СПб), Екатерининской (Тамбовская область) и Кубанской (г. Кропоткин, Краснодарский край) опытных станциях ВИР. Для картирования QTL использовалась генетическая карта, составленная Close et al. (2009). QTL анализ проводился с использованием программного обеспечения WindowsQTLCartographer 2.5. Задача состояла в том, чтобы выявить генетические локусы, которые достоверно влияли на признак независимо от места и года выращивания популяции. QTL анализ сроков колошения, проведенный на картирующей популяции Moxex x Varke, показал наличие одного главного локуса (гена), ассоциированного с изучаемым признаком, который был картирован на длинном плече хромосомы 3Н. Ассоциация данного локуса с варьированием изучаемого признака была стабильной в четырехгодичном эксперименте, проводимом на Пушкинской станции ВИР, и воспроизводилась в разных эколого-географических регионах. В результате анализа литературы было установлено, что на длинном плече хромосомы 3Н локализован локус *denso*, детерминирующий главным образом высоту ячменя (*dwarfing gene*). Известно, что помимо контроля высоты растений, аллели локуса *sdw1/denso* оказывают значительное воздействие на ряд агрономически ценных признаков, в частности, сроки колошения (*heading date*) (Bezant et al., 1997). Ранее было установлено, что в данном локусе располагается ген *Hv20ox2*, кодирующий фермент оксидазу гиббереллиновой кислоты ГК-20 (Jia et al., 2009). Это один из основных ферментов, ответственных за синтез гиббереллинов. Гиббереллины являются важнейшими фитогормонами, участвующими в процессах роста и развития растений. Мутации в генах, кодирующих синтез этих гормонов, нарушают образование гиббереллинов на разных стадиях их биосинтеза, что полностью прерывает или значительно задерживает рост растений, делая их карликовыми.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что в изучаемой популяции сроки всходов и колошения достоверно зависят от унаследованных от родительских генотипов аллелей в локусе *sdw1/denso*, непосредственно влияющих на синтез гиббереллинов.

В заключении выражаю глубокую благодарность заведующей лабораторией ВНИИР им. Н.И. Вавилова, доктору биологических наук Потокиной Елене Кирилловне за предоставленную возможность провести исследования на базе лаборатории, за постоянную и всестороннюю помощь в этой работе.

## ОСОБЕННОСТИ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ КОРНЕВОЙ СИСТЕМЫ СУРЕПИЦЫ ЯРОВОЙ И ГОРЧИЦЫ АБИССИНСКОЙ ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН АССОЦИАТИВНЫМИ ШТАММАМИ РИЗОБАКТЕРИЙ

Кожевина А.Н.

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

Тяжелые экологические последствия, вызванные применением азотных удобрений, огромные материальные затраты на их производство способствовали развитию изучения микробной азотфиксации, требующей для фиксации молекулярного азота лишь энергии солнца. Вклад биологической азотфиксации в сельское хозяйство достаточно высок и по данным ФАО примерно вдвое превосходит вклад химических азотных удобрений. Важным компонентом биологических методов земледелия является применение бактериальных препаратов, изготовленных на основе азотфиксирующих микроорганизмов. Известно, что с помощью биопрепаратов улучшается минеральное питание растений, оптимизируются их ростовые процессы и улучшается состояние почвы. Именно поэтому использование биопрепаратов в настоящее время особо актуально.

Целью нашего опыта было определение влияния бактериальных препаратов на биологическую активность корневой системы сурепицы яровой (*Brassica campestris* L.) сорта *Kulta* (к-325) и горчицы абиссинской (*Brassica carinata* A. Braun) сорта BRA 1152/85 (к-4705). Из бактериальных препаратов нами использовались агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 10), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, шт. 7), флавобактерин (*Flavobacterium* sp., шт. 30) и экстрасол (*Pseudomonas fluorescens*, штамм ПГ-5). Определение биологической активности почвы и дыхание в растительных тканях проводили титрометрическим методом по Иванову-Коссович.

Исследованиями выявило, что интенсивность дыхания корней сурепицы в вегетационном опыте наиболее активно в варианте с использованием мизорина с двумя дозами фосфора –  $9,83 \pm 0,28$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час и двойной дозы фосфора —  $9,72 \pm 0,05$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час, относительно контроля —  $1,42 \pm 0,17$  мг, где инокуляция не проводилась. При этом интенсивность дыхания корней положительно коррелирует с таким показателем как биологическая активность почвы ризосферной зоны. Значения данного параметра отличались именно в этих же вариантах и составляли:  $5,75 \pm 0,31$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час и  $5,45 \pm 0,05$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час, соответственно, по сравнению с контролем —  $1,84 \pm 0,35$  мг.

В полевом опыте с горчицей абиссинской интенсивность дыхания корней наиболее активна в варианте с использованием агрофила -  $8,6 \pm 0,30$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час и флавобактерина —  $7,43 \pm 0,09$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час, относительно контроля —  $5,83 \pm 1,33$  мг. Несколько более высокие значения биологической активности почвы в ризосферной зоне отмечались в этих же вариантах и составили:  $3,43 \pm 0,13$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час и  $3,41 \pm 0,02$  мг  $\text{CO}_2$  на 1 г/час, по сравнению с контролем —  $3,27 \pm 0,4$  мг.

Таким образом, по результатам нашей работы можно сделать вывод, что препараты на основе ассоциативных ризобактерий способны не только стимулировать ростовые и продукционные процессы растений, но и повышать биологическую активность прикорневой зоны.

---

## НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ КОМПЛЕКСНОГО АНАЛИЗА ФЛОРЫ ВЫСШИХ СПОРОВЫХ РАСТЕНИЙ ТЕРРИТОРИИ ГЕОСТАНЦИИ «ЖЕЛЕЗО» (ЛУЖСКИЙ РАЙОН ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ)

**Кудрина С.В., Сипавин А.И.**

РГПУ им А.И. Герцена, Санкт-Петербург

На территории геостанции «Железо», расположенной в Лужском районе Ленинградской области, было обнаружено 26 видов высших споровых растений, которые принадлежат к 13 родам, 9 семействам, 4 классам и 3 отделам. Из них к отделу Плауновидные принадлежит 6 видов, к отделу Хвощевидные — 8 видов и из отдела Папоротниковидные — 12 видов. Все они являются многолетними травами, среди которых к группе хамефитов принадлежит 27%, гемикриптофиты составляют 23%, а криптофиты — 50%. По отношению к условиям увлажнения к мезофитам относятся 57% видов, более влажные местообитания предпочитают 27% видов (мезогигрофиты), мезоксерофиты составляют 16%. Согласно географическому анализу, все высшие споровые растения, встречающиеся на территории геостанции, относятся к циркумбореальным видам, предпочитающим умеренный климатический пояс. Эколого-ценотический анализ свидетельствует о том, что большинство видов относится к лесным растениям. Их доля равна 73,2%. К луговым видам относится 23%, к водным растениям принадлежит 3,8%. Все обнаруженные виды являются анемохорными растениями. Из всех произрастающих видов к охраняемому на территории геостанции можно отнести папоротники — представители сем. Ужовниковых (*Ophioglossaceae*) — 3 вида.

По хозяйственной значимости 23% растений являются лекарственными, декоративное использование имеют 11,5% видов, такое же количество видов имеют кормовое значение, 8% растений являются сорняками или ядовитыми, остальные споровые не имеют значения в жизни человека.

Таким образом, комплексный анализ флоры высших споровых растений, несмотря на немногочисленный видовой состав, показал аборигенность этого компонента флоры, его соответствие зональному среднему и отчасти южнотаежному типу.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВЛИЯНИЯ АССОЦИАТИВНЫХ РИЗОБАКТЕРИЙ НА ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН РАСТЕНИЙ СЕМЕЙСТВА BRASSICACEAE

Малыхин П.А.

РГПУ им. А. И. Герцена, Санкт-Петербург

На данный момент выращивается множество кормовых сортов растений для крупного рогатого скота, некоторые из них используются в качестве так же удобрений, биотоплива, строительного материала. В связи с ежегодно растущей численностью населения нашей страны, необходимо расширение этой сельскохозяйственной отрасли. При этом повышение продуктивности растений напрямую зависит от использования как минеральных удобрений, так и бактериальных препаратов.

Цель нашей работы заключалась в выявлении эффективности влияния наиболее распространенных биопрепаратов на ростовые процессы проростков семейства *Brassicaceae* в условиях лабораторного опыта.

Нами были использованы бактпрепараты: азоризин (*Azospirillum lipoferum*, шт. 137), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, шт. 7), флавобактерин (*Flavobacterium* sp., шт. Л 30), экстрасол (*Pseudomonas fluorescens*, шт. ПГ-5).

Наибольшую лабораторную всхожесть показали варианты с мизорином (на 29%) и флавобактерином (на 27%) отношению к контролю. Менее выраженное влияние оказали экстрасол (на 19%) и азоризин (на 17%).

Все препараты также оказали положительное влияние на длину проростка. Наивысшую эффективность проявили варианты с флавобактерином – удлинение проростков составило 34% к контролю. Меньшие показатели отмечены у мизорина (28%) и азоризина (29%).

Выраженное воздействие препараты оказали на длину зародышевого корня. У проростков, обработанных мизорином, показатели длины корня увеличились на 56% по отношению к контролю. Менее выраженный эффект проявился в варианте с флавобактерином (45%) и азоризином (48%).

Обнаружение дыхания у проростков по выделению углекислого газа показало, что наиболее активно оно проходило в варианте с инокуляцией семян мизорином (15%) и флавобактерином — 10%, по отношению к контролю.

Определение активности каталазы у проростков перманганатометрическим методом (по Баху-Опарину) выявило, что каталитическая активность проростков была выше контроля в варианте с флавобактерином на 5% и мизорином на 2%.

На основании анализа полученных данных, можно сделать вывод о том, что капустные растения отзывчивы на инокуляцию семян мизорином и флавобактерином уже на ранних стадиях своего органогенеза. Это обосновывает перспективу к их дальнейшему использованию в полевых опытах.

## ГЕРБАРИЙ В.Н. САРАНДИНАКИ И ЕЕ СБОРЫ В КОЛЛЕКЦИИ КАФЕДРЫ БОТАНИКИ РГПУ ИМ. А.И. ГЕРЦЕНА

Попковский Н.А.

РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург

Имя Веры Николаевны Сарандинаки (1878–1963), одного из первых исследователей флоры и растительности Восточного Крыма, хорошо известно специалистам по ее гербарным сборам и ботаническим работам. Она собрала и обработала свыше 20 000 гербарных листов по флоре Восточного Крыма и Приазовских степей, большая часть которых хранится в гербариях Ботанического института им. В.Л. Комарова РАН (С.-Петербург) и Никитского ботанического сада (Крым). Собранные ею материалы использованы в капитальных изданиях «Флора СССР», «Флора УССР», «Флора Крыма». Ее научные труды цитируются во всех работах, связанных с изучением растительности полуострова, и в ее честь назван новый вид василька – *Centaurea sarandinakie* Illar., эндемик Крыма. На кафедре ботаники РГПУ им. А.И.Герцена ее сборы были обнаружены во время инвентаризации исторической части гербарной коллекции. Поскольку одним из направлений работы с коллекцией является сбор материала о ее коллекторах, то нам, конечно, стало интересно собрать материал о жизни и работе Веры Николаевны. Целью и задачами данной работы было вычленить сборы В.Н. Сарандинаки, сохранившиеся на кафедре, проанализировать и дать оценку их состоянию и внести их в компьютерную базу. Знание о количестве экземпляров и их состоянии так же поможет при обмене с другими гербариями по всему миру, так как коллекция кафедры ботаники зарегистрирована в международной системе *Index Herbariorum* (индекс *HERZ*).

Вера Николаевна Сарандинаки родилась 13 ноября в 1878 году в с. Маргаритовка близ Ростова-на-Дону в семье магистра химии Московского университета. В 1896 году окончила Донской Мариинский Институт благородных девиц с большой золотой медалью. В 1909 году окончила Высшие женские естественнонаучные курсы Лохвицкой-Скалон (находились на территории РГПУ им Герцена) в Петербурге по общей специальности «ботаника» и частной – «флористика» и «фитогеография». Будучи слушательницей курсов, начала работать в гербарии Петербургского ботанического сада под руководством профессоров В.Л. Комарова и Б.А. Федченко. В 1906–1917 годах во время летних экспедиций Вера Николаевна собирала материалы в Приазовских степях и восточной части горного Крыма, в окрестностях Феодосии. Видимо, благодаря этому периоду жизни, некоторые ее сборы и оказались в гербарии кафедры ботаники РГПУ им. А.И. Герцена. С 1917 года она постоянно живет в Феодосии и продолжает исследование флоры Восточного Крыма, собирает научные коллекции для музеев Таврического университета и Главного ботанического сада. В 1921–1923 годах Вера Николаевна преподает ботанику в Феодосийском народном университете, где в тоже время работал М. Волошин, с которым ее связала долгая дружба. Она переписывалась с известным художником-пейзажистом А. Васнецовым, в творчестве которого особое место занимает приро-

да Крыма. С большим интересом и тщательностью она изучала флору Восточного Крыма и результаты своих исследований публиковала в серии научных работ, которые получили большую известность. Она была членом Московского общества испытателей природы, Русского (позднее Всесоюзного) ботанического, Географического и Крымского общества естествоиспытателей и любителей природы. Ее работу и знания высоко оценил В.Л. Комаров. Он писал: «В.Н. Сарандинаки ... является единственным в своем роде знатоком как дикорастущей флоры Крыма, так и культурных растений. Собранные ею материалы дают много нового и ценного для науки...». Она вела большую просветительскую и образовательную работу. Умерла Вера Николаевна 11 апреля 1963 года в Старом Крыму.

В результате поиска гербария В.Н. Сарандинаки на кафедре ботаники РГПУ им. А.И. Герцена было найдено 155 гербарных экземпляров ее сборов. Преобладающим порядком являются спаржецветные, а именно представители семейств ирисовых (32%) и луковых (25%).

Ее сборы пока не выделены в отдельную коллекцию и для удобства их поиска были сделаны таблицы, где каждая ячейка соответствует ячейке гербарного шкафа. Кроме этого, в каждый гербарный образец вложен язычок, которому дан порядковый номер образца. В результате чего найти нужный образец не составит труда. В дальнейшем планируется оценить состояние каждого образца. Результаты поиска будут занесены в общую таблицу и компьютерную базу данных кафедры ботаники.

---

## ДИНАМИКА АКТИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА И ФОТОСИНТЕТИЧЕСКИХ ПИГМЕНТОВ ПРИ СОЗРЕВАНИИ СЕМЯН *BRASSICA CARINATA* A. BRAUN

**Прокофьева Ю.Д.<sup>1</sup>, Лебедев В.Н.<sup>1</sup>, Смоликова Г.Н.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>РГПУ им. А.И.Герцена; <sup>2</sup>СПбГУ, Санкт-Петербург

*Brassica carinata* A. Braun относится к т.н. хлороэмбриофитам. Они характеризуются тем, что на ранних стадиях эмбриогенеза содержащиеся в зародыше амилопласты дифференцируются в фотосинтетически активные хлоропласты. Этот процесс сопровождается синтезом хлорофиллов *a* и *b*, поэтому семена в течение всего эмбриогенеза остаются зелеными и обладают способностью к фотосинтезу.

Целью работы являлось изучение динамики активности фотосинтеза и фотосинтетических пигментов в створках стручков, семенной кожуре и семядолях горчицы абиссинской на разных стадиях спелости семян с использованием модулирующего импульсного флуориметра *Junior-Pam (Heinz Walz GmbH, Germany)*, позволяющего оценивать активность фотосинтеза *in vivo* на основе показателей флуоресценции хлорофилла.

Растения горчицы абиссинской сорта BRA 1152/85 (к-4705) выращивали летом 2015 г. на делянках агробиостанции в пос. Вырица. Семена отбирали с главных по-

бегов материнских растений 25 июля, 10 августа и 28 августа, что соответствовало молочной, восковой и полной стадиям спелости семян. Далее их сразу доставляли в лабораторию и выдерживали 30 мин в прохладном темном месте для темновой адаптации. Флуоресценцию хлорофиллов индуцировали светом с длиной волны 450 нм. Для детекции флуоресценции использован PIN-фотодиод, защищенный светофильтром типа «long-pass» (длина волны при 50% пропускании = 645 нм). Интенсивность вспышки света, «закрывающего» реакционные центры ФС II, составляла 10000 мкмоль фотонов/(м<sup>2</sup>/с), продолжительность светового импульса – 0.6 с. Все количественные параметры флуоресценции и связанные с ней расчетные показатели вычисляли по программе *WinControl-3.14*.

В процессе анализа регистрировали следующие показатели:  $F_0$  – минимальный уровень флуоресценции при котором реакционные центры фотосистемы II (ФС II) остаются открытыми;  $F_m$  – максимальный уровень флуоресценции, вызванный сильным световым импульсом, который «закрывает» реакционные центры ФС II;  $F_v/F_m$  – максимально эффективный фотохимический квантовый выход ФС II (характеризует потенциальную эффективность ФС II);  $Y(II)$  – фотохимический квантовый выход ФС II (характеризует реальную эффективность ФС II в адаптированном к свету состоянии);  $qP$  – коэффициент фотохимического тушения флуоресценции;  $qN$  – коэффициент нефотохимического тушения флуоресценции.

Показатель  $F_v/F_m$ , характеризующий максимально эффективный фотохимический квантовый выход ФС II, по мере созревания семян снижался в створках стручков и семенной кожуре, однако повышался в семядолях.

Показатель  $Y(II)$ , характеризующий реальный фотохимический квантовый выход ФС II по мере созревания семян снижался в створках стручков, практически не менялся в семенной кожуре, но значительно повышался в семядолях.

Изменение коэффициента фотохимического тушения флуоресценции ( $qP$ ), подтверждала динамику показателей  $F_v/F_m$  и  $Y(II)$  и также свидетельствовала о повышении эффективности фотосинтеза в семядолях в процессе развития семян.

Также была построена световая кривая, характеризующая зависимость скорости переноса электронов по электрон-транспортной цепи (ЭТЦ) от интенсивности фотосинтетически активной радиации (рис. 1).

В результате анализа световых кривых, приведенных на рисунке, были установлены следующие закономерности:

— в хлоропластах, локализованных в створках стручков горчицы, скорость переноса электронов по ЭТЦ постепенно снижалась при переходе семян от молочной к полной стадии спелости;

— в хлоропластах, локализованных в семенной кожуре, наиболее высокая скорость переноса электронов по ЭТЦ наблюдалась на восковой стадии спелости семян, далее происходило резкое снижение этого показателя;

— в хлоропластах, локализованных в семядолях, происходило значительное увеличение скорости переноса электронов по ЭТЦ при переходе семян от молочной к полной стадии спелости.

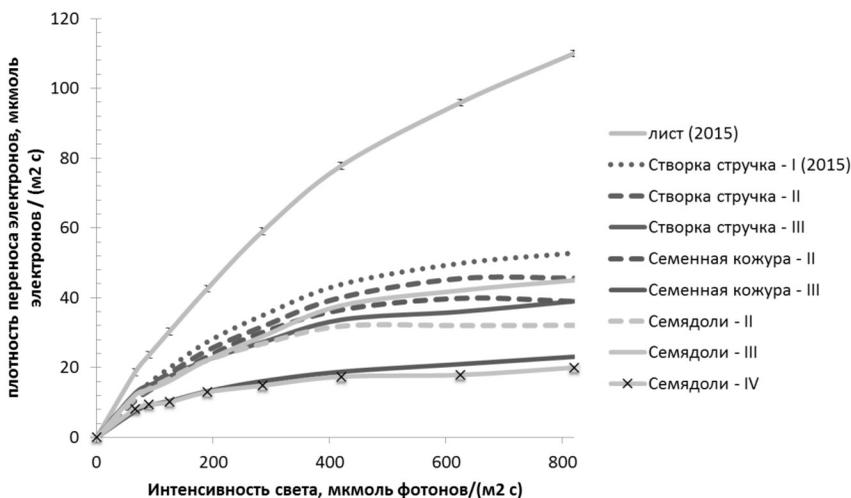


Рис. 1. Световая кривая.

Таким образом, сравнительный анализ динамики активности фотосинтетических процессов семян горчицы абиссинской позволил сделать вывод о том, что в процесс фотосинтеза при созревании семян равноценный вклад вносят створки стручка, семенная кожура и семядоли. При этом створки стручка играют более значительную роль в молочную стадию, семенная кожура – в восковую стадию, а семядоли – в полную стадию спелости семян.

## РОСТ И ПРОДУКТИВНОСТЬ ГОРЧИЦЫ АБИССИНСКОЙ ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН АССОЦИАТИВНЫМИ РИЗОБАКТЕРИЯМИ

*Сергеева А.М.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

В настоящее время все больше приобретают популярность идеи биологизации всей хозяйственной и производственной деятельности, так как это малозатратный и безопасный источник минерального питания для растений. С помощью бактериальных препаратов улучшается минеральное, в частности азотное, питание растений, оптимизируются их ростовые процессы, улучшается качество почвы. Именно поэтому использование биопрепаратов в настоящее время достаточно актуально.

Технические культуры играют важное значение в сельском хозяйстве России. При этом особо принципиальны методы их защиты, поскольку они легко подвержены различным заболеваниям, а также воздействию вредителей, что сразу же со-

крашает продуктивность посева еще на ранних этапах их роста и развития. Применение бактериальных препаратов позволит решить данные проблемы.

Целью нашего опыта явилось определение влияния бактериальных препаратов на ростовые показатели и продуктивность горчицы абиссинской (*Brassica carinata* A. Braun.). Из бактериальных препаратов нами использовались агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, шт. 10), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, шт. 7), флавобактерин (*Flavobacterium* sp., шт. 30) и экстрасол (*Pseudomonas fluorescens*, шт. ПГ-5).

По результатам исследования нами было отмечено, что препараты проявили стимулирующее влияние на всхожесть растений. Наиболее заметно это действие проявилось при использовании агрофила и мизорина, которое составило 9,3% и 22,5%.

Еще одним рассмотренным нами параметром были ростовые процессы. Высота у инокулированных растений увеличилась в фазу бутонизации на 19–33,5% и цветения на 25–39,7%, по отношению к контрольному варианту. Наиболее заметно это действие проявилось при использовании мизорина — до 33,5% и 39,7%, соответственно.

Нами также изучалось изменение числа бутонов и цветков. Инокуляция увеличивала сохраняемость бутонов на 25–118%, а цветков на 39–62,5%. Наибольший эффект оказал препарат агрофил.

Следующим показателем, который мы рассматривали в данном опыте, был анализ количества листьев и облиственности растений. По нашим наблюдениям количество листьев у опытных растений увеличилось в фазу бутонизации на 32–36% и в фазу цветения на 35–51%. Облиственность у них возросла на 4–17,7%.

Использование мизорина стимулировало в фазу цветения увеличение числа междоузлий на 47–64% и длины их на 27–35% в фазу цветения, по отношению к контролю.

При анализе продуктивности растений нами были получены следующие данные: общая продуктивность сухой массы растений горчицы абиссинской значительно увеличилась почти во всех опытных вариантах относительно контроля. При выращивании горчицы наилучший эффект в отношении зеленой биомассы оказал применение агрофила – 20 ц/га сухой массы (в контроле 11,6 ц/га).

По результатам нашей работы можно сделать вывод, что все бактериальные препараты оказывают положительный эффект при выращивании горчицы абиссинской, что проявилось в увеличении ростовых показателей и продуктивности в сравнении с контрольным вариантам.

Наиболее эффективными биопрепаратами для выращивания горчицы абиссинской оказались агрофил и мизорин, что, возможно, связано с наибольшей комплементарностью данных ризобактерий к корневым выделениям исследованной нами культуры.

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН СУРЕПИЦЫ ЯРОВОЙ АССОЦИАТИВНЫМИ АРТРОБАКТЕРИЯМИ НА ФОНЕ РАЗЛИЧНЫХ ДОЗ ФОСФОРА

**Серебрякова М.А.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

В настоящее время все больше приобретают популярность идеи биологизации всей хозяйственной и производственной деятельности, т. к. повсеместное применение пестицидов и агрохимикатов усиливает процессы загрязнения агроэкосистем и деградацию почвы. Особенно наглядно необходимость биологизации видна на феномене стратегической беспомощности химической защиты растений, которая наносит урон окружающей среде. Точно так же в настоящее время становится понятной и стратегическая бесперспективность применения химических удобрений. В этих условиях совершенно естествен переход к применению бактериальных препаратов. С их помощью улучшается минеральное, в частности азотное, питание растений, оптимизируются их ростовые процессы, улучшается качество почвы.

Сурепица яровая – ценная масличная и кормовая культура. В зеленой массе сурепицы яровой содержатся горчичные масла и серные соединения, поэтому она должна скармливаться в составе сбалансированного питания. Кроме того, зеленая масса сурепицы может использоваться как сидерат, для запашки под посев озимых или яровых культур.

Целью нашей работы являлось выявление эффективности инокуляции семян сурепицы яровой (*Brassica rapa* L. var. *oleifera* D.C) ассоциативными артробактериями на фоне различных доз фосфора. Нами использовался биопрепарат мизорин (*Arthrobacter mysorens*, шт. 7) и суперфосфат простой. Дозой фосфора служила норма внесения 90 кг действующего вещества фосфора на 1 кг почвы.

По результатам исследования нами было отмечено увеличение всхожести сурепицы яровой. На вариантах с применением мизорина + 2,0 дозы фосфора и двумя дозами фосфора без мизорина, она составила 90,5% (134,5%) и 90,8% (134,9%), по отношению к контролю 67,3%, соответственно. Меньшие показатели всхожести отмечались на вариантах с применением мизорина без фосфора и мизорина с 0,5 дозой фосфора.

Нами также учитывались другие морфофизиологические показатели: высота растений, число листьев, количество и длина междоузлий. Согласно проведенным наблюдениям, к моменту уборки на фазе цветения происходит увеличение высоты растений. Наилучшие результаты показали варианты с одной и двумя дозами фосфора без мизорина, которые увеличили высоту растений до 94,5 см (173,7%) и до 94,4 (173,5%), по отношению к контролю. Наименее благоприятное воздействие оказал мизорин без внесения фосфора: 59,8 см (109,95%) по отношению к контролю. В отношении изменения числа листьев, максимальное значение выявлено в варианте с использованием мизорина с 1,5 дозами фосфора (26,4 шт./раст.), что на 166% больше контрольного значения, которое составляет 9,9 шт. По числу междо-

узлий наибольший показатель отмечался на вариантах с применением мизорина с 1,5 дозой фосфора — 7,1 шт./раст. (208,2 % по отношению к контролю), максимальное увеличение длины междузлий отмечалось в вариантах с применением мизорина + 1,5 дозы фосфора, в котором длина междузлий составляла до 5,4 см (284,2 % по отношению к контролю).

Изменение массы корневой системы наиболее заметно в варианте с 2-мя дозами фосфора и мизорином, где сухая масса корней растений сурепицы яровой возросла до 308%, в отличие от контрольных показателей.

Еще одним рассмотренным нами параметром являлось число бутонов и цветков. Проанализировав данные по числу бутонов, мы увидели, что наиболее эффективным оказался мизорин с двойной дозой фосфора, который увеличил количество бутонов на 73% по сравнению с контрольным вариантом. Наименее эффективным оказался фосфор (1,0 доза) без мизорина — число бутонов увеличилось только на 10% по отношению к контролю.

Мы также отмечали изменения числа цветков: в опытном варианте мизорина с 1,5 дозой фосфора происходило увеличение числа цветков на 130,3%, что является, несомненно, положительным результатом, а фосфор (0,5 дозы) без мизорина показал себя не так эффективно и увеличил число бутонов на 20,4%.

Бактериальные препараты оказали благоприятное воздействие на формирование урожая сухой массы сурепицы яровой. Но наибольшей эффективностью обладали 2,0 дозы фосфора, где произошло увеличение продуктивности на 155,5% по отношению к контролю.

Таким образом, наши исследования показали, что все бактериальные препараты с различными дозами фосфора, применяемые нами, оказали благоприятное воздействие на ростовые процессы и продуктивность сурепицы яровой. Но наибольшая отзывчивость сурепицы яровой проявилась в вариантах с применением мизорина с 1,5 и 2 дозами фосфора.

---

## СОДЕРЖАНИЕ НИТРАТОВ В РАСТЕНИЕВОДЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ ТОРГОВЫХ ТОЧЕК САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

*Сироткина С.В., Шмелева М.Л., Бажанов И.А.*

*Среднеобразовательная школа №260, г. Санкт-Петербург*

Известно, что растения потребляют азот почвы в основном, в нитратной форме. Накопление нитратов в тканях, достигающее при определенных условиях высоких значений, — одна из особенностей азотного питания растений. Для человека потребление очень высоких доз нитратов может быть опасно.

Целью нашего исследования было определение содержания нитратов в сельскохозяйственной продукции, продаваемой в магазинах города. Определение проводили инструментально с помощью экотестера SOEKS фирмы СоЭкс. Прибор имеет сертификат соответствия, гостирован. Измерения проводили согласно

инструкции к прибору, т.е. вводя щуп в плоды растений. Нитраты измеряли у 10 видов растений. Полученные результаты представлены в табл. 1.

Таблица 1. Содержание нитратов в целых плодах растений

Название образца (торговая точка)	Содержание нитратов (мг/%)
Салат (Моя семья)	30
Салат (Дача)	70
Редис (Моя семья)	125–216
Лук (Дикси)	<b>134</b>
Лук (киоск на ул. Хошимина)	<b>154</b>
Огурец (Моя семья)	101
Морковь (Дикси)	131
Помидор тепличный (Дикси)	126
Помидор грунтовой (Перекресток)	135
Картофель (Перекресток)	<b>267</b>
Груша Конференс (Перекресток)	<b>67</b>
Груша Конференс (Моя семья)	<b>78</b>
Груша Вильямс (Перекресток)	<b>70</b>
Банан (Дикси)	116
Яблоко Гольден (Перекресток)	23
Яблоко Грэми Смит (Перекресток)	41
Яблоко Гольден (Дикси)	46

*Примечание:* Жирным шрифтом обозначено превышение ПДК.

Мы измеряли нитраты в нескольких точках плодов растений. В таблицу вошли максимальные значения. Оказалось, что в большинстве случаев пищевая продукция соответствует принятым стандартам. Превышение содержания нитратов у картофеля и двух сортов груш было небольшим (около 10%). У лука содержание нитратов было заметно выше нормы (ПДК 80 мг/%). В дальнейшем мы измерили нитраты в луке универсама Перекресток (метро «Проспект Просвещения») и на базаре около метро «Сенная Площадь». В обоих случаях превышение ПДК по нитратам было значительным. Вероятно, производители данной продукции, для увеличения урожайности используют слишком большие дозы удобрений. Результаты, полученные по салату оказались очень заниженными. По-видимому, это связано с тем, что невозможно ввести щуп прибора в свежие листья салата так, чтобы он достаточно увлажнился соком растений. Поэтому было решено повторить опыт на тех же самых продуктах предварительно их измельчив и отжав сок. С этой целью растения измельчали миксером, а затем отжимали сок через марлю. Результаты эксперимента представлены в табл. 2.

Таблица 2. Содержание нитратов в измельченных плодах и соке растений

Название образца. Торговая точка	Содержание нитратов (мг/%)	
	Измельчение	Сок
Салат (Моя семья)	<b>154</b>	<b>233</b>
Салат (Дача)	<b>245</b>	<b>317</b>
Редис (Моя семья)	196	<b>239</b>
Лук (Дикси)	130	<b>157</b>
Огурец (Моя семья)	<b>141</b>	<b>166</b>
Морковь (Дикси)	<b>193</b>	<b>191</b>
Помидор тепличный (Дикси)	126	96
Помидор грунтовой (Перекресток)	131	<b>179</b>
Картофель (Дикси)	<b>291</b>	<b>314</b>
Груша Конференс (Перекресток)	<b>72</b>	66
Груша Конференс (Моя семья)	<b>79</b>	61
Груша Вильямс (Перекресток)	62	61
Банан (Дикси)	85	<b>118</b>
Яблоко Гольден (Перекресток)	65	61
Яблоко Грэми Смит (Перекресток)	79	87
Яблоко Гольден (Дикси)	68	72

Примечание: жирным шрифтом показаны значения, превышающие концентрацию нитратов в не измельченном материале.

Во многих случаях содержание нитратов в измельченном материале и соке растений была выше, чем в целых растениях. Наблюдаются некоторые межвидовые различия. У груши, яблок и бананов содержание нитратов после измельчения и в соке оставалось на уровне целых плодов или повышалось очень незначительно. Следовательно, для этих культур рационально использовать традиционную методику, вводя щуп прибора в целые плоды.

На наш взгляд, такой подход возможен для лука и редиса. У моркови показатели в измельченном материале и соке практически совпадают, поэтому измерением достаточно измельчить овощ. Вероятно, чтобы определить превышение ПДК по нитратам у картофеля достаточно провести измерение после его измельчения. У томатов лучше исследовать сок. Наибольшее повышение значений показателя после измельчения и получения сока наблюдалось у салата. Отметим, что у салата, а также, вероятно, у укропа, петрушки, листьев сельдерея и хрена прибором

SOEKS невозможно определить содержание нитратов в целых растениях. Их нужно обязательно измельчить и выжать сок, чтобы получить объективные данные.

---

## ОСОБЕННОСТИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОСОБО ОХРАНЯЕМЫХ ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ГОРНОГО АЛТАЯ

*Степнов П.В.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

В августе 2015 года я был одним из организаторов туристического похода с школьниками Санкт-Петербурга (ДДТ Центрального района «Фонтанка-32») на территорию горного Алтая, в частности Катунского Государственного биосферного заповедника и природного парка «Белуха». Целью данного похода было создание познавательного и образовательного маршрута школьников для ознакомления с природой горного Алтая, научной и природоохранной деятельностью заповедника и работой природного парка. Особое внимание предполагалось уделить растительному покрову и его динамике в горных лесных и альпийских экосистемах. Для Катунского заповедника характерно разнообразие степных, луговых, лесных и особенно высокогорных растительных сообществ. Широкое развитие высокогорной растительности гумидного типа и примерно равное участие луговых и лесных сообществ в растительном покрове низкогорий определяют уникальность Катунского заповедника. С изменением абсолютной высоты в горах происходит смена растительных поясов. Структура высотной поясности Катунского заповедника является вариантом альпийско-тундрово-таежно-лесостепного типа, характерного для гор Центрального Алтая (Огуреева, 1980). В ходе подготовки к походу, нами совместно с администрацией заповедника и куратором по научной работе, был проработан экологический маршрут, в рамках созданных, в заповеднике, экологических троп (<http://www.katunskiy.ru/>).

Наш маршрут проходил через разные типы растительности заповедника, в которых, по возможности, делались геоботанические описания. Среди лесных сообществ заповедника господствуют склоновые темнохвойные таежные леса, древостой которых образован пихтой сибирской, кедром (сосной сибирской) и елью сибирской, с участием лиственницы сибирской и березы повислой. При этом в качестве доминирующих видов могут выступать различные породы. Так, в нижней части пояса, по долине Катунки и вдоль ее притоков, по речным террасам и притеррасным пологим склонам распространены березово-еловые разнотравно-осоково-вейниковые леса. Кустарниковый ярус этих лесов формируется жимолостью алтайской и спиреей дубравколистной. В травяном ярусе доминируют осока большехвостая и вейник притуплённый. В составе древесного яруса в этих лесах могут присутствовать лиственница, а также кедр и ель. В подлеске обычно доминирует жимолость алтайская, обычны смородина темно-пурпуровая и малина саха-

линская. Основу травостоя формируют осока большехвостая, вейник притуплённый, реже вейник Крылова, обычны лютик крупнолистный, герань белоцветковая, незабудка Крылова. Кедровые, елово-кедровые и пихтово-кедровые травяно-кустарничковые и кустарничково-зеленомошные леса встречаются по бортам Катуня и ее притоков. В кустарниковом ярусе наряду с жимолостью алтайской, выступает можжевельник сибирский. Основу травяно-кустарничкового яруса составляют черника, брусника, вейник притуплённый, также обычны и часто обильны бадан толстолистный, линнея северная, осока большехвостая. Светлохвойные леса в заповеднике представлены сомкнутыми травяными лиственничниками и парковыми лиственничниками. Лиственные леса представлены небольшими участками осинников и березняков. На прирусловых галечниковых террасах Катуня и её притоков отмечены большие участки злаково-низкотравных пустотных (сформированных на бедных почвах) долинных лугов. Кроме лесов и лугов в лугово-лесном поясе довольно обычны кустарниковые сообщества с жимолостью татарской, спиреей средней, спиреей зверобоелистной, шиповником колючейшим и преимущественно луговостепными травянистыми видами — пустырником сизым, полынью шелковистой, ферулой джунгарской, душицей обыкновенной. В долине Катуня и ее притоков формируются пойменные ивняки с ивой прутьевидной и ивой Сапожникова. Степи и остепненные луга в Катунском заповеднике встречаются в нижней части лугово-лесного пояса в долине Катуня, Курагана и Кучерлы. Остепненные луга занимают выровненные и пологие участки склонов южной, юго-западной и юго-восточной экспозиции. Это наиболее богатые сообщества заповедника. В этих сообществах отмечены растения, находящиеся на восточной границе своего ареала (лук тюльпановидный, молочай длиннокорневой, ферула джунгарская, проломник цельнолистный) и виды, занесенные в Красную книгу Республики Алтай (1996) (лук алтайский, ревень густоцветковый, пион гибридный, ковыль перистый, сибирка алтайская). Субальпийский пояс в заповеднике представлен парковыми лиственничниками, кедровыми и кедрово-лиственничными редколесьями, чередующимися с участками субальпийских крупнотравных лугов и субальпийских крупнотравных кустарников. Горно-тундровый пояс на территории заповедника представлен луговыми, тундровыми, болотными сообществами и высокогорными петрофитными группировками. В нижней и средней части горно-тундрового пояса обычны хионофильные алтайсколютиковые альпийские луга с доминированием лютика алтайского. Наряду с луговыми сообществами значительные площади в горно-тундровом поясе заняты высокогорными, ерниковыми тундрами. От субальпийских кустарников они отличаются развитым мохово-лишайниковым ярусом и очень разреженным травостоем. Обычны в высокогорьях заповедника курумы, осыпи, скальные обнажения и, связанные с ними группировки высокогорных петрофитов. Типичными видами курумов являются ива саянская, жимолость щетинистая, смолодина пахучая, пиретрум Крылова. В курумах в верховьях Мульты произрастает эндемик Катунского хребта — горькуша Ревякиной. На выровненных участках в курумах, преимущественно в местах накопления мелкозема, формируются бадано-

вые пустоши с доминированием бадана толстолистного и присутствием черники, которая является довольно характерным пустошным видом. Также в составе данных сообществ обычны кизильник одноцветковый, можжевельник сибирский, копеечник южно-сибирский, ястребинка Коржинского. Верхняя граница распространения высших растений представлена пионерными группировками на скалах, моренах и осыпях. В их составе обычны родиола ярко-красная, ясколка воробейниколистная, гастролыхнис безлепестный, минуарция двухцветковая, крупка фладницийская, мак ложносероватый, камнеломка супротиволистная (Артемов, 1993; Артемов, Байлагасов и др., 2000; Королук, 2001).

Таким образом, на протяжении туристического похода по горному Алтаю мы познакомились с особенностями динамики пространственной и видовой структуры растительности разных горных поясов, научной и природоохранной деятельностью Катунского биосферного заповедника и природного парка «Белуха». Считаю, что создание таких экологических маршрутов поможет познакомить людей с природным наследием России и сделает культурный отдых и спортивные походы намного интересней.

---

## ИДЕНТИФИКАЦИЯ ГЕНОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ СРОКИ КОЛОШЕНИЯ В ПОПУЛЯЦИИ ОТ СКРЕЩИВАНИЯ СОРТОВ ЯЧМЕНЯ *Galleon* x *Haruna Nijo*

**Теплякова С.Б.**

*РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург*

Ячмень (*Hordeum vulgare* L.) – одна из наиболее возделываемых зерновых культур в России. Селекционеры в южных регионах РФ заинтересованы в получении сортов ячменя с ранними сроками колошения, которые бы успевали проходить ключевые стадии своего развития до наступления летней засухи.

Известно, что на сроки колошения у ячменя наибольшее влияние оказывает комбинация аллелей двух генов *Vrn-H1* и *Vrn-H2*, находящихся на хромосомах *5H* и *4H* соответственно. Сочетание доминантного аллеля в локусе *Vrn-H2* и рецессивного аллеля в локусе *VRN-H1* приводит к озимому типу развития (Takahashi, Yasuda, 1971). Цель нашего исследования состояла в том, чтобы на модельной популяции дигаллоидных линий (ДГЛ), полученных от скрещивания двух яровых сортов - австралийского сорта *Galleon* и японского сорта *Haruna Nijo*, определить, как влияют на сроки колошения ячменя различные комбинации генов *Vrn*, и как проявляются их эффект в разных географических зонах.

Выращивание 89 ДГЛ ячменя производилось в 2009 г. на двух экспериментальных станциях ВИР в различных географических регионах: в Ленинградской области (г. Павловск) и в Краснодарском крае (г. Краснодар). Отсчет сроков колошения производился, начиная с даты посева до момента появления колоса в пазухе флагового листа.

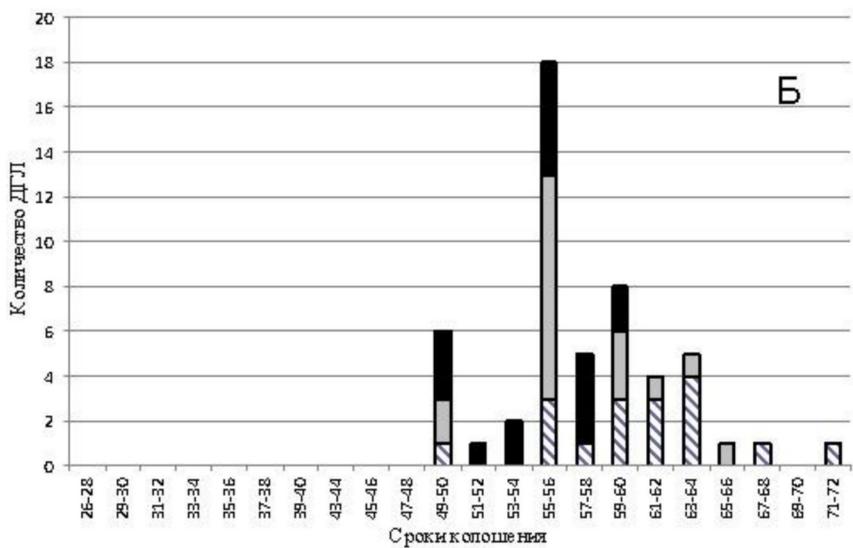
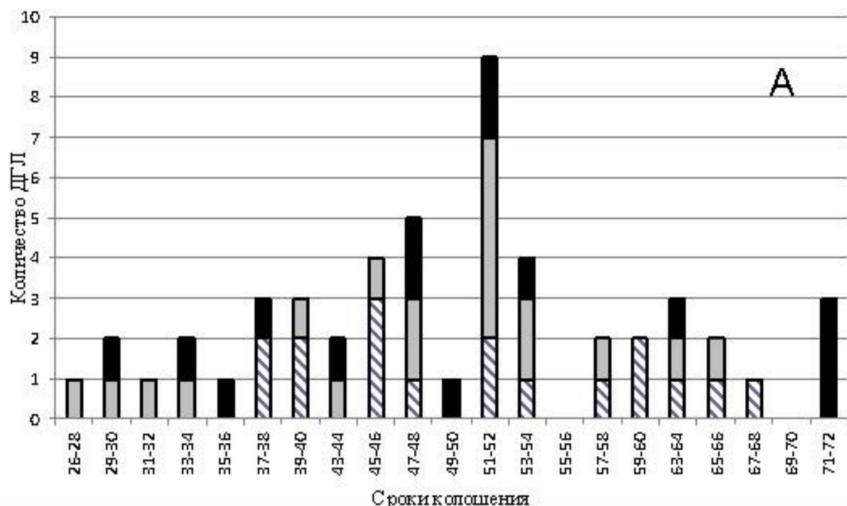
Несмотря на то, что родительские генотипы *Galleon* и *Haruna Nijo* относились к

яровым ячменям, в двух пунктах наблюдения было отмечено расщепление их потомков на озимые и яровые формы в соотношении 9:7 ( $\chi^2=1,01$ ,  $p=0,3147$ ). Такое расщепление характерно для эпистатического взаимодействия двух генов, предположительно *Vrn-H1* и *Vrn-H2*. Для выявления аллелей этих генов у родительских генотипов и ДГЛ нами были использованы геноспецифичные молекулярные маркеры (Zitzewitz et al., 2005; Cockram et al., 2009). У сорта Galleon были идентифицированы аллели *Vrn-H1-Vrn-H2*, у сорта Haruna Nijo - *vrn-H1-vrn-H2*. Нами установлено, что дигаллоидные линии озимого типа имели комбинацию аллелей *vrn-H1-Vrn-H2* и составили 7/16 от общего числа проанализированного потомства. Среди яровых ДГЛ встречались остальные возможные комбинации аллелей генов *Vrn-H1* и *Vrn-H2*.

Влияние комбинаций аллелей генов *Vrn* на сроки колошения яровых дигаллоидных линий в двух географических регионах выращивания проявлялось по-разному. В Павловске это влияние было недостоверным ( $p = 0,7147$ ), а в Краснодаре – существенным ( $p = 0,0427$ ): ДГЛ с генотипом *Vrn-H1-Vrn-H2* начинали колошение позднее прочих, а для линий с генотипом *vrn-H1-vrn-H2* было характерно более раннее колошение.

Было зафиксировано отличие в сроках колошения яровых ДГЛ при их выращивании в разных географических пунктах (Павловск и Краснодар). В Краснодаре все яровые ДГЛ перешли к колошению на 52-й–72-й день, в Павловске – цветение было более растянутым (28-й–72-й день) (рис. 1). Если охарактеризовать «поведение» каждой конкретной ДГЛ по ее отклонению от среднего значения в популяции, то ДГЛ, изменившие свой модуль поведения в зависимости от региона выращивания, унаследовали сходные родительские аллели на хромосоме 7Н, что было установлено методом QTL-картирования. В этом участке хромосомы 7Н ранее был картирован ген *VRT-2*, который, возможно, является репрессором гена *Vrn-H1* (Szucs et al., 2006).

Таким образом, установлено, что эпистатическое взаимодействие генов *Vrn* определяет сроки колошения у ячменя, однако, выявление только комбинации данных генов не дает полного представления о характере варьирования данного признака. Существуют гены, связанные с фотопериодической чувствительностью, которые могут вносить корректировку в данную модель эпистатического взаимодействия и изменять сроки развития ячменя. В заключении выражаю глубокую благодарность заведующей лабораторией ВНИИР им. Н.И. Вавилова, доктору биологических наук Потокиной Елене Кирилловне за предоставленную возможность провести исследования на базе лаборатории и постоянную помощь в этой работе.



# ИССЛЕДОВАНИЕ ВОДНОГО РЕЖИМА ГОРЧИЦЫ АБИССИНСКОЙ ПРИ ИНОКУЛЯЦИИ СЕМЯН АССОЦИАТИВНЫМИ РИЗОБАКТЕРИЯМИ

Федина К.В.

РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург

Водный режим является наиболее значимой характеристикой растений. Одно из необходимых условий для их роста и развития — вода. Это та среда, в которой протекают все процессы метаболизма. Для нормальной жизнедеятельности клетка должна быть насыщена водой. Питательные элементы поступают в растения из почвы только растворенными в воде. При помощи воды обеспечивается и непрерывность их передвижения в растениях. На водный режим оказывает влияние внешняя среда растений, а также экологические факторы (температура и влажность воздуха и почвы, интенсивность освещения). В настоящее время все больше применяются микробиологические препараты для повышения продуктивности растений. Именно они ускоряют физиологические процессы, происходящие в растительной клетке, улучшают минеральное питание растений, увеличивают интенсивность фотосинтеза, значительно укрепляют их иммунную систему и ускоряют развитие. Кроме того, микробы, входящие в состав биопрепаратов, блокируют развитие фитопатогенных микроорганизмов.

Целью нашего опыта было исследование особенностей водного режима горчицы абиссинской при инокуляции семян бактериальными препаратами.

Из бактериальных препаратов нами использовались агрофил (*Agrobacterium radiobacter*, штамм 10), мизорин (*Arthrobacter mysorens*, штамм 7), флавобактерин (*Flavobacterium* sp., штамм Л 30), экстрасол (*Pseudomonas fluorescens*, штамм ПГ-5).

По результатам исследования нами было отмечено что, инокуляция семян бактериальными препаратами, особенно флавобактерином и мизорином, значительно уменьшает водный дефицит, транспирацию и повышает водоудерживающую способность горчицы на всех фазах ее развития. В ходе вегетации в этих вариантах наблюдается более высокая общая оводненность по сравнению со всеми другими вариантами. Их показатели всегда больше контрольного варианта: флавобактерин – 104,5%, мизорин – 107,2%.

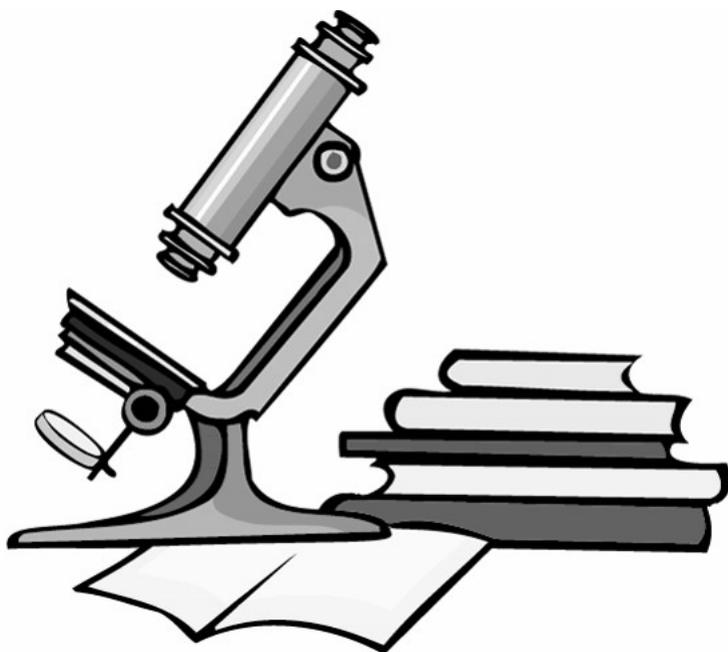
Следующий показатель, который мы рассматривали в данном опыте, водоудерживающая способность горчицы абиссинской. Потеря влаги в фазе бутонизации у контрольных растений составили 13%, в вариантах флавобактерин и мизорин 12,6% и 12,2% соответственно. В фазе цветения наблюдается аналогичная ситуация. Таким образом, по водоудерживающей способности за все периоды развития можно проследить выявленную закономерность в вариантах флавобактерин и мизорин. Они лучше других вариантов сохраняют оводненность тканей растений.

При анализе влияния бактериальных препаратов на процесс транспирации листьев горчицы, было выяснено, что высокая интенсивность транспирации проявляется в контроле: от 2,3 мг/г/мин в фазе цветения и до 2,5 мг/г/мин в фазе бутони-

зации. В опытных вариантах с флавобактерином и мизорином – они проявляют транспирацию от 2,0 до 1,2 мг/г/мин соответственно. В фазе цветения наблюдается общее снижение транспирирующей активности, что связано с возрастными изменениями в тканях растений.

По результатам нашей работы можно сделать вывод, что все бактериальные препараты оказывают положительный эффект на водный режим горчицы абиссинской. Наиболее эффективными бактериальными препаратами в отношении сохранения оводненности являются флавобактерин и мизорин. Они повышают оводненность растительной ткани, водоудерживающую способность и сохраняют влагу в растениях.





**Секция  
методики обучения  
биологии и  
экологии**

## КАК ПОДОБРАТЬ РАСТЕНИЯ ДЛЯ ШКОЛЬНОГО КЛАССА

**Ермилова А.А.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Растения в школе играют не только эстетическую и воспитательную, но и образовательную роль, так как с помощью растений можно показать и объяснить биологические особенности той или иной группы растений наиболее наглядно. Помимо этого, растения так же поглощают и обезвреживают вредные вещества из воздуха, а некоторые способны синтезировать и накапливать в своих тканях фитонциды.

При подборе растений для школы нужно учитывать такие особенности растений, как: ядовитость, выделение аллергенов и эфирных масел, размер растения, потребность растения в свете, поливе, температуре и прочие. Микроэкологические условия помещений играют ведущую роль в подборе и выращивании растений: необходимо учитывать не каждый фактор в отдельности, а их сочетание.

Для озеленения учебных помещений в школах рекомендуется использовать неприхотливые тропические растения: монстера, гибискус (китайская роза), сансевьера, аспарагус, хлорофитум, пальмы, циперус и другие. Различные виды рода бегония, герань, колеус и другие применяются для оздоровления воздушной среды, так как они обладают высокой фитонцидной активностью.

Наиболее популярные растения, используемые в озеленении школьных помещений: хлорофитум, сансевьера, сциндапус, гибискус, или китайская роза, драцена, бегония, монстера, аспарагус, пеларгония, спатифиллум.

Хлорофитум – неприхотливое комнатное растение, являющееся одним из лучших очистителей воздуха. Нескольких таких растений достаточно для поглощения формальдегида, выделяемого теплоизоляцией из синтетических материалов в классе среднего размера. Хлорофитум обладает и значительным бактерицидным эффектом.

Сансевьера – кроме очистительных функций (удаляет бензол, формальдегид и трихлорэтилен), обладает также способностью повышать адаптогенные свойства организма, помогая ему противостоять вирусным заболеваниям.

Сциндапус очищает воздух от формальдегида, окиси углерода и бензола. Кроме того, эта быстрорастущая лиана прекрасно декорирует стены блестящими глянцевыми листьями.

Гибискус (китайская роза) идеален для озеленения просторных светлых помещений - школьных вестибюлей, коридоров, актовых залов, но требователен к свету, теплу и пространству.

Драцена толерантна к недостатку света, поэтому может использоваться для озеленения классных комнат, даже располагаясь в глубине помещения. Поглощает и обезвреживает вредные вещества из воздуха: бензол, формальдегид, угарный газ.

Бегония – представлена как декоративнолиственными видами, так и красивоцветущими растениями, привлекательными на протяжении целого года.

Монстера – красивое растение для декорирования просторных школьных вестибюлей и коридоров. Очищает воздух, повышает влажность воздуха.

Аспарагус – ажурное неприхотливое растение, подходит для озеленения светлых классов комнат. Очищает воздух от вредных примесей.

Пеларгония обладает бактерицидными свойствами, благодаря содержащимся в ее листьях эфирным маслам, ее аромат оказывает благоприятное воздействие на нервную систему.

Спатифиллум – красивое, не требующее сложного ухода растение, выносит недостаток освещения. Очищает помещение от примесей вредных газов.

Растения влияют на микроклимат помещений, благотворно воздействуют на организм детей и взрослых, в особенности на нервную систему.

---

## **ПРИМЕНЕНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ «ЛИСТ» В 6 КЛАССЕ**

***Маслова Д.А.***

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

При преподавании биологии важно использовать все методы обучения, которые позволят более широко увидеть картину мира. В средней школе наиболее успешными являются наглядные и практические, позволяющие заинтересовать ученика и побудить интерес к науке. К сожалению на данный момент эти методы уступают по применению к словесным. В нашей статье мы рассмотрим примеры применения комнатных растений для проведения уроков при изучении ботаники в 6 классе по темам, связанным со строением и внешним видом листьев.

На примере живого листа можно объяснить целый ряд тем, таких как: форма и края листовых пластинок, листорасположение, жилкование листьев, простые и сложные листья, видоизменение листьев, а подключив специальное оборудование, такое как микроскоп, можно изучить и внутреннее строение тканей листа.

В кабинете биологии должны присутствовать комнатные растения, роль которых очень велика в педагогическом процессе. Они не только декорируют кабинет, но и являются важным, иногда незаменимым пособием, которым многие учителя биологии пренебрегают.

Наиболее простыми в содержании и поэтому распространёнными растениями в кабинете являются: герань, фикусы, бегонии, элодея, фиалки, кактусы, папоротники, драцены-они могут послужить прекрасным наглядным материалом. На их примере можно показать детям разнообразие форм листовых пластинок, различия листьев растений различных зон, показать приспособления(колючки у кактуса), разницу светолюбивых и тенелюбивых растений. Ярким примером для последнего может служить герань и фиалка. Контраст строения листьев у этих растений может

наглядно объяснить различия. Дети смогут не только увидеть картинку в учебнике, но и посмотреть на настоящее растение, потрогать листовые пластинки и попробовать вместе с учителем сделать выводы о строении. В зависимости от разнообразия растений, находящихся в кабинете учителю проще и интереснее можно проводить уроки. Так, например если в кабинете присутствуют такие растения как монстера, герань и аспарагус можно на ярких примерах показать разнообразие листовых пластинок. На примере фикуса и циссуса можно рассмотреть овальную листовую пластинку, на примере кринума-линейную, различия сложных и простых листьев можно увидеть у папоротника, фиалки и монстеры. На примере фикуса и алоэ хорошо видны различия черешковых и сидячих листьев. Для демонстрации жилкования целесообразно использовать растения с крупными листовыми пластинками или тонкими, так например сетчатое жилкование хорошо видно у бегонии и герани, а дуговое-у аспидистры и кринума. Для наглядного объяснения листорасположения так же можно воспользоваться фикусом, с очерёдным листорасположением, фуксией — с супротивным и элодей — с мутовчатым.

Листья могут служить раздаточным материалом для проведения лабораторных работ с использованием микроскопа. Так например элодея прекрасно подойдёт для практического занятия, на котором можно рассмотреть содержание хлорофилла в клетках растения. Лабораторную работу по определению листьев так же можно провести в кабинете, когда нет возможности проводить экскурсии на природе.

Таким образом, живые комнатные растения играют большую роль в изучении школьного курса ботаники за 6 класс. Таблицы и изображения в учебнике не дадут полного представления по теме лист. Комнатное растение сформирует правильное представление о размерах и соотношениях частей листовое пластинки. Работа с живыми растениями поможет одной из главных задач курса биологии — биологическому воспитанию, бережному отношению к окружающей среде.

---

## **ЛАБОРАТОРНАЯ РАБОТА «НАКОПЛЕНИЕ НАНОРАЗМЕРНЫХ ОБЪЕКТОВ РАСТЕНИЯМИ» В РАМКАХ КРУЖКА ПО БИОЛОГИИ**

***Михалева А.В.***

*РГПУ им. А.И.Герцена, Санкт-Петербург*

Конец XX и начало XXI века можно охарактеризовать бурным ростом количества исследований в области изучения наномира. Молодая область науки, берущая начало из биологии, химии и физики, — нанотехнология. Здесь мы имеем дело с объектами нанометрового диапазона. Наноразмерные объекты — системы, занимающие промежуточное положение между отдельными атомами или молекулами и твёрдыми телами.

Немалую роль в нанотехнологиях играет биология. Многие на данном стыке наук остается не изучено. И этим могут уже сейчас начать заниматься юные любопытные исследователи. В средней школе мы можем ознакомить учащихся с сущ-

ностью методов нанотехнологий, используемых в биологических исследованиях, и их практическим применением в медицине, экологии, промышленном и сельскохозяйственном производстве. Достижение этой цели невозможно без углубления знаний учащихся об организации биологических систем на молекулярном, субклеточном и клеточном уровнях, расширения знаний о методах генетических и селекционных исследований.

Для усвоения содержания данного курса необходимо знание ряда вопросов из курса общей биологии средней общеобразовательной школы, например: взаимосвязь молекулярного, субклеточного и клеточного структурно-функциональных уровней организации живой природы; химический состав клетки; строение и жизнедеятельность эукариотической и прокариотической клеток; обмен веществ в клетке; взаимосвязь живого организма и среды обитания и так далее.

На уровне 10–11 классов ученики после прохождения курса «Нанотехнологии для школьников» (автор Богданов К.Ю.) могут рассмотреть количественные изменения и накопления наноразмерных объектов на кружках по биологии, так как объектами изучения будут как наноразмерные объекты (НРО), так и объекты живой природы.

Мы предлагаем рассмотреть растения, потому что есть весомые преимущества в использовании как объектов именно их: несоизмеримая дешевизна, удобство использования и перемещения в сравнении с другой аппаратурой для накопления наноразмерных объектов, использование в любое время года, экологическая безопасность. Также возможно быстрое и эффективное приготовление препаратов для исследования на стадии обучения.

Мы предлагаем лабораторную работу для кружка по биологии. При работе ученики изучают не только особенности накопления НРО, но и повторяют строение листа, стебля растений и так далее (список рекомендуемых видов — см. табл. 1). В работе используются сканирующие зондовые нанозондаторы СЗМ, набор зондов WT105Ed, устройство для их заточки SHP01 Ed.

«Накопление наноразмерных объектов растениями».

**Цель:** научиться готовить препараты для сканирующих зондовых микроскопов; убедиться в способности накопления разными растениями наноразмерных объектов; удостовериться в различии способностей растений к накоплению наноразмерных объектов.

**Оборудование и объекты:** сканирующий зондовый микроскоп СЗМ, набор зондов WT105Ed, устройство для их заточки SHP01 Ed, набор лабораторного оборудования (предметные и покровные стекла, препаровальная игла, пинцет, пипетка, шпатель), листья исследуемых растений, ступа и пестик; лезвие или ножницы; цилиндрический фильтр; пробирки; центрифуга.

**Ход работы:**

1. Сделайте биомассу листа исследуемого растения: лист поместите в ступу с 2–3 каплями дистиллированной воды и разотрите пестиком.
2. От стебля отрежьте 0,5–1 см, затем поместите на предметное стекло. По-

кroyте вторым предметным стеклом, аккуратно надавите на стекло пока не появятся капли сока.

3. Возьмите пробу биомассы (2–3 капли кашицы), сока стебля – 2 пробы. Каждую пробу поместите внутрь цилиндрического фильтра, с диаметром отверстий до 180 нм.

4. Цилиндрический фильтр разместите в пробирке, установленной в центрифуге. Запуск центрифуги обеспечивает фильтрацию объектов размерами до 150 нм на внешнюю сторону фильтра.

5. Каплю препарата с внешней стороны фильтра нанесите на покровное стекло, закройте другим покровным стеклом. Стекла разделите, препарат высушите при условии исключения доступа посторонних объектов. Таким образом, из каждой пробы биомассы получается два образца для сканирования.

6. Отсканируйте оба образца. По результатам сканирования необходимо смоделировать поверхность образца. Далее визуальнo ведётся подсчет НРО: крупных, средних и мелких.

7. Составьте диаграмму всех образцов, сравнивая исследуемые растения (либо диаграмму образцов одного растения, но тогда Вы сможете убедиться только в способности к накоплению НРО). Выделите растения-рекордсмены по накоплению НРО и растения, которые хуже остальных способны к накоплению.

#### **Вывод:**

1) Растения способны к накоплению НРО, так как \_\_\_\_\_

2) Растения индивидуальны в накоплении НРО, так как \_\_\_\_\_.

Лучше остальных исследуемых объектов накапливают НРО растения: \_\_\_\_\_, хуже остальных: \_\_\_\_\_.

Дополнительно: почему, как Вы думаете, растения индивидуальны в накоплении наноразмерных объектов?

Сравните способность в накоплении НРО традесканции и хлорофитума. Какая интересная особенность здесь прослеживается?

Таблица 1. Список рекомендуемых растений

№ п/п	Русское название	Латинское название
1	2	3
1	Хлорофитум	<i>Chlorophytum</i>
2*	Пеперомия туполистная	<i>Peperomia obtusifolia</i>
3	Традесканция	<i>Tradescantia</i>
4	Монстера	<i>Monstera</i>
5	Спатифиллум	<i>Spatiphyllum</i>
6*	Толстянка	<i>Crassula ovata</i>

1	2	3
7	Нефролепис	<i>Nephrolepis</i>
8*	Фиалка	<i>Fialka Ma's Country Boy</i>
9	Тетрастигма Вуанье	<i>Tetrastigma</i>
10*	Бегония красностлистная	<i>Begonia erythrophylla</i>
11	Гиппеаструм, амарилис	<i>Amaryllidaceae</i>
12*	Молочай беложилковый	<i>Euphorbia leuconeura</i>
13	Цитрус	<i>Citrus</i>
14	Пеларгония, герань	<i>Pelargonium</i>
15	Аспидистра	<i>Aspidistra</i>
16*	Бегония	<i>Begonia «Emerald Lacewing»</i>

Применение данной лабораторной работы в изучении биологии и нанотехнологии поможет углубить знания учащихся, повысить их интерес к естественным наукам, а также к изучению растений в целом.

## ПРИМЕНЕНИЕ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ ВО ВНЕКЛАСНОЙ РАБОТЕ ПО БИОЛОГИИ

**Парфенова К.С.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

При изучении биологии в школе большую роль играет наглядность изучаемых объектов, предметов и явлений. Наглядные методы позволяют учителю сделать знания более доступными и интересными для учащихся. Особый интерес представляют натуральные живые объекты, например комнатные растения, которые в достаточном количестве находятся в кабинете биологии. Но использовать растения можно не только в рамках занятий. Хорошо организованная внеклассная работа с использованием растений способствует развитию творческих способностей, экологического и эстетического воспитания.

Растения в классе должны быть здоровы и ухожены. Уход за ними нужно поручить школьникам, они должны следить за освещением, за температурой, за графиком полива растений. Так же дети могут изучать специальную литературу по уходу за растениями, искать способы и приемы как улучшить состояние того или иного растения в классе. Можно организовать наблюдение за растением, отмечать сезонные изменения, изменения в зависимости от подкормок. Можно предложить учащимся подготовить рассказ о каждом растении, рассказать, откуда это растение, о его особенностях, применении человеком. Все это будет интересно и позна-

вательно. Также будет полезно заняться пересадкой или размножением комнатных растений вместе с детьми, что поможет им в развитии трудовых умений и навыков.

Все занятия, которые связаны с комнатными растениями играют важную роль в воспитании детей. У них развивается чувство ответственности, чувство любви к растениям и к природе в целом, творческие способности. Такие занятия вносят вклад в экологическое и эстетическое воспитание учеников, пробуждают интерес к изучению биологии, формируют специальные биологические и общепредметные умения. На основании всего этого можно сделать вывод, что учителю биологии нужно проводить внеклассную работу с применением комнатных растений.

---

## СУККУЛЕНТЫ В КАБИНЕТЕ ШКОЛЬНОЙ БИОЛОГИИ

**Полянская В.В.**

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Комнатные растения – прекрасный объект для изучения биологических особенностей растений на уроках биологии в школе. Хотя представленные в кабинетах биологии виды растений весьма немногочисленны, но и с их помощью можно изучить жизненные формы растений, особенности их роста и развития, приспособленность к среде обитания. Одной из групп растений, востребованных в уголке живой природы, являются суккуленты.

Суккуленты — растения, имеющие специальные ткани для запаса воды. Как правило, они произрастают в местах с засушливым климатом. Растения, которые входят в группу, объединяемую термином «суккуленты», не связаны между собой общим происхождением, их схожие черты вызваны схожими условиями обитания. Суккуленты есть даже среди таких семейств: какароидные (замйокулькас), бромелиевые (диккия), виноградные (циссус четырехугольный). Стеблевые суккуленты сохраняют влагу в утолщённом, часто ребристом, стебле. Их листья, как правило, мелкие или редуцировались в колючки. К стеблевым суккулентам относится большинство кактусов, многие виды молочаев. Листовые суккуленты сохраняют влагу в толстых листьях, к ним относятся представители родов алоэ, литопс, хавортия, эчеверия. Самыми известными суккулентными растениями являются кактусы. Однако, суккуленты есть даже среди таких семейств, как ароидные, бромелиевые, виноградные.

Несмотря на разнообразие облика все суккулентные растения требуют одинакового ухода. Для хорошего роста им необходим хороший дренаж, солнечный свет, свежий воздух, полив в период роста и прохлады и сухая почва в период покоя. Для долгой жизни этим растениям необходим период покоя зимой и пребывание на свежем воздухе летом.

Температура должна поддерживаться умеренной с весны до осени. Суккуленты предпочитают, чтобы дневная и ночная температуры отличались. Зимой содержать в прохладных условиях при 11–13 градусах. Для наилучшего освещения их

лучше разместить на подоконниках. Хавортии и гастерии требуют рассеянный свет. Полив суккулентов производится по мере подсыхания почвы. В период роста (с весны до осени) 1 раз в неделю и 1 раз в 3–4 недели в период покоя (зимой), либо при содержании в прохладном месте поливают тогда, когда они начинают сморщиваться. Суккуленты оптимально и эффективно выращивать в плоских горшках.

Одной из особенностей преподавания биологии является широкое использование натуральной наглядности, постановка опытов и наблюдений за живыми организмами. Умелое использование натуральных объектов в сочетании с другими средствами обучения, организация самостоятельной работы учащихся с живыми растениями на уроках и во внеурочное время играют важную роль в решении учебно-воспитательных задач. Для организации практических работ по ботанике в средней школе удобным материалом также являются суккулентные комнатные растения, опыты с которыми можно проводить в течение года.

На цветочно-декоративных культурах можно показать влияние различных факторов на рост и развитие растений (промораживание, тёплые ванны, прищипка обрезка верхушек и др.) Уже на первом уроке ботаники, в теме «Общее знакомство с цветковыми растениями», суккуленты могут служить демонстрационным материалом, иллюстрирующим рассказ учителя о многообразии растительного мира. При изучении темы «Клетка» учащимся можно предложить приготовить и рассмотреть микропрепараты органов суккулентов. Эти опыты способствуют углублению знаний учащихся о клеточном строении органов растений, а также выработке умений приготовления микропрепаратов и их изучения под микроскопом. В теме «Стебель» тоже можно использовать эти комнатные растения на уроках. Живые растения помогут учащимся усвоить целый ряд понятий о побеге и его составных частях. Школьники увидят узлы – места прикрепления листьев к побегу – и междоузлия – участки побега между узлами.

При изучении темы «Лист» суккуленты становятся незаменимыми живыми объектами на разных этапах почти всех уроков. Эту тему изучают в зимние месяцы, когда в природе невозможно встретить живые растения с листьями. В этих условиях использование данных растений позволит учителю активизировать учебный процесс и через систему методических приемов способствовать усвоению учащимися сложного теоретического материала, пониманию его практической значимости.

Таким образом суккуленты являются неотъемлемой частью школьного кабинета биологии, тем самым, позволяя учащимся получить огромный опыт на начальных стадиях изучения предмета и демонстрируя практическим образом возможность разобраться во множестве тем школьной биологии.

## ИНФОРМАЦИОННЫЙ УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТРОПИЧЕСКИХ РАСТЕНИЙ

*Румянцева И.А.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Подробное знакомство с растениями, с протекающими в них процессами, с морфологическим, анатомическим строением, происходит в школе, а именно, в 6 классе. В этот период для обучения детей рекомендуется частая смена методов и средств обучения. Но, к сожалению, в последние годы в школе при обучении биологии наиболее часто используют изобразительные средства обучения, а о ведущих — натуральных средствах — педагоги забывают. Но ведь именно на примере живых растений возможно правильное формирование целостного знания о них.

Для того чтобы максимально сблизить учеников с живой природой, учитель знакомит их с декоративными комнатными растениями. Именно они обладают иллюстративной (информативной), адаптационной, интерактивной и мотивационной функциями, что очень важно в процессе обучения. Также важно иметь в классе не только растения нашей местности, но и растения, произрастающие в других частях Земного шара, например, в тропиках.

Нами был разработан информационный учебный проект для знакомства учащихся с тропическими растениями. На подготовительном этапе учитель знакомит учащихся с многообразием таких растений во время экскурсии в ботанический сад или при показе презентации, посвященной этим растениям. Затем учитель делит весь класс на 3 группы: «Статисты», «Экологи» и «Географы». На основном этапе «статисты» изучают видовой состав тропических комнатных растений школьных кабинетов, «экологи» определяют ориентацию окон всех школьных кабинетов, изучают комплекс экологических факторов, влияющих на растения, «Географы» собирают информацию об ареалах произрастания тропических растений и отмечают данные зоны на карте. Каждая группа выбирает по одному наиболее интересному тропическому растению и выращивает его в условиях школьного кабинета биологии. Также группы составляют график полива и подкормки своего растения, выбирают лучшее место произрастания с учетом температуры, освещенности и других факторов среды. На защите проекта группы представляют отчет по проделанной работе - рассказывают о своем растении, о его Родине и ареале произрастания, о правильном выращивании (особенностях приготовления почвенной смеси, условиях произрастания, полива и удобрения), о размножении и возможных заболеваниях. Результаты работы также демонстрируются на стендах в графическом виде.

Таким образом, использование комнатных растений является важным компонентом преподавания биологии. Выполнение работ, связанных с проведением опытов и наблюдений за комнатными растениями, способствует выработке у учащихся приемов и навыков самостоятельной познавательной деятельности, которые впоследствии могут стать основой для более серьезных исследований.

## УЧЕБНЫЙ ПРОЕКТ ПО БИОЛОГИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ КОМНАТНЫХ РАСТЕНИЙ

*Туктарова Е.Р.*

*РГПУ им. А.И. Герцена, Санкт-Петербург*

Проектная деятельность является инновационной технологией обучения, которая на сегодняшний день активно используется в школах. Она позволяет ученику проявить высокую степень самостоятельности, активности в том или ином исследовании и развить познавательный интерес. Существуют различные типы проектов (исследовательские, прикладные, ролевые, творческие, информационные), но границы между ними довольно условны. Задачей учителя является подбор такого исследовательского проекта, который будет направлен на применение учениками уже имеющихся знаний, умений, навыков.

Нами был разработан учебный проект «Мы в ответе за тех, кого вырастили» с применением комнатных растений. Данный информационно-творческий групповой проект предполагает участие учеников 6 классов и направлен на ознакомление с основной информацией о комнатных растениях, на развитие творческих способностей школьников, а также таких качеств как ответственность, аккуратность, внимательность. Работа над проектом предполагает наличие у учеников основ ботанических знаний, поэтому целесообразно будет проводить его во второй половине учебного года в качестве внеурочной или внеклассной работы.

Данный учебный проект реализуется в несколько этапов. На подготовительном этапе учебного проекта «Мы в ответе за тех, кого вырастили» учитель знакомит учеников с многообразием комнатных растений школьного кабинета биологии. Проводится небольшая беседа о роли растений для человека, об ответственности за все живое и о любви к природе. Далее ребята разделяются на пары и выбирают любое приглянувшееся им комнатное растение (рекомендуем распределить их таким образом, чтобы парам достались представители различных мест обитания, имеющие разнообразные морфологические признаки, например, пальмы, папоротники, кактусы или суккуленты). В течение длительного времени задачей школьников будет качественный уход за данными растениями. Учитель помогает составить учащимся план работы на время реализации данного проекта. Во время основного этапа работы над проектом пары учеников должны дать своим растениям имена, творчески оформить емкости, в которых произрастают выбранные ими объекты. Наделение растений человеческими чертами позволит школьникам ощутить близость человека и природы, её ценность и зависимость от нас.

На основном этапе школьники должны «установить непосредственный диалог» с растениями, т. е. собрать как можно больше информации об их происхождении, о том, какие именно условия им необходимы (освещение, полив, температура, почва и т. д.), какие вредители и болезни могут их поражать. Материалы, собранные об объектах исследования, позволят качественно осуществить уход за выбранными растениями. Ученики должны будут наблюдать в течение определенного времени

за ростом, жизнью растения. Информация, полученная в рамках школьной программы, поможет им составить чёткий «портрет» наблюдаемого растения (форма жизни растения, морфология листа, цветка и т. д.). Для фиксации полученной информации ученикам необходимо будет завести дневник наблюдений, где они будут записывать все необходимые сведения. Заключительным заданием является небольшая презентация своего растения, проделанной работы.

Последний этап – защиту проекта можно осуществить как на одном из уроков, так и во внеурочное время. Здесь приветствуется творчество. Каждая пара может изложить итоги в форме небольшой информативной песни, стихотворения или сценки о своем растении. Оценка данного проекта будет осуществляться по определенным критериям, например, активность в реализации проекта, объем и полнота полученной информации, наличие правильно оформленного дневника наблюдений, ответы на вопросы класса и учителя, оригинальность презентации (творческий критерий).

Таким образом, итогом реализации данного проекта является получение следующих результатов:

- предметных (знания, умения, навыки по уходу за комнатными растениями);
- метапредметных (работа с источниками информации: справочной литературой, интернет — ресурсами);
- личностных (формирование ценностного отношения к живым организмам, природе, научного мировоззрения).



## АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

- Абдуллина П.В. 58  
Абдурасулова И.Н. 35  
Андреев Г.В. 6  
Ардеева К.В. 8  
Бажанов И.А. 76  
Беляева Н.Д. 34  
Большакова К.О. 35  
Бондарук Д.Д. 59  
Бруссер А.В. 37  
Васильева А.Д. 9  
Вахидова Д.Ш. 10, 21  
Геннадьева А.А. 41  
Горохова С.А. 11  
Губаревич Е.А. 10, 12, 21  
Данилова Г.А. 12  
Демкин О.В. 13  
Дергачева Н.И. 42  
Дмитриева Е.В. 61  
Доля Е.П. 14  
Егорова К.В. 65  
Ермилова А.А. 17  
Жукова М.К. 16  
Заломаева Е.С. 29  
Иванов А.В. 44  
Иванова А.В. 17  
Иванова В.В. 18  
Иудина Т.А. 34  
Кайзумова Ю.С. 19  
Карачева М.О. 20  
Кидготко О.В. 52  
Кожевина А.Н. 67  
Коханова В.Ю. 45  
Кудрина С.В. 68  
Кудрявцева П.С. 47  
Кучина М.А. 10, 21  
Лебедев В.Н. 71  
Малкова В.В. 22  
Мальхин П.А. 69  
Марданова Н.Р. 48  
Маслова Д.А. 88  
Медведева А.В. 11  
Михалева А.В. 89  
Молев А.А. 49  
Мусаева А.И. 24  
Никитина Е.А. 11, 28  
Опарина А.М. 50  
Парфенова К.С. 92  
Паткин Е.Л. 42  
Плыско А.Ю. 25  
Полянская В.В. 93  
Попковский Н.А. 70  
Поротников И.В. 59  
Прокофьева Ю.Д. 61  
Пухлечева Е.В. 51  
Ракин А.И. 27  
Родыгина А.А. 28  
Румянцева И.А. 95  
Сергеева А.М. 73  
Сергеева Ю.И. 29  
Серебрякова М.А. 75  
Сипавин А.И. 68  
Сироткина С.В. 76  
Смирнова Т.А. 4  
Смоликова Г.Н. 71  
Степнов П.В. 79  
Сучкова И.О. 42  
Сушкевич Б.М. 52  
Сычев М.Г. 30  
Теплякова С.Б. 81  
Токмакова А.С. 54  
Туктарова Е.Р. 96  
Туманова Т.С. 10, 21  
Усманова Р.Р. 54  
Федина К.В. 84  
Хлебосолова Г.В. 34  
Хромова В.С. 55  
Царева А.А. 31  
Шмелева М.Л. 76

## СОДЕРЖАНИЕ

<b>СЕКЦИЯ АНАТОМИИ И ФИЗИОЛОГИИ ЧЕЛОВЕКА</b>	
<b>Смирнова Т.А.</b> Памяти Юрия Анатольевича Даринского.....	4
<b>Андреев Г.В.</b> Исследование миграционных способностей клеток культивируемых линий гепатомы Зайдела.....	6
<b>Ардеева К.В.</b> Экологические аспекты питания населения.....	8
<b>Васильева А.Д.</b> Репродукция вируса гриппа H1N1pdm09 в различных клеточных системах.....	9
<b>Вахидова Д.Ш., Туманова Т.С., Кучина М.А., Губаревич Е.А.</b> Влияние бактериального липополисахарида на состояние сердечно-сосудистой системы.....	10
<b>Горохова С.А., Никитина Е.А., Медведева А.В.</b> роль гена <i>limk1</i> в организации хромосомного аппарата при действии стресса у <i>Drosophila melanogaster</i> .....	11
<b>Губаревич Е.А., Данилова Г.А.</b> Изменение состава лейкоцитов анестезированной крысы под влиянием введения липополисахарида и оперативного вмешательства.....	12
<b>Демкин О.В.</b> Исследование стрессоустойчивости юношей призывного возраста..	13
<b>Доля Е.П.</b> Сравнительная характеристика клональных клеточных линий гепатомы Зайдела.....	14
<b>Жукова М.К.</b> Характеристика противогриппозной активности амидных производных арилпиперазина.....	16
<b>Иванова А.В.</b> Влияние дозированных физических нагрузок на сердечно-сосудистую систему студентов.....	17
<b>Иванова В.В.</b> Особенности внд у студентов, изучающих восточные языки.....	18
<b>Кайзумова Ю.С.</b> Особенности кратковременной памяти у учеников 7–9 классов средней школы.....	19
<b>Карачева М.О.</b> Отбор содержания элективного курса по основам здорового образа жизни человека для учащихся 9–11 классов.....	20
<b>Кучина М.А., Туманова Т.С., Губаревич Е.А., Вахидова Д.Ш.</b> Изменение параметров дыхания и респираторных рефлексов при моделировании системной воспалительной реакции.....	10
<b>Малкова В.В.</b> Исследование синтеза гликогена в клеточных линиях с разным уровнем цитодифференцировки.....	22
<b>Мусаева А.И.</b> Влияние просмотра эмоционально значимых видеороликов на ЭКГ человека.....	24

<b>Плыско А.Ю.</b> Вирулицидное действие растительных алкалоидов <i>in vivo</i> на вирус гриппа А/ PR/8/34 (H1N1).....	25
<b>Ракин А.И.</b> Метод количественной оценки барорефлекторной чувствительности..	27
<b>Родыгина А.А., Никитина Е.А.</b> Влияние стресса на процессы обучения и памяти у <i>Drosophila melanogaster</i> в условиях отсутствия кинуренинов.....	28
<b>Сергеева Ю.И., Заломаева Е.С.</b> Особенности репарационных процессов в области рубца на матке при интраоперационном использовании новых высокомолекулярных материалов.....	29
<b>Сычев М.Г.</b> Мониторинг состояния нервно-психического напряжения школьников в течение учебного года.....	30
<b>Царева А.А.</b> Разработка содержания занятий практикума по оценке здоровья школьников.....	31
<b>СЕКЦИЯ ЗООЛОГИИ</b>	
<b>Беляева Н.Д., Иудина Т.А., Хлебосолова Г.В.</b> Влияние минеральных удобрений и солей тяжелых металлов на развитие и жизненный цикл почвенных инфузорий <i>Colpoda cucullus</i> .....	34
<b>Большакова К.О., Абдурасулова И.Н.</b> Пробиотические энтерококки влияют на течение экспериментального аллергического энцефаломиелита у крыс, изменяя состав микробиоты кишечника и субпопуляции иммунных клеток в крови.....	35
<b>Бруссер А.В.</b> Неизвестные церкарии трематод в моллюсках Вырицкого водохранилища.....	37
<b>Геннадьева А.А.</b> Трематоды утиных Ленинградской области.....	41
<b>Дергачева Н.И., Сучкова И.О., Паткин Е.Л.</b> Оценка уровня полногеномного метилирования ДНК в CCGG-сайтах методом метил-чувствительной рестрикции с <i>ImageJ</i> -анализом.....	42
<b>Иванов А.В.</b> Исследование уровня шумового загрязнения на цементном заводе «Цесла» (г. Сланцы, Ленинградская обл.).....	44
<b>Коханова В.Ю.</b> Консервативная и лабильная стратегии в локальных популяциях долгоживущих птиц на примере очковой гаги ( <i>Somateria fischeri</i> ).....	45
<b>Кудрявцева П.С.</b> Изменение концентрации меди в гепатопанкреасе моллюсков <i>Planorbarius corneus</i> от зараженности трематодами.....	47
<b>Марданова Н.Р.</b> Изучение роста моллюсков семейства Unionidae (река Оредеж, Ленинградская область).....	48
<b>Молев А.А.</b> Анализ экспрессии тирозиназы в тканях моллюсков <i>Planorbarius corneus</i> .....	49
<b>Опарина А.М.</b> Изменение структуры местообитаний заволжской популяции дрофы как фактор снижения численности.....	50

<b>Пухлечева Е.В.</b> Поведение свинохвостых макак-лапундеров ( <i>Macaca nemestrina</i> ) в условиях содержания в зоопарке «РИО».....	51
<b>Сушкевич Б.М., Кидготко О.В.</b> Изучение феномена отцовского наследования мтДНК в поколениях лабораторных млекопитающих.....	52
<b>Токмакова А.С., Усманова Р.Р.</b> Реакция гемоцитов моллюска <i>Biomphalaria glabrata</i> на введение ксенотрансплантата.....	54
<b>Хромова В.С.</b> Изучение морфометрии паразитических инфузорий из кишечника лошади.....	55
<b>СЕКЦИЯ БОТАНИКИ</b>	
<b>Абдуллина П.В.</b> Образование клубеньков и продуктивность некоторых зернобобовых культур при внесении азотосодержащих удобрений на дерново-подзолистых супесчаных почвах...	58
<b>Бондарук Д.Д., Поротников И.В.</b> Оптимизация условий проращивания пыльцы яблони после низкотемпературного хранения и криоконсервации.....	59
<b>Дмитриева Е.В.</b> Строение и развитие пыльника у представителей подсемейства <i>Spiraeoideae</i> ( <i>Rosaceae</i> ).....	61
<b>Егорова К.В.</b> Картирование генетических локусов, контролирующих начало колошения в популяции дигаллоидных линий ячменя от скрещивания сортов Varke и Morex.....	65
<b>Кожевина А.Н.</b> Особенности биологической активности корневой системы сурепицы яровой и горчицы абиссинской при инокуляции семян ассоциативными штаммами ризобактерий.....	67
<b>Кудрина С.В., Сипавин А.И.</b> Некоторые результаты комплексного анализа флоры высших споровых растений территории геостанции «Железо» (Лужский район Ленинградской области).....	68
<b>Малыхин П.А.</b> Эффективность влияния ассоциативных ризобактерий на физиологические особенности и прорастание семян растений семейства Brassicaceae.....	69
<b>Попковский Н.А.</b> Гербарий В.Н. Сарандинаки и ее сборы в коллекции кафедры ботаники РГПУ им. А.И. Герцена.....	70
<b>Прокофьева Ю.Д., Лебедев В.Н., Смоликова Г.Н.</b> Динамика активности фотосинтеза и фотосинтетических пигментов при созревании семян <i>Brassica carinata</i> A. Braun.....	71
<b>Сергеева А.М.</b> Рост и продуктивность горчицы абиссинской при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями.....	73
<b>Серебрякова М.А.</b> Эффективность инокуляции семян сурепицы яровой ассоциативными артробактериями на фоне различных доз фосфора.....	75
<b>Сироткина С.В., Шмелева М.Л., Бажанов И.А.</b> Содержание нитратов в растениеводческой продукции торговых точек Санкт-Петербурга.....	76

<b>Степнов П.В.</b> Особенности растительного покрова особо охраняемых природных территорий Горного Алтая.....	79
<b>Теплякова С.Б.</b> Идентификация генов, определяющих сроки колошения в популяции от скрещивания сортов ячменя Galleon x Nagana Nijo.....	81
<b>Федина К.В.</b> Исследование водного режима горчицы абиссинской при инокуляции семян ассоциативными ризобактериями.....	84
<b>СЕКЦИЯ МЕТОДИКИ ПРЕПОДАВАНИЯ БИОЛОГИИ И ЭКОЛОГИИ</b>	
<b>Ермилова А.А.</b> Как подобрать растения для школьного класса.....	87
<b>Маслова Д.А.</b> Применение комнатных растений при изучении темы «лист» в 6 классе.....	88
<b>Михалева А.В.</b> Лабораторная работа «Накопление наноразмерных объектов растениями» в рамках кружка по биологии.....	89
<b>Парфенова К.С.</b> Применение комнатных растений во внеклассной работе по биологии.....	92
<b>Полянская В.В.</b> Суккуленты в кабинете школьной биологии.....	93
<b>Румянцева И.А.</b> Информационный учебный проект с применением тропических растений.....	95
<b>Туктарова Е.Р.</b> Учебный проект по биологии с использованием комнатных растений.....	96
<b>АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ</b> .....	98

**Герценовские чтения**  
**Материалы межвузовской**  
**конференции молодых ученых**  
**5—11 апреля 2016 года**

**Выпуск 16**

Тексты публикуются в авторской редакции

---

**ИЗДАТЕЛЬСТВО РГПУ им. А.И. ГЕРЦЕНА**

**191186, Санкт-Петербург, набережная р. Мойки, 48, корпус 5**

Заказ № 81ц. Подписано в печать 18.03.2016. Бумага офсетная. Печать оперативная.  
Гарнитура «Liberation Sans Narrow». Формат 60×88 1/16. Усл. печ. л. 6,5. Тираж 100 экз.

---

Отпечатано с готового оригинал-макета, предоставленного оргкомитетом конференции  
Типография РГПУ. 191186, Санкт-Петербург, набережная р. Мойки, 48



