

**НОВОСИБИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ПРАВИТЕЛЬСТВО НОВОСИБИРСКОЙ ОБЛАСТИ**

**МАТЕРИАЛЫ
54-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ
НАУЧНОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

МНСК–2016

16–20 апреля 2016 г.

БИОЛОГИЯ

**Новосибирск
2016**

УДК 15.010
ББК Ю 9

Материалы 54-й Международной научной студенческой конференции МНСК-2016: Биология / Новосиб. гос. ун-т. Новосибирск, 2016. 172 с.

ISBN 978-5-4437-0493-7

Конференция проводится при поддержке Сибирского отделения Российской академии наук, Правительства Новосибирской области, инновационных компаний России и мира, Ассоциации выпускников «СОЮЗ НГУ».

Научный руководитель секции – д-р биол. наук, проф. Жарков Д. О.

Председатель секции - канд. хим. наук, проф. Мызина С. Д.

Ответственный секретарь секции –
канд. хим. наук, доцент Халимская Л. М.

Экспертный совет секции

канд. биол. наук Бабина А. В.
д-р биол. наук, проф. Сергеев М. Г.
д-р биол. наук, проф. Бородин П. М.
канд. биол. наук Лашин С. А.

ISBN 978-5-4437-0493-7

© Новосибирский государственный
университет, 2016

**NOVOSIBIRSK STATE UNIVERSITY
SIBERIAN BRANCH OF RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
NOVOSIBIRSK OBLAST GOVERNMENT**

**PROCEEDINGS
OF THE 54th INTERNATIONAL STUDENTS
SCIENTIFIC CONFERENCE**

ISSC-2016

April, 16–20, 2016

BIOLOGI

**Novosibirsk, Russian Federation
2016**

Proceedings of the 54th International Students Scientific Conference.
Biology / Novosibirsk State University. Novosibirsk, Russian Federation. 2016.
172 pp.

ISBN 978-5-4437-0493-7

The conference is held with the significant support of Siberian Branch of Russian Academy of Sciences, Novosibirsk Oblast Government, innovative companies of Russia, NSU Alumni Union.

Section scientific supervisor – Dr.Biol., Prof. Zharkov D. O.

Section head - Cand. Chem., Prof. Mysina S. D.

Responsible secretary – Cand. Chem., Assoc Prof. Khalimskaya L. M.

Section scientific committee

Cand. Biol. Babina A. V.
Dr.Biol., Prof Sergeev M. G.
Dr.Biol., Prof Borodin P. M.
Cand. Biol Lashin S. A.

Rapid identification of PHA-degrading bacteria using RFLP analysis of PCR amplified fragment of the gene coding for 16S rRNA

Kuznetsova T. N., Stepina T. A.
Siberian Federal University, Krasnoyarsk

The purpose of our work was to identify the species of PHA-degrading bacteria. PHAs are perspective types of plastics.

Plastic rubbish pollutes the environment and affects the drainage system of the city.

One of the ways to tackle that problem is to replace synthetic plastics with biodegradable ones that can be broken down without any harm to the environment. Recent researches revealed that some bacteria can synthesise plastic substances which are called Polyhydroxialcanoates (PHAs). PHAs can be used in agriculture, medicine and food industry instead of synthetic plastics. Wide use of PHAs demands studying the ability of environment to absorb all components of that substance. The degree of degradability depends on the chemical composition of PHAs, climatic conditions and specific microbial community. The knowledge of species composition within that community could help to create systems for plastic utilisation.

For bacteria identification, we used the RFLP analysis. For polymerase chain reaction we used two primers: 500L and 1350R; and specific conditions to amplify a particular segment of the gene coding 16S rRNA in different bacteria. After that we used restriction digestion. Products of that digestion were subjected to agarose gel electrophoresis. At the same time, we analyzed similar sequences of PHA-degrading bacteria from GeneBank database. Finally we compared length of restriction fragments obtained after practical experiment and in silico analysis

After completion of the RFLP analysis we discovered that the studied samples were representatives of the following species: *Arthrobacter globiformis*, *Agrobacterium tumefaciens*, *Achromobacter xylosoxidans*, *Micrococcus luteus*, *Pseudomonas fluorescens*.

RFLP analysis combined with GenBank database enabled us to identify the studied samples. We have shown that RFLP analysis could be used as a rapid and low-cost method of identifying organisms.

Scientific advisor – Assoc. Prof. Guseynov O.

**Население герпетобий в осоково-клеверном пойменном лугу
окрестности с. Бурсомон (Хэнтей-Чикойского нагорья)**

Аюшеева Т. С.

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

Использование земельных угодий под выпас скота вносит серьезные изменения в состав фауны насекомых и численность отдельных видов. Если пастбища скота проводятся без соблюдения мер рациональной эксплуатации, она приводит к разреживанию растительного покрова и уплотнению поверхностного покрова почвы. Это способствует иссушению почвы, более сильному ее прогреванию и в целом ведет к изменению микроклимата на поверхности почвы, где сосредоточена основная масса беспозвоночных животных связанных с почвой. В результате происходит вытеснение мезофильных видов растений и беспозвоночных животных (А. С. Замотайлов и др., 2009).

Цель исследования: выявление населения герпетобий в осоково-клеверном пойменном лугу окрестности с. Бурсомон.

Исследования проводились с июля по август 2014 - 2015 г. в осоково-клеверном пойменном лугу в верхнем течении речки Среднешергольджинка в Хэнтей-Чикойском нагорья.

С 2015 г. место нашего исследования, т.е. осоково-клеверный пойменный луг, с введением программы о рациональном использовании земель было ограждено и орошалось.

Для сбора материала применяли общепринятые методы, используемые в почвенно-зоологических исследованиях - почвенные ловушки Барбера. Всего в ходе исследования отработано 60 лов./сут., выявлено 32 вида, относящихся к 23 родам.

В первый год исследования пойменный луг подвергался значительной антропогенной нагрузке и доминантами являлись такие виды как *Poecilus fortipes*, *P. versicolor*. В связи с ограждением и орошением пойменного луга во второй год исследования наблюдаются увеличение видового состава в 2 раза и изменения в доминировании на *P. gebleri*, *Cholorophanus sibiricus*, *Carabus kruberi*.

Индекс видового сходства составил 0,18, что свидетельствует об изменении сообщества растительного и животного состава.

Научный руководитель - канд. биол. наук, доцент Доржиева О. Д.

**Некоторые аспекты флоры окрестностей с. Иволга,
Иволгинская долина (Западное Забайкалье)**

Балданова Т. Б., Ринчинова С. Ж.

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

Цель исследования: изучение флоры окрестности села Иволга Иволгинской долины, которая относится к бассейну реки Селенги. На исследуемой территории преобладают степная растительность в сочетании с лугами – разнотравно-злаковыми, заболоченными осоковыми. В настоящее время незначительная часть их используется в качестве кормовых угодий, большая часть заброшена и покрыта залежными группировками. Наиболее распространены холоднополюнные, тимьяновые, житниковые, ковыльные степи. В низких участках долины формируются солончаковые луга, представленные осоковыми, полевицевыми сообществами.

Во время исследований было выполнено более 30 полных геоботанических описаний степных сообществ. Ценофлора представлена 24 видами, что подчеркивает бедность флоры исследуемого района из-за большого антропогенного пресса. На основании таксономического анализа было определено, что в семейственном спектре на первом месте представлены семейства Rosaceae, Rosaceae, Asteraceae, на последнем месте - Liliaceae, Onagraceae; в родовом спектре ведущие позиции занимают рода *Allium*, *Potentilla*, *Artemisia*, менее разнообразны *Plantago*, *Pulsatilla*. Анализ ареалогических групп показал, что во флоре наиболее велика доля видов, обладающих широким ареалом и выходящим за пределы территории Азии. Экологический анализ выявил, что среди травянистых многолетников наиболее обильные короткокорневищные, а также стержнекорневые, хорошо адаптированные к резким сменам экологических режимов в ультраконтинентальных степях и длиннокорневищные доминируют в луговых сообществах.

Научный руководитель - д-р биол. наук, проф. Намзалов Б-Ц. Б.

Особенность развития зоопланктонных сообществ Среднего Каспия в осенне-зимний период 2014-2015 гг.

Бирюкова М. Г.

Астраханский государственный технический университет

Степень изученности в осенне-зимний период отдельных систематических групп зоопланктона Каспийского моря различна, однако рассматривая совокупность групп, можно дать общую картину по развитию зоопланктонного сообщества в холодный сезон года.

Целью работы являлась оценка состояния зоопланктонных сообществ в осенне-зимний период 2014-2015 гг.

Средний Каспий характеризуется небольшими перепадами глубин в береговой зоне со слабым влиянием пресноводных стоков в восточной части моря. В осенне-зимний период зоопланктон представлен 10-11 таксонами. Основу зоопланктона составляют морские формы, такие как: веслоногий рачок *Acartia tonsa*, усоногий рак *Cirripedia* и представитель желетелых, вселенец – *Mnemiopsis leydii*. Данные представители являются доминантной группой в составе осенне-зимнего зоопланктонного сообщества и имеют широкое распространение по всей акватории Каспийского моря. Такие как *Rotifera*, личинки *Hediste diversicolor* и обычный компонент зоопланктона Среднего Каспия, ветвистоусый рачок *Evadne anonyx* встречались редко. Количественные показатели планктонных организмов находились на очень низком уровне, при средних значениях численности 1192 экз/м³ и биомассы 65,3 мг/м³ осенью, и зимой - 639 экз/м³ и 5,26 мг/м³ соответственно. Столь низкие показатели объясняются возможной миграцией крупных форм планктона в более глубокие и теплые районы Каспийского моря, а также преобладанием в составе планктона личиночных и младших форм развития ракообразных, имеющих малый вес. При ограниченном числе входящих в сообщество видов и выраженном доминировании всего нескольких из них, разнообразие планктона находилось на низком уровне. Средние значения индекса Шеннона-Уивера составили осенью 1,19 бит/экз и 0,73 бит/мг, зимой 1 бит/экз и 1,31 бит/мг. Отчетливой тенденции распределения численности и биомассы планктонных беспозвоночных по глубинам не отмечается.

Анализ состава зоопланктона, отобранного в осенне-зимний период, показал низкий уровень развития всех составляющих его групп, низкую численность и биомассу, что характерно для данного сезона года.

Научный руководитель – Юрченко В. В.

Экологическое состояние зеленых насаждений Центрального парка г. Новосибирска

Буслаева Н. С.

Новосибирский государственный педагогический университет

Центральный парк – один из старейших (возрастом более 90 лет) и наиболее посещаемых парков города Новосибирска, природная составляющая которого в настоящий момент требует отдельного изучения, реконструкции и развития в силу своего возраста и степени деградации.

Цель данной работы: оценить экологическое состояние зеленых насаждений Центрального парка культуры и отдыха. Для ее реализации были поставлены следующие **задачи:**

1. Выявить флору Центрального парка культуры и отдыха.
2. Дать геоботаническую характеристику зеленым насаждениям Центрального парка.
3. Рассмотреть изменения экологического состояния Центрального парка в историческом аспекте.

При выполнении данной работы использовались следующие методы: метод флористического учета, метод геоботанических описаний, метод картирования растительности (подеревная съемка, выделение контуров с однородным напочвенным покровом).

В результате проведенного исследования было выявлено: 23 вида деревьев (5 видов формируют 70% насаждений); 20 видов кустарников (3 вида встречаются в более чем половине кустарниковых посадок); 85 видов травянистых растений естественной флоры, стихийно формирующих напочвенный покров; 43 вида декоративных травянистых растений, используемых в цветочном оформлении. Видовая насыщенность на 100 кв. м не превышает 15 видов, что является крайне низким показателем.

По результатам обследования в общей сложности учтено 3415 экземпляров деревьев и кустарников, относящихся к 43 видам. Основу древесных насаждений парка составляет *Betula pendula* Roth (732 экз.), более чем вдвое меньше *Sorbus sibirica* Hedl., *Tilia cordata* Mill., *Malus baccata* (L.) Borkh., *Acer negundo* L., *Picea obovata* Ledeb., *Populus balsamifera* L., *Syringa vulgaris* L. и *Fraxinus excelsior* L.

В связи с преобладанием бессистемной высадки деревьев и кустарников и отсутствием за ними надлежащего ухода за последние полвека сформировалась парковая роща с обедненным видовым составом.

Научные руководители – канд. биол. наук, доцент Гижичкая С. А.,
Веснина Н. Н., Шелковников П. В.

Исследование микроморфологии водокраса сомнительного (*Hydrocharis dubia*, Hydrocharitaceae) с Дальнего Востока России

Варфоломеева А. С., Горошко Ю. М.

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Цель исследования – микроскопирование поперечных срезов органов погруженного в воду удлинённого вегетативного столона растений вида (корня, стебля, черешка, листовой пластинки, внутривузельного чешуевидного подводного листа). Материал для работы брали из заносной популяции вида в черте города Хабаровска («беженец» из культуры).

В ходе исследования была оценена видоспецифичность микроморфологии *Hydrocharis dubia*. При сравнении исследуемого южноазиатско-австралийского вида с европейским *H. morsus-ranae* L. (по литературным сведениям) оказалось, что у первого вида в корне имеется триархный радиальный пучок и в центре органа трахеальные элементы отсутствуют, тогда, как у второго вида – радиальный пучок тетраархный и в центре корня присутствует крупный сосуд метаксилемы. Названные особенности стелы корня относятся к видоспецифичным признакам.

Эколого-ценотическая приуроченность вида определяется комплексом адаптивных гидроморфных признаков (мощное развитие аэренхимы, редукция проводящих и механических тканей и наличие особых структур гидропотов). Вид принадлежит к экологической группе аэрогидатофитов. На поверхности погруженных в воду осевых органов (корня и стебля) отчетливо выражена слизеподобная кутикула, в эпидерме присутствуют хлоропласты и отсутствуют устьица. Плавающим или торчащим из воды толстым глянцевым листьям на длинных черешках свойственно существенное различие верхней и нижней сторон листовой пластинки. Верхняя сторона пластинки листа содержит фотосинтезирующую эпидерму с широко открытыми немногочисленными устьицами и развитую палисадную хлоренхиму. Нижняя сторона листа, напротив, бесцветная, совсем не содержит устьица и в ней есть редкие гидропоты, открывающиеся в воздухоносные полости нижележащей губчатой хлоренхимы. Черешки листьев, в отличие от стебля, имеют более жесткую структуру благодаря колленхиматозному утолщению клеток аэренхимы, вследствие чего они способны выносить на поверхность воды листья и располагать их в воздушной среде.

Научный руководитель – д-р биол. наук, доцент Цыренова Д. Ю.

Перекисное окисление липидов у голарктического вида амфипод *G. lacustris* Sars из оз. Ши́ра в условиях индуцированной гипертермии

Верещагина К. П., Шатилина Ж. М., Бедулина Д. С., Тимофеев М. А.
Иркутский государственный университет

Целью настоящего исследования являлось изучение влияния острого и градиентного повышения температуры среды на процессы перекисного окисления липидов (ПОЛ) у голарктического вида амфипод *Gammarus lacustris* Sars из меромиктического оз. Ши́ра (республика Хакасия).

В ходе исследования проводили 2 типа экспериментов: 1) экспозиция амфипод в условиях градиентного повышения температуры среды от контрольной (7°C) до температуры гибели 100% особей (33°C) со скоростью 1°C/ч. Фиксацию материала производили в жидком азоте через каждые два часа эксперимента; 2) экспозиция амфипод в условиях шокового воздействия температуры 30°C (фиксация образцов после 30 мин, 1, 3 и 6 ч экспозиции).

Для оценки влияния изменения температуры среды на процессы ПОЛ в ходе исследования определяли изменение содержания диеновых конъюгатов, триеновых конъюгатов и оснований Шиффа в гептан-изопропанольных фракциях. Гептановая фракция свидетельствовала об активности ПОЛ в нейтральных липидах, а изопропанольная – в фосфолипидах.

Результаты проведенного исследования указывают на то, что как шоковое, так и градиентное изменение температуры среды ведет к изменению содержания продуктов ПОЛ в организме амфипод *G. lacustris*. Это свидетельствует о развитии окислительных процессов в клетках в результате генерации активных форм кислорода и свободных радикалов, что приводит к нарушению структурно–функционального состояния мембран (Sokolova, 2004).

Исследование проведено при частичной финансовой поддержке проектов Минобрнауки РФ (ГЗ 1354–2014/51), РНФ (14-14-00400), CRDF (FSCX-15-61168-0), РФФИ (16-34-00687).

Научный руководитель - д-р. биол. наук Тимофеев М. А.

Проблемы благополучия белых медведей в условиях зоопарка

Ветрова А. А.

Новосибирский государственный аграрный университет

Поведение животных характеризует их благополучие и адаптированность к условиям жизни. В зоопарках часто наблюдаются такие нарушения поведения, как стереотипия и угнетение (депрессия).

Цель работы – оценка нарушений поведения белых медведей в Новосибирском и Московском зоопарках.

Поведенческий репертуар белых медведей обоих зоопарков включает несколько типов активности: пищевая, социальная, взаимодействие с посетителями, комфортная, нарушения поведения. Пищевая активность медведей заключалась в потреблении рыбы, мяса, хлеба. Предпочтений в пище не было выявлено.

Социальные взаимодействия проявлялись в виде игры у животных Новосибирского зоопарка (1,9% – самец, 1,6% – самка), у медведей Московского зоопарка не наблюдались. Взаимодействие с посетителями у животных Новосибирского зоопарка напрямую зависело от количества посетителей (7,2% - самец, 17,1% - самка) и заключалось оно в выпрашивании подкормки (спросом у медведей пользуется мороженое). В Московском зоопарке медведи не проявляли такого вида активности. Игра со стимулом (канистрой, шиной) наблюдается больше у медведей в Новосибирском зоопарке (14,4%), медведица очень мало использовала игрушку (1,9%). В Московском зоопарке игра со стимулом у медведей проявлялась крайне редко. В обоих зоопарках медведи демонстрировали нарушение поведения, которое проявлялось в однообразных движениях (стереотипии). Доля стереотипии достигала 32,6% у самца, 25,6% у самки в Новосибирском зоопарке. У животных в Московском зоопарке нарушение поведения проявлялось в депрессии. Они находились в неподвижном состоянии до 79,1% у самца и 68,9% у самки времени.

У медведей Московского зоопарка отсутствует такое проявление активности, как «Игра-социальное взаимодействие» и взаимодействие с посетителями. Первое может быть связано с возможной беременностью самки, а второе с почти полной изолированностью медведей от посетителей.

Таким образом, актуальный вопрос в зоопарках – организация динамичной, обогащенной стимуляции для исследований среды.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Борисенко Е. А.

Использование осадка после очистки сточных вод и осадка водоподготовки для рекультивации техногенных территорий

Галушко А. В.

Сибирский государственный университет путей сообщения,
г. Новосибирск

Одним из наиболее остро стоящих вопросов является вопрос эффективной утилизации избыточного ила промышленных и бытовых отходов.

Иловый осадок от очистки городских стоков содержит в себе патогенную микрофлору, паразитные агенты, болезнетворные вирусы, кишечные палочки и палочки Коха, а также дурно пахнущие вещества. Все это создает угрозу проникновения в почву, грунтовые и поверхностные воды токсичных органических соединений и соединений тяжелых металлов, патогенной микрофлоры и яиц гельминтов.

Предлагаемый нами метод переработки и утилизации илового осадка сточных вод является наиболее эффективным и безопасным для окружающей среды способом решения этой важной проблемы. Он позволяет экологически безопасно решить проблему утилизации осадков очистных сооружений, вернув их в биогеохимический круговорот.

Целью работы является разработка конкурентоспособного инновационного субстрата для восстановления и озеленения техногенно загрязнённых территорий и укрепления откосов земляных сооружений.

В ходе исследования был подготовлен субстрат с различным содержанием осадка после очистки сточных вод и осадка водоподготовки и на него были высажены травянистые растения. Первые всходы наблюдали на площадке с 20% содержанием осадка после очистки сточных вод и 3% осадка водоподготовки. После были собраны образцы растений для последующего анализа на тяжелые металлы, а именно: железо, кадмий и свинец, так как по предварительному анализу осадка было установлено, что в осадке сточных вод наблюдалось превышение свинца и кадмия, а в осадке водоподготовки – железа.

В результате исследования было выявлено, что для высокой урожайности культур наиболее оптимальным будет являться 35% содержание осадка в почво-грунте. Помимо этого, было выявлено, что в собранных образцах превышения тяжелых металлов не были обнаружены. Это можно объяснить тем, что железо и кадмий являются антагонистами и подбор объемов осадка и торфа был взят в соответствующих соотношениях.

Научный руководитель – Федоровская Л. А.

Донные беспозвоночные реки Абакан

Геро И. В.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск.

Возрастающее антропогенное воздействие на окружающую среду выделяет ряд проблем, связанных с установлением характера, масштабов и последствий воздействия загрязняющих веществ на водные экосистемы. Для решения таких задач необходима мониторинговая информация о состоянии водных экосистем. Река Абакан имеет около 514 км длины, площадь ее водосборного бассейна 32000 км². Образуется слиянием Большого Абакана и Малого Абакана, берущих начало на северных склонах Западного Саяна и Алтайских гор. Впадает в Красноярское водохранилище у подножья горы Самохвал.

Донных беспозвоночных в р. Абакан отбирали в августе 2015 г. бентометром с площадью захвата 0,06 м² в литорали на трех станциях: станция №1 - в районе п. Абаза, станция №2 - в районе п. Аскиз, станция №3 - в районе п. Белый Яр. Дно реки представлено преимущественно галечником. В составе бентофауны отмечено 10 видов, из них преобладали личинки ручейников - 6 видов, поденок - 2, двукрылых и хирономид - по одному виду. Видовое разнообразие зообентоса по районам исследования варьировало не значительно (3-6 видов).

За период исследования средняя численность донных беспозвоночных составила 502±65 экз./м², биомасса - 4903 ±980,1 мг/м². Численность зообентоса по станциям варьировала от 426±43 экз./м² (станция №3) до 631±83 экз./м² (станция №2). Максимальная биомасса бентофауны 6861,3±2256 (мг/м²) зарегистрирована в районе станции №1, минимальная - 3846±1022,2(мг/м²) зарегистрирована в районе станции №3. В районе станции №1 по численности доминировали поденки *Epeorus pellucidus*, по биомассе ручейники *Stenopsyche marmorata* и *Arctopsyche ladogensis*. В районе станции №2 и станции №3 по плотности доминировали подёнки *Ephemera sachalinensis*.

Качество воды реки Абакан оцененное по Биотическому индексу по районам исследования не отличалось и в среднем по реке соответствовало II классу качества, вода слабо загрязненная.

Научный руководитель - канд. биол. наук Шулелина С. П.

Состояние и проблемы малых рек Новосибирска на примере рек Ельцовка 1-я, Ельцовка 2-я

Голиков К. А., Куклиновская Н. А., Чуприн Е. Н.

Новосибирский химико-технологический колледж им. Д. И. Менделеева

В связи с участием колледжа в Международном экологическом проекте 543707-TEMPUS-1-2013-1-DE-TEMPUS-JPHES EcoBRU (Экологическое образование для Белоруссии, России и Украины) ведется разработка учебных программ по экологическому образованию в системе непрерывного образования учителей и преподавателей в контексте многоуровневой системы образования.

На настоящем этапе работы разработаны программа и методические рекомендации по курсу «Наблюдение за окружающей средой в процессе влияния на неё человеческой деятельности и техногенных факторов на примере озер и малых рек Новосибирской области». Студенты нашего колледжа совместно с преподавателями, активно занимаются данной тематикой.

Малая река – важнейший элемент природной среды, источник промышленной и питьевой воды, место обитания рыб и других водных организмов, а также водной растительности.

В современном состоянии реки Сибири загрязняются практически на всем протяжении от верховьев до приустьевой части. Особенно не щадят малые реки в сельской местности. Нередко по берегам стоят животноводческие фермы, склады удобрений, ядохимикатов, АЗС. Естественно, что все сбросы направляются в реки.

В нашей исследовательской работе дана оценка проблем малых рек Новосибирска на примере рек Ельцовка 1-я, Ельцовка 2-я.

Рациональное использование водных ресурсов малых рек и их водосборов возможно лишь при наличии государственного учета вод. Но гидрологический режим малых рек изучен намного хуже, чем средних и крупных водотоков.

Одна из основных особенностей малой реки – тесная связь с окружающим ландшафтом. Процессы, происходящие на малом водосборе, быстро отражаются на состоянии реки, ее стоке и русловых процессах.

Сохранение малых рек возможно при условии, что степень антропогенной нагрузки уменьшится, либо не будет действовать совсем.

Научные руководители - Косьянова С. А., Кибирева Н. В.,
Никифорова Н. М., канд. хим. наук Гулая Е. В.

Изучение синантропной флоры г. Хабаровска

Горошко Ю. М.

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Цель исследования – анализ синантропной флоры антропогенных местообитаний г. Хабаровска, в частности, берегов городских водоемов.

Исследованные водоемы расположены в естественном овраге на территории городского парка «Динамо». Водоемы характеризуются стоячей водой, высокой степенью зарастания и замусоренности.

В ходе таксономического анализа выявлено 13 видов сосудистых растений из 11 родов и 7 семейств.

Географический анализ показал следующее долготное распределение: 1) циркумполярные виды (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex. Steud.) – 7,7%; 2) палеоарктические виды (*Typha latifolia* L., *Bidens tripartite* L.) – 15,4%; 3) евразийско-североамериканские виды (*Acorus calamus* L., *Beckmania syzigachne* (Steud.) Fern., *Caltha palustris* L., *Ranunculus repens* L.) – 30,8%; 4) евразийские виды (*Calamagrostis epigeios* (L.) Roth, *Scirpus radicans* Schkuhr, *Glyceria triflora* (Korsh.) Kom., *Alisma plantago-aquatica* L.) – 30,8%; 5) восточноазиатские виды (*Alisma orientale* (Sam.) Juz., *Bidens maximowicziana* Oetting.) – 15,4%. Преобладают апофиты – виды естественных местообитаний, для которых антропогенно трансформированные территории оказались благоприятными. Они обладают преимущественно широким ареалом. Заносных видов не выявлено.

Эколого-ценотический анализ позволил выделить три группы видов: 1) прибрежно-болотные виды – 61,5%; 2) рудеральные виды – 30,8%; 3) прибрежно-водные виды – 7,7%. Преобладают виды прибрежно-болотной приуроченности.

Научный руководитель – д-р. биол. наук, доцент Цыренова Д. Ю.

Стрептомицеты-продуценты микробиологических инсектицидов для контроля насекомых - переносчиков фитопатогенных вирусов

Григорян Л. Н.

Астраханский государственный университет

Подавляющее большинство болезней растений распространяется в природе посредством векторов (насекомых, клещей, грибов, нематод). Наиболее активные переносчики вирусов растений - тли. Они служат важным звеном, определяющим в значительной степени закономерное развитие передаваемых ими заболеваний, и звеном, на котором основывают защитные мероприятия.

Для расширения ассортимента средств борьбы с тлями в последнее время возрос интерес к микробиологическим препаратам с инсектицидными свойствами. Богатейшим источником разнообразных по химическому строению и спектру действия биологически активных веществ являются почвенные бактерии – актиномицеты, в особенности, стрептомицеты - продуценты вторичных метаболитов с инсектицидными, акарицидными, нематодицидными и другими специфическими свойствами.

Кроме того, почвы Астраханской области представляют собой своеобразные природные экосистемы, в которых высокие концентрации солей и недостаток влаги создают экстремальные условия для выращивания сельскохозяйственных культур.

Таким образом, настоящая работа посвящена исследованию штаммов стрептомицетов - продуцентов микробиологических инсектицидов для контроля насекомых - переносчиков фитопатогенных вирусов в различных почвенных биотопах аридной зоны Астраханского региона и дальнейшему созданию на их основе микробиологического препарата.

В результате исследования разработана и сформирована модель по закономерностям механизмов функционирования 23 штаммов стрептомицетов, выделенных из почв Астраханской области. Охарактеризованы биологические особенности 5 штаммов с высокой инсектоакарицидной активностью для получения на их основе лабораторных образцов биопрепаратов и оценки биологической эффективности в отношении вредных и полезных членистоногих в лабораторных, вегетационных и производственных опытах.

Планируется выделение активных метаболитных комплексов штаммов, изучение их компонентного состава и проведение первичной идентификации основных соединений, ответственных за инсектицидную активность и создание микробиологического препарата.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Батаева Ю. В.

Исследование проникающей способности органических аэрозолей в биологических тканях методом ускорительной масс-спектрометрии

Гулевич Д. Г., Таратайко А. И., Селиванова А. В., Соловьева Е. И.
Новосибирский государственный университет
Институт катализа им. Г. К. Борескова СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский институт органической химии
им. Н. Н. Ворожцова СО РАН, г. Новосибирск
Научно-исследовательский институт клинической
и экспериментальной медицины, г. Новосибирск

Несмотря на активные действия предприятий, направленные на снижение количества промышленных выбросов в атмосферу, проблема загрязнения воздуха остается актуальной. Плохое качество воздуха приводит к появлению и обострению ряда заболеваний, таких как астма, аллергия и заболевания сердечнососудистой и дыхательной систем. Аэрозоли органического происхождения составляют значительную долю (до 50%) от всех атмосферных аэрозолей. Для моделирования органических аэрозолей используют полимерные микросферы, получаемые при эмульсионной полимеризации стирола. Данный процесс позволяет получать монодисперсные сферические частицы заданного размера в широком диапазоне с заданными функциональными группами на поверхности. Однако из-за малого размера и концентрации, чувствительность большинства физических методов анализа оказывается недостаточной для исследования проникающих свойств частиц в естественных условиях. В данной работе впервые предложено вводить изотопную метку углерода-14 на стадии синтеза мономера. Наличие изотопной метки позволяет проводить анализ образцов различных органов мышей после ингаляции аэрозолем, полученным из меченного полистирольного латекса, с помощью метода ускорительной масс-спектрометрии (УМС). Проведены эксперименты с мышами с использованием меченных ПС частиц размером 225 ± 25 нм. Анализ 156 образцов органов мышей, подвергавшихся воздействию аэрозолем в течение 30 минут, методом УМС показал проникновение аэрозольных частиц из легких в печень.

Научные руководители – канд. хим. наук Пархомчук Е. В.,
д-р хим. наук, проф. Резников В. А.

Содержание нитратного азота в черноземах криогенно-мицелярных и агрочерноземах криогенно-мицелярных степной зоны Хакасии

Делашинская К. В., Васильченко В. Ю.

Саяно-Шушенский филиал Сибирского федерального университета,
г. Саяногорск, рп Черемушки

Азот – важнейший элемент питания растений. В оценке обеспеченности почвы непосредственно усвояемым азотом наибольший интерес представляет нитратная форма (Возбуцкая, 1968). Количество нитратного азота в почве не постоянно и зависит от генетических свойств почв, гидротермического режима, растительности, агротехнических приемов (Серета, Богданов, Сахибгареев, 1997).

Цель исследования – определить содержание нитратного азота в черноземах криогенно-мицелярных и агрочерноземах криогенно-мицелярных (черноземы обыкновенные по классификации 1977 г.) степной зоны Алтайского района республики Хакасия.

В 2015 г. Были отобраны почвенные образцы в пределах изучаемых почв через каждые 10 см до глубины 40 см, по 10 в агроценозе и в естественном травяном фитоценозе. Содержание нитратного азота определяли потенциометрическим методом. Математическую обработку данных проводили по Б.А. Доспехову (1985).

Установлено, что основное количество нитратного азота, как в целинных, так и в пахотных почвах сосредоточено в верхней части профиля и с глубиной оно существенно уменьшается. Это связано с более интенсивными нитрификационными процессами в верхних горизонтах почв. В целинных почвах в верхнем 10-см слое содержание нитратного азота в среднем составляет 6,2 мг/кг, в слое 30–40 см – 1,9 мг/кг, что соответствует низкому и очень низкому уровню обеспеченности почв, соответственно (Рекомендации..., 1987). На пахотных участках содержание нитратного азота в слое 0–10 см в среднем 11,1 мг/кг (средний уровень обеспеченности), в слое 30–40 см – 2,9 мг/кг (очень низкий уровень обеспеченности). Более высокое содержание обусловлено лучшими условиями аэрации пахотного слоя и пониженным потреблением этой формы азота культурными растениями по сравнению с естественной растительностью (Абашеева, 1992). Варьирование содержания нитратного азота в исследованных почвах высокое. Вниз по профилю почв варьирование признака изменяется неоднозначно, чаще увеличивается из-за различной степени перемещения вниз наиболее лабильной формы азота.

Научный руководитель – канд. с.-х. наук, доцент Кадычegov В. А.

Влияние биоугля на всхожесть семян, рост и развитие однолетних сеянцев ели в посевном отделении питомника

Дурова А. С.

Санкт-Петербургский государственный лесотехнический университет

Биоуголь - один из самых перспективных материалов почв. Получают его из биомассы различного происхождения при термической обработке (400-500°C). Установлено, что биоуголь оказывает благоприятное воздействие на плодородие почвы, сорбирует на себе влагу и питательные вещества. Однако вопрос применения биоугля в лесоводстве не изучен.

В связи с этим, задачей исследования являлось оценка степени влияния биоугля на рост и развитие сеянцев ели обыкновенной. Исследования проведены на территории Лужского питомника, в условиях полевого эксперимента.

Влияние биоугля на всхожесть ели обыкновенной показано в таблице 1.

Вариант опыта	всхожесть семян шт на м ²	Допустимое расхождение
Контроль	151	35
5т/га биоугля	204	18
25т/га биоугля	237	50

Таблица 1. Влияние биоугля на всхожесть семян ели обыкновенной

При внесении 5 т/га биоугля видна тенденция к увеличению количества проросших семян, а при внесении 25т /га биоугля количество взошедших семян, относительно контрольного варианта, достоверно увеличилось.

Так же было проанализировано влияние биоугля на рост и развитие сеянцев ели обыкновенной. Полученные результаты представлены в таблице 2.

вариант	Высота растений, мм.	Диаметр стволика, мм.	Масса сеянцев, г.	
			стебля	корня
контроль	2,79	0,074	0,044	0,020
5т/га биоугля	2,94	0,078	0,040	0,018
25т/га биоугля	2,83	0,075	0,049	0,019

Таблица 2 - Влияние биоугля на рост и развитие однолетгих сеянцев ели.

Внесение биоуголя в течение первого вегетационного сезона увеличило всхожесть сеянцев ели, однако на показатели их роста и развития не повлияло. Как видно из полученных данных для полной оценки влияния биоугля требуются дальнейшие исследования.

Научный руководитель – д-р с.-х. наук, проф. Жигунов А. В.

Гельминтологические исследования охотничье-промысловых видов животных семейства псовых в Якутии

Егорова Н. Н.

Якутская государственная сельскохозяйственная академия

Фауна псовых Якутии представлена обыкновенной лисицей, песцом и волком. Все три вида играют важную роль в циркуляции природноочаговых инвазий, в том числе опасных для человека.

Основной целью работы являлось изучение гельминтофауны лисицы и песца в Якутии. В процессе работы решались следующие задачи: 1. Установить видовой состав гельминтозов; 2. Определить основные параметры заражённости; 3. Охарактеризовать географические особенности зараженности.

Исследования проводили в лаборатории зоологических исследований ИБПК СО РАН и лаборатории паразитологии Института систематики и экологии животных СО РАН, также отбирали ткани на трихинеллоскопию. Всего за 2014-2016 гг. было исследовано 90 тушек обыкновенной лисицы и 15 тушек песца, полученные от охотников из 14 районов Якутии.

Всего было выявлено 9 видов гельминтов: *Alaria alata* (Goeze, 1782), *Plagiorchis elegans* (Rudolphi, 1802), *Toxocara canis* (Linstow, 1902), *Toxascaris leonina* (Linstow, 1902), *Uncinaria stenocephala* (Railliet, 1854), *Taenia crassiceps* (Zeder, 1800), *Mesocestoides kirbyi* (Chandler, 1944), *Spirometra erinacei* (Rudolphi, 1819), *Taenia polyacantha* (Leuckart, 1856).

Экстенсивность инвазии у лисиц составляла 77,8%. Нематодами были заражены 43,3% лисиц, цестодами – 33,5%, трематодами – 26,7%. У песцов цестоды встречались в 66,7% исследованных особей, нематоды у всех, трематоды – 6,7% . Наибольшая зараженность лисицы выявлена в Тундровом, Колымо-Индигирском и Вилюйском районах Якутии (100%), относительно низкая в Центральной Якутии (75,4%). Интенсивность инвазии цестодами в колымской популяции песца была выше (67,8 экз.), чем в анабарской (38,0 экз.).

Трихинеллез отмечен у 2,7% исследованных животных.

Научные руководители – канд. биол. наук, доцент Захаров Е. С.,
канд. биол. наук, доцент Коняев С. В.

Виталитетная структура популяций растений в лесных фитоценозах

Елгаева Е. Е.

Новосибирский государственный университет

Актуальность и проблематика данной работы связана с необходимостью разработки подходов к оценке состояния отдельных популяций и фитоценозов в целом. Изучение виталитетной структуры растений, понимаемой как исследование их жизненного состояния на основании учета особенностей формы и роста, позволяет делать заключения о степени воздействия на сообщество антропогенных факторов и о качественных изменениях, которые возникают вследствие вмешательства человека. Эти знания могут быть использованы для оптимизации антропогенного влияния на растительные и, как следствие, на животные сообщества, а также для прогнозирования динамики их развития.

Цель: изучить виталитетную структуру популяций отдельных видов растений в лесных фитоценозах.

Результаты и выводы работы: работа проводилась в смешанных березово-сосновых и сосновых лесах (Советский и Заельцовский районы г. Новосибирска). Для каждого растения в пределах проложенных трансектов была определена категория виталитета. Для популяций растений с наибольшей встречаемостью вычислен индекс виталитета Q и определено их состояние (депрессивное, равновесное, процветающее).

На участке смешанного леса с разнородным травяным покровом, высокой сомкнутостью крон и влажной почвой популяция вида *Poa angustifolia* L. оказалась депрессивной ($Q = 0,5$), а вида *Agrostis gigantea* Roth – равновесной ($Q = 1,5$).

На хорошо увлажненном, открытом участке соснового леса для большинства видов наблюдалась положительная динамика, и среди шести популяций три оказались процветающими, еще одна – равновесной.

На площадке в густом затененном сосновом лесу все изученные популяции были в угнетенном состоянии.

При сравнении видов с высокой встречаемостью одновременно на нескольких участках выявлена зависимость состояния от уровня освещенности и увлажнения. Для первого вида *Poa angustifolia* L. обе популяции, располагавшиеся на участках смешанного леса, оказались депрессивными. Для вида *Plantago major* L. обе популяции оказались процветающими.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Пшеницына Л. Б.

Сравнительный анализ населения почвенно-подстилочных беспозвоночных в биотопах речных долин

Ермолов С. А.

Новосибирский государственный университет

Почва – среда обитания разнообразных живых организмов от микроскопических простейших до крупных беспозвоночных. Роль педобионтов в биогеоценозах довольно неординарна – одни повышают плодородие почвы, другие могут быть серьёзными вредителями.

Особое значение среди различных педобионтов имеют дождевые черви, составляющие до 90% почвенной биомассы (Гиляров, 1975). Они формируют гумусовый слой и могут использоваться человеком в биотехнологии и сельском хозяйстве. При исследовании природных объектов дождевые черви и подстилочные обитатели, позволяют характеризовать состояние экосистем.

Целью данной работы является сравнение населения педобионтов в биогеоценозах речных долин; в отдельные пункты выделены дождевые черви.

В качестве метода учета использована послойная выкопка и разборка почвы по М.С. Гилярову. Пробы взяты на склонах в долинах рек Зырянка и Иня. Было изучено 10 фаций по (2 повторности в каждой). Для каждой фации произведены замеры толщины гумусового горизонта и сделано ботаническое описание.

Обработав полученные данные, мы сравнили общую численность всех педобионтов, и отдельно численность дождевых червей в разных биотопах. Произведены расчёты биоразнообразия: мера разнообразия - индекс Шеннона, доминирование - индекс Бергера-Паркера, мера сходства - коэффициент Жаккара в обработке Наумова.

В результате проделанной работы сделаны следующие выводы. На лугу у реки Иня обнаружено максимальное количество дождевых червей – 37; минимальное - в пойме р. Зырянка – 1. Самое богатое видовое разнообразие – склон у Ини (3,816 инд. Шеннона), наиболее сходные экосистемы – луга долин (4,717 коэф. Жаккара). Доминантами почти во всех точках территории являются черви сем. Enchytraeidae и Lumbricidae. Обилие от 8 до 112 особей в расчете на 1 м².

Выявленные различия объясняются несовпадающими показателями количественной численности видов и биоразнообразия – очень немногие виды являются общими для каждого биогеоценоза.

Научный руководитель - Молодцов В. В.

Сравнительный анализ видового разнообразия шмелей (Hymenoptera, Apidae, *Bombus*) в лесопарковой зоне Томска и Новосибирска

Золотенкова Е. А., Матыцин М. Д.
Новосибирский государственный университет

Шмели являются одними из важнейших опылителей дикорастущих и культурных растений. Возрастающее негативное влияние деятельности человека привело к снижению численности отдельных видов, что может повлечь за собой исчезновение многих видов энтомофильных растений. Поэтому необходимо всестороннее изучение и охрана этих насекомых.

Цель данной работы — изучить видовое разнообразие и особенности экологии шмелей в окрестностях двух активно развивающихся городов России — Томска и Новосибирска.

Насекомые отлавливались индивидуально энтомологическим сачком на площадках размером 50*2 м² с июля по сентябрь 2015 г. Всего выполнено 9 учетов численности в Новосибирске и 13 в Томске. Общий объем материала составил 116 особей на территории г. Новосибирска и 152 особи на территории г. Томска.

Наибольшее число видов для г. Новосибирска выявлено в районе Новосибирского дендрологического парка. По полученным данным, в черте г. Новосибирска обитает не менее 15 видов шмелей, в окрестностях Томска – не менее 17 видов. В лесопарковых зонах г. Новосибирска и г. Томска доминантными являются виды *B. lucorum* и *B. prasiorum*.

Шмели являются полилектами. В наших наблюдениях эти пчелы отмечены на видах семейств Asteraceae, Fabaceae, Plantaginaceae, Lamiaceae, Crassulaceae. Очевидно, наибольшее значение для питания шмелей в конце вегетативного сезона имеют представители Asteraceae, именно на них было учтено больше всего особей (указать процент).

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Бывальцев А. М.

Онтогенетические тактики и стратегии выживания овсяницы красной (*Festuca rubra* L.) в Центральной Якутии

Иванов И. М.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова,
г. Якутск

Изучение ценопопуляций дикорастущих злаков актуально для разработки практических рекомендаций их использования. *Festuca rubra* является кормовым, газонным и рекультивационным злаком, популяционная биология которой в Якутии мало изучена.

Цель работы – изучение онтогенетических тактик и стратегий выживания *Festuca rubra*. В течение трех лет (2013-2015 гг.) исследовали 10 ценопопуляций (ЦП) вида по общепринятым популяционно-онтогенетическим методам. В каждой ЦП изучали по 30 зрелых особей по 29 параметрам.

Выявлено, что морфологические признаки вида проявляют четыре типа тактик. В 2013 г. дивергентную тактику проявляют 24% признаков, конвергентную - 8%, смешанные дивергентно-конвергентную - 44% и конвергентно-дивергентную - 24% признаков. В 2014 г. отсутствует чистая конвергентная тактика, возрастает в 2,6 раза число признаков с дивергентной тактикой, уменьшается число признаков со смешанными тактиками. В 2015 г. наблюдается резкое снижение признаков с дивергентной тактикой до 3% и увеличение числа признаков с конвергентно-дивергентной тактикой до 47%. Анализ трех лет показывает, что конвергентная тактика не характерна для признаков вида. Дивергентную тактику многие признаки вида проявляют в благоприятные годы вегетации (2014 г.). Не обнаружены признаки с повторяющимся в течение трех лет тактикой выживания. Однако, в течение двух лет (2013-2014 гг.), наблюдается повтор 6% признаков, имеющих дивергентно-конвергентную тактику. Таким образом, онтогенетические тактики *Festuca rubra* не носят постоянный характер и ежегодно сменяются.

В годы исследования вид проявляет смешанные онтогенетические стратегии с сочетанием стрессовой и защитной составляющих. В 2013 и 2014 гг. наблюдается стрессово-защитная стратегия выживания, в 2015 г. отмечается защитно-стрессовая стратегия. По системе Раменского-Грайма *Festuca rubra* проявляет вторичный тип эколого-фитоценотической стратегии - конкурентно-стресс-толерантную (CS). Сочетание признаков виолента и пациента способствует выживанию вида.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Кардашевская В. Е.

Биология прорастания семян *Astragalus sericeocanus* Gontsch

Имамутдинова Н. Г., Приходько Т. А.
Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

Биология прорастания семян — это сложный процесс, зависящий от эколого-биологических особенностей вида, физиологии семян, температуры, субстрата и др. Для исследования нами был выбран узколокальный эндемик озера Байкал *Astragalus sericeocanus* Gontsch. семейства Fabaceae Lindl. Вид образует малочисленные популяции на ограниченных изолированных территориях.

Семена для эксперимента были собраны на прибрежных песках в окрестностях с. Турка в разнотравно-шерстисто-остролодочниковой ассоциации. Это крайне бедные сообщества из 7-12 видов, из постоянных видов можно отметить *Aconogonon ajanense*, *Carex sabulosa*, *Festuca rubra*, *Leymus secalinus* и др. Собранные нами семена *Astragalus sericeocanus* находились в стадии полной (физиологической) зрелости, и были проанализированы на качественные и количественные параметры семян.

Всхожесть семян определяли в лабораторных условиях в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге при положительных температурах 18-22°C на свету без скарификации (табл.1). Всего было посеяно 182 семени (49,45% - хорошие, 50,54% - плохие), 90 семян взошло.

Повторности	Дата посева					Всего взошло
	19.01	20.03	21.03	22.03	23.03	
1			4	7	1	12
2		1	0	0	11	12
3		1	1	11	0	13
4			10	1	1	12
5		1	12	3	0	16
6		1	1	7	0	9
7			11	3	2	16

Таблица 1. Определение всхожести семян *Astragalus sericeocanus*

В популяциях *Astragalus sericeocanus* окрестности с. Турка отмечен низкий процент семенификации, обусловленный низкой фертильностью растений, малой плотностью репродуктивных особей, недостатком опылителей.

Научные руководители - канд. биол. наук, доцент Пыжикова Е. М.,
канд. биол. наук Селютин И. Ю.

**Перестройка энтомо- и фитоценозов в ходе пастбищной дигрессии
в степных котловинах Горного Алтая**

Каманова Е. П.

Новосибирский государственный университет

Население насекомых, взаимодействующих с растениями, представляет собой удобную модель, отражающую изменения экологических условий, выступает как интегральный индикатор состояния наземных экосистем и является удобным инструментом прогнозирования их изменения во времени. Функциональная структура энтомо- и фитоценозов может быть эффективным показателем масштаба антропогенного воздействия на экосистему. **Целью работы** является выявление особенностей пастбищной дигрессии степной зоны на юго-востоке Республики Алтай при использовании комплексного подхода, опирающегося на анализ энтомо- и фитоценозов.

Собственные материалы собраны летом 2015 г. в Кош-Агачском районе Республики Алтай на двух участках: 1) без выпаса и 2) с выпасом. На каждом из них выполнены: описания местности, учет насекомых методом кошения, сбор растений для определения видового разнообразия. Кроме того, использованы данные по населению насекомых травостоя из других частей Горного Алтая. Сходства сообществ оценивалось с помощью индексов Жаккара (на качественном уровне) и Брея–Кертиса (для количественных признаков).

На модельных участках обнаружены 74 вида растений из 27 семейств. Сопоставление их видового богатства явно отражает различия, определяемые пастбищной дигрессией. Выявлены представители 8 отрядов насекомых. Наибольшей численности достигают Hemiptera – 1504 экз./100 взмахов (34 % от общего количества насекомых). Можно выделить экологические группы насекомых, характерные для трех основных стадий. Это дает возможность анализировать наличие и тенденции развития пастбищной дигрессии только при рассмотрении энтомоценоза.

Таким образом, к признакам пастбищной дигрессии можно отнести: уменьшение разнообразия видов растений и отрядов насекомых в качественном и количественном отношении; отсутствие ярусности фитоценоза; перераспределение экологических групп насекомых в связи с изменением микроклимата местности; переход от групп, предпочитающих увлажненные местообитания (Hemiptera, Coleoptera), через группы, тяготеющие к участкам с мезофитной растительностью (Orthoptera, Lepidoptera) к группам насекомых аридных зон (Homoptera, Diptera).

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Сергеев М. Г.

Изучение состава добычи северных лесных муравьев *Formica aquilonia*

Колобова А. В.

Новосибирский государственный университет

Рыжие лесные муравьи являются видами-инженерами, преобразуя среду обитания для многих видов. Они являются кормом для многих позвоночных и беспозвоночных, влияют на почвообразовательные процессы, играют важную роль в регуляции численности массовых лесных вредителей.

Рацион северных лесных муравьев Сибири изучен недостаточно, и его рассмотрение является важной составляющей изучения пищевых связей в биоценозах. Оценка пищевого спектра позволит представить состав и объём ресурса, изымаемого муравьями из общей кормовой базы.

Целью проводимой работы является установление таксономического состава добычи северных лесных муравьев.

Исследования проводились на территории крупного поселения рыжих лесных муравьёв, расположенном в смешанном лесу в 30 км от г. Новосибирска. Сбор добычи осуществлялся на кормовых дорогах муравьёв, точки учёта находились на расстоянии 1-2 метра от вала муравейника. Все добычу муравьи изымались пинцетом и фиксировались в 70%-ном спирте. Сбор проводился группой студентов в утренние, дневные и вечерние часы по 20 минут на каждой точке учёта. Общая длительность сбора добычи – более 20 человеко-часов в период с 19.06.2015 по 18.07.2015. Насекомые и их личинки определялись до отряда (в некоторых случаях до семейства или вида). Другие беспозвоночные определялись до класса, реже до другого таксона.

Всего было собрано 125 образцов муравьиной добычи из 11 отрядов класса насекомых. Северные лесные муравьи *F. aquilonia* в основном используют для вскармливания потомства личинки *Lepidoptera*, взрослых особей *Diptera*, а также муравьёв других видов. Анализируя состав добычи, можно оценить активность муравьёв-фуражиров в разных ярусах леса.

Данная работа является частью комплексных исследований взаимоотношений рыжих лесных муравьёв в качестве видов-инженеров с другими членами сообщества. Результаты работы могут быть использованы для изучения пищевых связей в биоценозах и помогут установить наличие прямой или опосредованной конкуренции за пищу с другими членами сообщества.

Научные руководители – Маслов А. А.,
канд. биол. наук Пантелеева С. Н., канд. биол. наук Яковлев И. К.

Изучение ценопопуляций *Adoxa moschatellina* в окрестностях Хабаровска

Кошкина В. А.

Тихоокеанский государственный университет, г. Хабаровск

Цель работы – оценка состояния ценопопуляций (ЦП) адоксы мускусной в естественных дубовых формациях и городском парке. Изучены возрастная и виталитетная структуры и дана оценка состояния ЦП в зависимости от нарушенности фитоценозов.

У вида выявлен неполный онтогенез с 2 периодами: прегенеративный и генеративный, 3 возрастными состояниями. Прегенеративный период. *Имматурные особи* – один прикорневой лист, надземный стебель отсутствует, побег возобновления начинает выходить на поверхность, на столоне один клубень, от него отходят два придаточных корня с боковыми корнями, в верхней части клубня находятся основания черешков трех прошлогодних листьев. *Виргинильные особи* – два прикорневых листа, остальные органы как у имматурной особи. Генеративный период. *Молодые генеративные особи* – один прикорневой лист, цветоносный побег с двумя супротивными листьями, развивается цветонос, начинается цветение, в верхней части клубня рост новой почки возобновления, ветвление столонов с придаточными корнями. Ход онтогенеза вида неизменен в естественных и парковых местообитаниях. Возрастные спектры ЦП вида нормальные неполночленные. По типу – одновершинные и левосторонние. Максимум приходится на молодых особей, что связано с самоподдержанием ЦП вегетативным возобновлением. Отсутствие проростков и ювенильных особей свидетельствует о подавленности семенного возобновления вида. При слабой нарушенности фитоценозов (естественный лес) наблюдается увеличение доли виргинильных особей (53,8 %) и низкий процент молодых генеративных (13,5 %). В парковых фитоценозах, подвергших изреживанию древостоя, наблюдается возрастание особей имматурного состояния (49 %) и снижается процент виргинильных особей (28 %). Это можно связать с более ранним наступлением онтогенеза вида в освещенных парковых местообитаниях. Анализ виталитетных спектров ЦП показал, что в разных местообитаниях они – процветающие ($Q=0,43$). Однако в естественных местообитаниях отмечается наибольшая доля особей высшего класса виталитета.

Научный руководитель – д-р биол. наук, доцент Цыренова Д. Ю.

Состояние ценопопуляции вздутоплодника сибирского в Алданском районе (южная Якутия)

Кузьмина Т. П.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова,
г. Якутск

Вздутоплодник сибирский – *Phlojodicarpus sibiricus* (Fisch. ex Spreng.) K.-Pol. из сем. Ариáceае, используется в научной и народной медицине. Занесен в Красную книгу Якутии. Произрастает в горностепных районах Южной Сибири, в Забайкалье, Монголии и на Дальнем Востоке. В Якутии встречается в южных, юго-западных и центральных районах, в верховьях Индигирки. Произрастает на скалах, на открытых, каменисто-щелнистых местообитаниях.

При работе использовались общепринятые методы. В каждой ЦП закладывались учетные площадки 25 м², руководствуясь имеющимися указаниями к изучению редких видов. Выделение возрастных состояний проводилось в соответствии работами Т.А. Работнова и А.А. Уранова.

Изученная ценопопуляция (ЦП) находится на нижней части склона коренного берега с каменистыми выходами в 5 км выше устья р. Далкит на левом берегу среднего течения р. Амга Алданского района. *Ph. sibiricus* произрастает в лиственнично-сосновом разнотравном редколесье. Общее проективное покрытие фитоценоза 70%. Проективное покрытие вздутоплодника составляет 10%.

Высота генеративных растений достигает до 53 см. Число генеративных побегов в кусте в среднем 33 шт. Диаметр соцветия 7,7 см, на 1 побеге в среднем - 2-3 зонтика. Размеры листовой пластинки достигают длиной 13-16 см и шириной 10-13 см.

Возрастной спектр изученной ЦП не полночленный, отсутствуют проростки, двувршинный с преобладанием зрелых генеративных (27,7 %) и субсенильных особей (22,2 %). Наличие ювенильных особей (3,7 %) свидетельствует о семенном возобновлении ЦП.

Таким образом, изученная ЦП *Ph. sibiricus* в южной Якутии находится в нормальном состоянии с умеренным семенным возобновлением.

Научный руководитель – канд. биол. наук Афанасьева Е. А.

Видовое разнообразие и особенности анатомического строения растений рода *Taraxacum* отдельных районов центральной части и юга Горного Алтая и юга Западной Сибири

Куляшов М. А.

Новосибирский государственный университет

Род *Taraxacum* Wigg. – один из крупнейших в семействе Asteraceae Dumort. Он широко распространен во всех природных зонах земного шара, за исключением тропиков. Таксономический объем рода изучен очень слабо. Систематических сводок, охватывающих в полной мере одуванчики на территории Горного Алтая, не существует. Все выше отмеченное определяет актуальность настоящей работы.

Сбор образцов производился в пяти различных местообитаниях Горного Алтая, в Новосибирской и Челябинской областях. Лабораторные исследования проводили с помощью светового микроскопа ZEISS.

В результате проведенного исследования было обнаружено 9 различных видов рода *Taraxacum* в двух районах. Республики Алтай: *T.collinum*, *T.compactum*, *T.officinale*, *T.luridum*, *T.stenolobum*, *T.pingue*, *T.luratum*, *T.altaicum*, *T.leucanthum*. Микроскопирование срезов осевых органов видов *Taraxacum* показало, что все они имеют схожий план анатомического строения, что свидетельствует об их принадлежности к одному роду. Отличия заключаются в количестве слоев, мощности тканей и размерах клеток. Выявлены различия в строении *Taraxacum officinale* в зависимости от экологических условий. Например, у *T. officinale* произрастающих в условиях низкой загазованности клетки хлоренхимы имеют большие размеры, по сравнению с *T.officinale* произрастающими в условиях высокой загазованности.

Научный руководитель - Трубицына А. Н.

Паразитофауна рыб залива Убей Красноярского водохранилища

Лазуто Е. В.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Паразитофауна рыб Красноярского водохранилища остается малоизученной. Последние сведения о паразитах приводятся в работе 2012 года, где дается суммарная многолетняя сводка по Красноярскому водохранилищу. Вместе с тем, на различных его участках и в разные сезоны разнообразие и показатели обилия паразитов могут существенно отличаться, что требует проведения постоянных мониторинговых работ.

В июне 2014 года в ходе паразитологического вскрытия 112 экземпляров 7 видов рыб (список представлен ниже) залива Убей Красноярского водохранилища были обнаружены паразиты 7 таксономических групп: типы Nematoda, Acantocephala и классы Monogenea, Trematoda, Cestoda, Bivalvia, Crustacea. Представители типа Acantocephala впервые обнаружены на территории Красноярского водохранилища.

При количественной оценке зараженности исследуемой рыбы учитывались результаты расчетов таких показателей как экстенсивность (Р) и интенсивность инвазии (ИИ), индекс обилия (ИО). Так же при использовании индекса Жаккара была произведена оценка сходства паразитофауны исследуемых видов рыб.

Наибольшее число особей паразитов отмечено у ерша за счет доминирующего вида трематод при Р = 88,0%, ИИ = 26,2 экз., ИО = 23,0 экз. У щуки основную «нагрузку» составил *Tetraonchus momenteron* при Р = 36,0%, ИИ = 20,6 экз., ИО = 7,4 экз.; у плотвы - *Ligula intestinalis* при Р = 64,0%, ИИ = 1,8 экз., ИО = 1,2 экз.; у окуня - *Ichthyocotylurus variegatus* при Р = 28%, ИИ = 3,7 экз., ИО = 1,0 экз.; у леща - *Raphidascaris acus* при Р = 25%, ИИ = 56 экз., ИО = 14 экз.; у хариуса - вид цестод при Р = 25%, ИИ = 5 экз., ИО = 1,25 экз.; у ельца - *Anodonta cygnea* при Р = 50,0%, ИИ = 3,0 экз., ИО = 1,5 экз.

Индекс Жаккара показал, что наибольшее сходство паразитофауны имеют между собой следующие виды рыб: щука – окунь, ерш – окунь, лещ – плотва (0,43). Наименьшие показатели сходства паразитофауны у хариуса по отношению к остальным рыбам (0,11-0,25).

Научный руководитель – канд. биол. наук Зуев И. В.

Накопление тяжелых металлов растениями сем. Рясковых на территории Томского района

Максимова А. Ю.

Национальный исследовательский Томский политехнический университет

В окружающей среде наиболее подверженными антропогенным изменениям являются водные экосистемы [1]. Считается, что в современных условиях тяжелые металлы являются одними из наиболее опасных загрязняющих веществ, уступая только пестицидам [2].

Для многих микроэлементов количественное определение концентраций в биообъектах может создать более объективное представление о распространенности микроэлементов в водной среде. При анализе твердой фазы водного раствора концентрация определяемого микроэлемента возрастает как минимум в 1-3 порядка [3].

На территории Томского района отобраны пробы растений сем. Рясковых и определен их элементный состав в таких населенных пунктах, как: д. Георгиевка, д. Надежда, с. Наумовка, д. Кузовлево, с. Михайловка, п. Копылово, д. Малая Михайловка, д. Губино, п. Светлый, с. Моряковский Затон, п. Самусь, д. Кусково. Содержание химических элементов в макрофите исследовано при помощи двух методов: атомно-эмиссионный анализ с индуктивно-связанной плазмой и атомно-абсорбционной спектроскопии с методом «холодного пара».

С помощью данных анализов удалось проанализировать содержание тяжелых металлов в водном растении сем. Рясковых, их среднее содержание по Томскому району, а также было проведено сравнение полученных результатов со современными литературными данными. Так наиболее высокие концентрации Hg, Zn, As и Fe обнаружены в д. Надежда и с. Наумовка, наиболее низкие концентрации зарегистрированы на территории д. Губино. Наблюдаются высокие содержания Ni и Co в растениях сем. Рясковых на территории всех исследуемых населенных пунктов относительно фоновых по макрофитам.

1. Савченко, В.В. Микроэлементы в водных растениях Беларуси / В.В. Савченко, И.К. Вадковская // Природопользование. – 1996. – Вып. 1. – С. 124–126.

2. Капитонова О.А.. Макрофиты в условиях промышленной среды: монография. — Ижевск, 2007. — С. 14-15.

3. Леонова Г.А., Боров В.А. Геохимическая роль планктона водоемов Сибири в концентрировании и биоседиментации микроэлементов // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. 2010а. №1. С. 95-1-7.

Научный руководитель - д-р биол. наук, проф. Барановская Н. В.

Штаммы актинобактерий, выделенные из подземного озера и лунного молока пещеры Большая Орешная, как перспективный источник биологически активных соединений

Мирманов Р. З., Войцеховская И. В., Протасов Е. С.
Иркутский государственный университет
Научно-исследовательский институт биологии ИГУ

В ходе исследования из подземного озера и лунного молока пещеры Большая Орешная выделено 10 штаммов актинобактерий. Установлено, что семь штаммов относятся к роду *Streptomyces* и три штамма к роду *Novcardia*. Для оценки способности к продуцированию новых биологически активных соединений штаммы культивировали глубинно на средах NL-19 и DNPM, после чего были проведены тесты на определение антибиотической активности экстрактов, полученных из биомассы и культуральной жидкости против тест-культур бактерий и грибов. Выявлено, что семь из десяти выделенных штаммов обладают антибиотической активностью против ряда модельных штаммов, в том числе и к патогенной *Candida albicans*. В ходе анализа с применением метода высокоэффективной жидкостной хроматографии, сопряженной с масс-спектрометрией, были получены и проанализированы масспектрограммы экстракта наиболее активного штамма – *Streptomyces* sp. IB 2014/I/78-8. Показано, что данным штаммом продуцируется 122 соединения, 102 из которых относятся к не идентифицированным. Среди идентифицированных соединений были обнаружены циклодисидин D, ранее продуцируемый штаммом *Streptomyces* sp. RV 15, ассоциированным с морской губкой *Dysea tupha*. Так же было обнаружено соединение хаксалактин В, продуцируемое штаммом *Streptomyces* sp. IB 2014/I/78-8 было также ранее обнаружено у актинобактериального штамма *Streptomyces* sp. С 34, источником которого являются гипераридные образцы почвы пустыни Атакама. Третьим обнаруженным соединением выступило соединение стилизазол В, которое ранее было выделено из морской губки *Stylissa carteri*.

Настоящее исследование проведено при частичной финансовой поддержке проектов МИНОБРНАУКИ РФ (ГЗ 6.382.2014/К), РФФИ (16-34-00686) и ФГБОУ ВПО «ИГУ».

Научные руководители – д-р. биол. наук Тимофеев М. А.,
канд. биол. наук Аксёнов-Грибанов Д. В.

**К характеристике растительности поймы р. Правый Баргузин,
окрестности с. Улюн (Восточное Прибайкалье)**

Мункоева Т. Г., Цыбенова Ц. М.

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

Целью работы было выявление флористического состава пойменных заочкаренных лугов. Исследования проводились в Баргузинской долине, которая располагается на территории Баргузинского и Курумканского районов (Северо-Восточное Прибайкалье). Исследованием охвачены луга в окрестностях села Улюн, правый борт реки Баргузин, расположенные в климате с резкой континентальностью, сравнительной суровостью и засушливостью. Впервые для пойменных, заочкаренных лугов правого борта реки Баргузин были получены оригинальные статистические материалы по продуктивности лугов, и проведен анализ флоры исследуемой территории.

На исследуемой территории было выявлено 53 вида из 18 семейств. В тройке лидирующих семейств представлены: Сурегасеae 60%, затем Juncaginaceae 10% и Equisetaceae 8%, меньше всего представлены: Роасеae 1%, Rosaceae 2% и Asteraceae 1 %. Спектр ведущих семейств в целом характерен для лугов Бурятии.

Также были собраны данные по продуктивности лугов, на исследуемом участке было взято 5 проб, которые взвешивались в сыром состоянии, затем после сушки. Наибольшую часть проб составило разнотравье (165,5/40,6 г.), меньшую злаки (10/3,4 г.).

Проанализировав собранные материалы мы сделали вывод, что луга поймы реки Правый Баргузин являются низкопродуктивными по следующим причинам: вследствие активного чрезмерного выпаса (из-за близости села Улюн); по причине засухи (климатические условия лета 2015 года были аномально сухими); также сказывалось то, что сборы проб проводились в середине июня, в период, когда растения в Баргузинской долине находятся лишь на начальной стадии роста.

Научный руководитель - канд. биол. наук Цыренова М. Г.

Анализ эффективности применения метода биосенсора для оценки содержания органических загрязнителей в водных средах

Николаева Ю. А.

Российский университет дружбы народов, г. Москва

В последнее время в связи с развитием биосенсорных технологий увеличивается сфера их применения. В данной работе была изучена эффективность применения оптического биосенсора, представляющего собой супрамолекулярную систему на основе ДНК и состоящего из биоспецифичного слоя, адсорбированного на подложке из монокристаллического кремния, в качестве устройства детекции органических загрязнителей в водной среде в концентрациях 10^{-3} моль/л- 10^{-9} моль/л. Данный диапазон концентраций был выбран не случайно, т.к. согласно ГН 2.1.5.1315-03 ПДК исследуемых загрязнителей лежит в диапазоне 10^{-4} моль/л- 10^{-6} моль/л.

В качестве загрязнителей воды были выбраны бензол, фенол, фенолформальдегид и антрацен с длинами волн возбуждения 256, 245, 400 и 384 нм соответственно. Расчеты велись в области флуоресценции кремния, которая усиливалась после нанесения ДНК. Для получения концентрационных зависимостей флуоресценции были использованы эталонные образцы загрязнителей различных концентраций.

Исследование показало, что в случае бензола имеется линейная зависимость усиления флуоресценции при уменьшении концентрации анализируемого компонента. В случае фенола, фенолформальдегида и антрацена такая зависимость отсутствует.

Данная линейная зависимость в отношении бензола подтверждает возможность использования ДНК-сенсоров для детекции слабо растворимых в воде органических загрязнителей. Не исключено, что в случае хорошо растворимых загрязнителей также присутствует некая зависимость, однако она требует проведения последовательных итераций с различной степенью разбавления эталонных образцов, что в рамках данной работы не проводилось.

К преимуществу возможного применения оптического биосенсора для оценки содержания органических загрязнителей в водных средах можно отнести его сверхвысокую чувствительность и доступность флуоресцентного биоанализа по сравнению с другими методами.

Работа выполнена на базе Института общей физики им. А.М. Прохорова РАН.

Научные руководители —

канд. геол.-минерал. наук, доцент Максимова О. А., Бутусов Л. А.

Влияние популяционных различий в химическом составе листьев березы повислой на развитие непарного шелкопряда

Николенко С. О.

Новосибирский государственный педагогический университет

Непарный шелкопряд – один из самых опасных вредителей лесных насаждений в Евразии и Северной Америке. Эти насекомые дают регулярные вспышки массового размножения, приводящие к тотальной дефолиации кормовых растений. В Западной Сибири в качестве основного кормового растения шелкопряд предпочитает березу повислую. Однако вспышки размножения отмечаются в лесостепных районах Новосибирской области, тогда как в лесах правобережья НСО вспышек не регистрировалось.

Для эксперимента одна популяция насекомых выращивалась в лабораторных условиях на листьях берез разных популяций: лесостепной зоны (Карасукская) и зоны пойменных лесов Оби (Новосибирская). Анализировались данные по выживаемости и скорости развития насекомых, а также состоянию детоксицирующей системы (активности неспецифических эстераз и глутатион S-трансфераз) и активности перекисного окисления липидов в кишечнике. Также собрались образцы листы с каждого дерева в двух контрольных временных точках: в день высаживания насекомых на листья и по достижению насекомыми 4-го возраста (когда проводился биохимический анализ насекомых). В листе оценивалась концентрация тритерпеноидов.

Было установлено, что выживаемость насекомых, выращенных на листьях Новосибирской популяции берез, ниже почти на 10%. «Новосибирские» насекомые развиваются в среднем на 2 дня дольше. У «новосибирских» насекомых активность неспецифических эстераз на 25%, а активность перекисного окисления липидов на 40% выше, чем у «карасукских». Суммарное содержание тритерпеноидов в новосибирской листе было в 2 раза выше, а их содержание отрицательно коррелирует с выживаемостью личинок в младших возрастах. Из этого можно сделать вывод о вкладе тритерпеноидов в токсичность листьев березы для непарного шелкопряда.

Научный руководитель - канд. биол. наук Мартемьянов В. В.

К вопросу создания матрицы для определения *Thalictrum* L.

Новолодский И. В

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

В таксономии границы рода *Thalictrum* L. до сих пор определяются с трудом, в связи со сложностью определения. В Республике Бурятия род представлен 15 видами. Это многолетние корневищные надземно-прорастающие травянистые поликарпики, с тройчато- или перисто-сложными листьями, симподиально возобновляющимися побегами, цимбидными или ботриоидными соцветиями. В качестве диагностических признаков, вызывающих особую трудность при определении, у *Thalictrum* выступают - строение плодиков (длина плодоножки, число и степень выраженности ребер и др.), морфология тычиночных нитей (наличия или отсутствия у них утолщений, и др.), морфологические особенности конечной дольки листочка и др. Кроме того отсутствие венчика и нестабильность числа раноопадающих чашелистиков, однодомность и двудомность, полигамность рода вызывает особый интерес. Нами составлена матрица для определения рода *Thalictrum*, состоящая из 28 альтернативных признаков. Ниже представлен фрагмент матрицы (табл. 1).

Название вида	1	2	3	4	5	6	7
<i>T. contortum</i>	-	-	-	-	+	-	+
<i>T. sparsiflorum</i>	-	-	+	-	-	-	+
<i>T. alpinum</i>	+	+	-	-	-	-	+
<i>T. udocanicum</i>	+	+	-	-	+	-	+
<i>T. baicalense</i>	+	-	-	-	+	-	+
<i>T. petaloideum</i>	+	-	-	-	+	-	+
<i>T. flavum</i>	+	-	-	-	+	-	-
<i>T. foetidum</i>	+	-	+	+	+	-	-
<i>T. acutilobum</i>	+	-	+	-	+	-	-
<i>T. squarrosum</i>	+	-	-	-	+	+	-
<i>T. simplex</i>	+	-	-	-	+	-	-
<i>T. appendiculatum</i>	+	-	-	-	+	-	-
<i>T. minus</i>	+	-	-	-	+	-	-
<i>T. kemense</i>	+	-	-	-	+	-	+
<i>T. globiflorum</i>	+	-	-	-	+	-	+

Условные обозначения: знаком +/- отмечено наличие или отсутствие признака. Диагностические признаки: 1) Плодики сидячие 2) Соцветие простая кисть 3) Растение опушенное 4) Характерный неприятный запах 5) Плодики по ребрам крылатые 6) Плодики сплюснуты 7) Тычиночные нити утолщены.

Научный руководитель - канд. биол. наук, доцент Пыжикова Е. М.

Инновационная технология в практике очистки сточных вод от химических загрязнений

Новоселова А. А.

Кузбасский государственный технический университет
им. Т. Ф. Горбачева, г. Кемерово

Загрязнение воды рек и водоемов химическими веществами, которые содержатся в сточных водах промышленных предприятий, является актуальной проблемой современности.

Эффективным способом очистки сточных вод является биологическая очистка. Данный метод заключается в способности микроорганизмов расщеплять химические соединения, используя их в качестве питательных веществ.

Цель работы – разработка и внедрение экологически безопасной и эффективной технологии очистки сточных вод.

В данной работе исследуется активный ил очистных сооружений предприятия ОАО «Кокс» (г. Кемерово). Нами использован прием биостимуляции в месте загрязнения, который основан на стимулировании роста естественно сложившихся в загрязненных экосистемах биоценозов микроорганизмов.

В основу метода положена идея стимуляции естественных ассоциаций микроорганизмов-деструкторов путем создания оптимальных для них условий. В частности, используется иммобилизации микроорганизмов на растительных остатках, являющихся одновременно источником легко доступных питательных веществ для микроорганизмов, что позволяет им легче адаптироваться к высоким концентрациям токсичных веществ в промышленных стоках.

В данной работе развитие естественных ассоциаций микроорганизмов стимулировали использованием в качестве иммобилизатора солому и опилки, которые являются дополнительным полноценным источником питания для микроорганизмов.

В ходе экспериментов достигнута высокая степень очистки стоков от фенола (до 99% на 3 сутки) и аммиака общего (78% на 3 сутки).

Исследования показали перспективность использования в качестве иммобилизаторов отходы деревообрабатывающей промышленности и сельского хозяйства. Данные биополимеры смягчают экстремальные условия среды, так как являются доступным источником питания и энергетическим субстратом для микроорганизмов, позволяют им адаптироваться к ксенобиотикам.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Игнатова А. Ю.

Биоморфология многолетних злаков разной жизненной формы в долине Средней Лены

Павлова А. А.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова,
г. Якутск.

Биоморфологические признаки растений являются дополнительными критериями не только для систематики растений, но и определяют на макроскопическом (организменном) уровне механизмы адаптаций в процессе индивидуального развития и формообразования и морфоструктурные преобразования жизненных форм.

Цель работы - изучение биоморфологии многолетних злаков: плотнодерновинного степного тонконога гребенчатого (*Koeleria cristata* L.) и длиннокорневищного лугово-степного костреца безостого (*Bromopsis inermis* L.). Применяли сравнительно-морфологический метод анализа растений с выделением трех категорий модулей: элементарного, универсального и основного модуля.

Биоморфологическое изучение видов показало, что элементарные модули (ЭМ) отличаются длиной междоузлия (короткое, длинное) отсутствием или наличием почки и паракладиев. Разнообразие универсальных модулей (УМ) видов определяется различием структурно-функциональных зон, видов ЭМ, типов возобновления (интравагинального и экстравагинального), направления роста (апогеотропное, косоапогеотропное, диагеотропное) и наличием или отсутствием соцветия. Различные типы УМ в совокупности образуют комплекс одноосных побегов – основной модуль (ОМ), который формируется в течение онтогенеза особи и закономерно повторяется в строении взрослых особей.

В модульной организации *Koeleria cristata* выявлено 5 ЭМ, 2 УМ и 4 ОМ. В отличие от *Koeleria cristata* морфологическая поливариантность ЭМ *Bromopsis inermis* существенно выше: выявлено 13 ЭМ, 4 УМ и 8 ОМ в строении особей вида. Разнообразие ЭМ в биоморфологии *Bromopsis inermis* увеличивается за счет наличия у длиннокорневищного злака листьев низовой формации - катафиллов и переходных листьев, подземных побегов - корневищ, разнообразия направления роста побегов и наличия придаточных корней на узлах корневищ.

Таким образом, разнообразие структурной (морфологической) поливариантности модулей злаков разных жизненных форм обеспечивает растениям существование в постоянно изменяющихся условиях среды обитания.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Кардашевская В. Е.

Онтогенез *Festuca rubra* L. с позиций модульной организации

Павлова Т. Б.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова,
г. Якутск

Работа посвящена изучению онтогенеза поликарпического пастбищного, газонного и рекультивационного злака овсяницы красной (*Festuca rubra*) с позиций модульной организации. Исследование проводили в Центральной Якутии в 2015 г. по общепринятым структурно-биологическим и популяционно-онтогенетическим методам.

В онтогенезе вида выделено 9 онтогенетических состояний: проростки высотой 1,8-3,4 см представлены универсальным модулем (УМ) из 1-2-х элементарных модулей (ЭМ), длина листовой пластинки 0,4-1,2 см, ширина 0,1 см, 2-3 корня. Ювенильное растение из 3-4-х ЭМ, длина листовой пластинки 1,5-3,8 см, ширина 0,1 см. Иматурные особи – это особи из одного основного модуля (ОМ) с 1-4 интравагинальными УМ II порядка из почек 1-4-го ЭМ главного побега. Высота 11,7 см, длина пластинки 1,9-8,0 см, ширина 0,1 см. Переход в виргинильное состояние начинается с момента образования побегов III порядка и смешанного возобновления (УМ интро- и экстравагинальные). Развивается дерновина диаметром 3,4-5,0 см, длина особи достигает до 36,3 см, длина пластинки 1,5-9,6 см, ширина 0,15-0,20 см. Особь в молодом генеративном состоянии состоит из интра- и экстравагинальных, вегетативных и генеративных УМ I-II порядков, образующих ОМ. Диаметр дерновины составляет 3,3-5,7 см, с 12-31 вегетативными и 4-13 генеративными побегами. Высота достигает до 49,7 см, длина листа 0,9-11,4 см, ширина 0,15-0,20 см. В зрелом генеративном состоянии (g2) особь имеет дерновину диаметром 5,2-8,9 см, максимальное число генеративных (до 32) и вегетативных (до 56) побегов. Старые генеративные растения развивают от 4 до 14 генеративных побегов, число вегетативных побегов вдвое больше генеративных. У субсенильных растений высота растения достигает до 18,9 см, длина листовой пластинки 0,7-10,9 см.

Таким образом, онтогенез *Festuca rubra* неполный, включает 4 периода и 9 онтогенетических состояний. В модульном строении вида выявлены 9 ЭМ, 5 УМ и 3 ОМ. Максимальное разнообразие модулей разных типов наблюдается в g2 состоянии.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Кардашевская В. Е.

Изменчивость биоэнергетических показателей у мышевидных грызунов различной экологической специализации.

Поликарпов И. А., Зебницкий А. А.

Новосибирский государственный университет

Институт систематики и экологии животных СО РАН

Новосибирский государственный аграрный университет

Известно, что даже близкие виды животных могут различаться по интенсивности метаболизма. Эта изменчивость обусловлена доступностью субстратов: калорийностью кормов [1] и парциальным давлением кислорода [2], а также комфортностью и стабильностью внешних условий [3]. Так, например, у мышевидных грызунов травоядные виды имеют меньшую интенсивность энергообмена, чем зерноядные, горные и подземные – меньшую, чем наземные; живущие в условиях резкого колебания температур – большую, чем обитающие в термостабильной среде. Однако данные по энергообмену не всегда сопоставимы, поскольку обычно получены с использованием разных подходов. Кроме того, при сравнении близких видов, далеко не всегда учитываются различия в массе тела, которая оказывает значительное влияние на величину энергообмена. В нашей работе была использована единая методика для измерения метаболизма мелких млекопитающих, а также учтены все требования статистической обработки. Наименьшие, среди рассмотренных видов, величины энергообмена были выявлены у горных видов: красно-серой и скальных полевков. Высокие значения метаболизма характерны для подвижных видов, питающихся высококалорийным кормом – полевой и малой лесной мышей, а также – джунгарского хомячка. Достаточно высокий энергообмен имели и зеленоядные виды аридной зоны – узкочерепная полевка и степная пеструшка, что связано с нестабильностью условий обитания. Вопреки ожиданиям, отчетливой корреляции между максимальным обменом и способностью к поддержанию температурного гомеостаза не обнаружено.

1. Weiner, J. Energetics and ecological strategies of murid rodents / 5–th International Theriological congress, Rome, 22–29 August. – Roma, 1989. – V. II. – P. 1044–1046.

2. Большаков В. Н. Пути приспособления мелких млекопитающих к горным условиям. М.: Наука, 1972. 200 с.

3. Moshkin, M.P. Novikov E.A., Kolosova I.E., Surov A.V., Telitsina A.Yu. Adrenocortical and bioenergetic responses to cold in five species of murine

Научный руководитель - д-р биол. наук, проф. Новиков Е. А.

**Фауна и население нарывников (Coleoptera, Meloidae)
Кулундинской степи**

Попова К. В.

Новосибирский государственный университет

Нарывники важны с практической точки зрения как вредители сельскохозяйственных культур и как враги вредных саранчовых.

Исследования проводились в 2015 г. в Кулундинской степи (Западная часть Алтайского края), а также в Восточном Казахстане, в окрестностях г. Семей. Выявлено 6 видов: *Epicauta megaloccephala*, *Mylabris sibirica*, *M. quadripunctata*, *Nucleus quatuordecimpunctata*, *H. atrata*, *Cerocoma schreberi*. В фаунистических сборах преобладают виды *M. sibirica*, *H. atrata*. *E. megaloccephala* и *H. quatuordecimpunctata* являются редкими.

E. megaloccephala отмечен на васильке, *M. sibirica* – на астре, крестовнике, люцерне, чабреце, икотнике, качиме, вьюнке, скабиозе, *M. quadripunctata* встречен на вьюнке, качиме, горошке, цикории, синеголовнике, *H. quatuordecimpunctata* отмечен лишь на люцерне, *H. atrata* – на сурепке, репешке, качиме, вьюнке, мальве, герани, *C. schreberi* – на тысячелистнике, качиме и вьюнке. Питание наблюдалось на астре, тысячелистнике, цикории, сурепке, вьюнке и герани.

Проанализированы данные учетов за 1999-2002 гг. и подсчитана встречаемость нарывников. В 1999 г. в степной части Северо-Западного Алтая отмечено 4 вида. Встречаемость *M. sibirica* составила 27,8%, *M. crocata* и *H. atrata* – 5,6%. В 2000 г. в Северо-Западном Алтае и Кулунде (Центральная, Северная, Восточная) отмечено 9 видов нарывников. В учетах часто попадался *M. sibirica* (встречаемость 28,2%), редкими были *E. erythrocephala*, *E. sibirica* и *Lytta vesicatoria* (встречаемость 0,97%). В 2001 г. для Северной и Центральной Кулунды отмечено 7 видов. Встречаемость *M. sibirica* 18,2%, *M. geminata*, *M. crocata*, *C. schreberi* – 4,5%. В 2002 г. в Северной и Центральной Кулунде отмечено 3 вида. Встречаемость *H. atrata* составила 15%, *M. sibirica* 10%, *M. quadripunctata* 5%. В 2003-2009 гг. в учетах из Кулундинской степи нарывники не обнаружены, в 2015 г. встречаемость *M. sibirica* составила 25%, *C. schreberi* 12,5%.

Научный руководитель - д-р биол. наук, проф. Сергеев М. Г.

Свойства и вещественный состав эмбриоземов Одрабашского железорудного месторождения

Пронина И. А.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Горнодобывающая промышленность сопровождается рядом негативных последствий, оказывающих влияние на все компоненты экосистем, в том числе, на почвы. На месте нарушенного почвенного покрова развиваются техногенные ландшафты, сформированные за счет повсеместного антропогенного воздействия и представленные смесью вскрышных и вмещающих пород – аргиллитов, алевролитов, песчаников.

Цель работы - исследование свойств техногенных почв (эмбриоземов) Одрабашского железорудного месторождения, расположенного в Кемеровской области и их изучение на основе данных вещественного состава. Согласно субстантивно-генетической классификации, почвенный покров техногенных ландшафтов Одрабашского железорудного массива представлен тремя типами эмбриоземов: инициальным, дерновым, органо-аккумулятивным.

Генетические свойства эмбриоземов, характерных для Одрабашского железорудного массива, отражают многолетнюю трансформацию техногенной экосистемы. Все представленные почвы имеют малую мощность профиля (30-40 см) по сравнению с ненарушенной бурой горной таежной почвой (70-80 см), высокую каменистость (более 85%) и слабую степень морфологической дифференциации профиля на горизонты. Данные особенности указывают на то, что техногенные почвы являются не природным образованием, а хаотичной смесью вскрышных и вмещающих пород, с нарушенной картиной распределения веществ по профилю.

При исследовании глинистой составляющей приведенных типов почв методом рентген-дифрактометрии выявлен ряд особенностей их минералогического состава. Так, наличие монтмориллонита в профиле эмбриоземов говорит о слабой оструктуренности данных почв и может являться предпосылкой для развития слитогенеза. Присутствие минералов группы каолинита (5-15%) говорит о низкой водопрочности почвенных макроструктур, и как следствие, высокой размываемости почв. Вместе с тем, при правильной эксплуатации эмбриоземов указанные минералы могут способствовать улучшению физических свойств и плодородия почв. Таким образом, для предотвращения дальнейшей трансформации территорий отвалов в техногенную пустыню необходима разработка плана мероприятий по рекультивации техногенных почв.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Середина В. П.

К фауне гельминтов охотничье-промысловых видов куньих в Якутии

Романова А. Г.

Якутская государственная сельскохозяйственная академия

Обитающие в различных экологических условиях, охотничье-промысловые виды куньих служат важным звеном в циркуляции различных паразитических червей.

Основной целью работы являлось изучение гельминтофауны охотничье-промысловых видов млекопитающих из семейства Mustelidae в Якутии. В процессе работы решались следующие задачи: 1. Установить видовой состав гельминтозов; 2. Определить основные параметры заражённости; 3. Охарактеризовать географические особенности заражённости.

Исследования проводили в лаборатории зоологических исследований ИБПК СО РАН и лаборатории паразитологии Института систематики и экологии животных СО РАН, также отбирали пробы на трихинеллоскопию. Всего было исследовано 335 тушек охотничье-промысловых видов куньих полученных от охотников в зимний период 2014-2016 гг. (в 2014/15 гг. исследовано 130 особей, в т.ч. горноста́й – 10 экз., американская норка – 43 экз., соболь – 70 экз., росомаха – 7 экз.; в 2015/16 гг. 205 экз., в т.ч. горноста́й – 2 экз., американская норка – 16 экз., соболь – 186 экз., колонок – 2 экз.).

Всего было обнаружено 4 вида паразитических червей – *Taenia martis* (Zeder, 1803), *Taenia twitchelli* (Schwartz, 1924), *Ascaris devosi* (Sprent, 1952), *Soboliphyme baturini* (Petrov, 1930).

Наибольшая экстенсивность инвазии была отмечена у росомахи (100%), наименьшая у американской норки (18,6%).

Наибольшая интенсивность инвазии нематодами отмечалось на юге у американской норки – 59 экз., наименьшая у вилюйских соболей (2,2 экз.).

Наибольшая интенсивность инвазии цестодами отмечена нами у росомахи – 27,9 экз., (в тундровой части Якутии), наименьшая у соболя, обитающего в Центральной Якутии (3,2 экз.).

Научные руководители - канд. биол. наук, доцент Захаров Е. С.,
канд. биол. наук, доцент Коняев С. В.

**Содержание жирных кислот в мышечной ткани сибирской миноги
Lethenteron kesslery (Anikin, 1905) в период нереста**

Рудченко А. Е.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Липидов, в том числе и жирные кислоты являются важным источником метаболической энергии для роста, размножения, и развития рыб. Недостаток жирных кислот, в особенности докозагексаеновой кислоты (ДГК, 22:6n3), отрицательно сказаться на качестве икры и личинок. Сибирская минога *Lethenteron kesslery* (Anikin, 1905) является обычным, широко распространенным видом в бассейне р. Енисей и его притоков. Личинка миноги является источником пищи для некоторых ценных видов рыб.

Целью работы была оценка состава жирных кислот (ЖК) в мышечной ткани сибирской миноги в период нереста. 10 экземпляров миноги были отобраны 6 – 8 июня из р. Енисей. Для анализа ЖК использовался газовый хроматограф, оснащенный масс спектрометрическим детектором (6890/5975С; Agilent Technologies, Santa Clara, USA) и капиллярной колонкой (HP-FFAP, длина 30 м, 0,25 мм внутренний диаметр).

В мышечной ткани миноги насыщенные жирные кислоты (НЖК) и мононенасыщенные жирные кислоты (МНЖК) содержались в больших количествах. НЖК – 41 – 38 %, ПНЖК 50 – 51 % от суммы ЖК. Полиненасыщенных жирных кислот (ПНЖК) содержалось около 8 %. Основной НЖК являлась пальмитиновая (С16:0) кислота (12 – 13 %). Среди МНЖК доминировала пальмитолеиновая (16:1n-7) кислота (22 – 25 %). Эти кислоты являются маркерами диатомовых водорослей, и их высокое содержание в миноге указывает на присутствие этих водорослей в рационе. Среди ПНЖК наиболее обильной оказалась Докозапентаеновая кислота (ДПК, С22:5n3) (1,5 %). Содержание наиболее ценной ДГК было мение 1 %. Среди длинноцепочечных ПНЖК, по концентрации в биомассе преобладала арахидоновая кислота (АРК, 20:4n6) – 2,1 мг/г. Содержание эйкозапентаеновой (ЭПК, 20:5n3) и ДГК составило 0,5 и 0,8 мг/г соответственно.

Таким образом, не смотря на высокую жирность 57 – 67 мг/г (сема ЖК в биомассе рыбы), пищевая ценность миног для рыб, питающихся ими, низкая. Низкое содержание ПНЖК в мышцах может быть связано с их избирательным перемещением в гонады в период их созревания.

Научный руководитель - д-р биол. наук проф. Сущик Н. Н.

Анализ эффективности учета пчел цветными чашками

Сальников П. А.

Новосибирский государственный университет

В современном мире природным биоценозам угрожает множество факторов, порождаемых в том числе деятельностью человека. Для разработки методов мониторинга и защиты разнообразия сообществ требуются эффективные способы оценки их состояния.

Пчелы являются одним из ключевых элементов современных биоценозов. В ходе эволюции они приобрели исключительное экологическое значение: эта группа практически полностью перешла к антофилии, питанию нектаром цветов и пыльцой. Возникшие вследствие этого коадаптации сделали пчел и энтомофильные растения критически взаимозависимыми, и изменения в жизнедеятельности одной из сторон сразу же сказываются на другой. Поэтому разнообразие и численность пчел может использоваться как индикатор благополучия конкретной экосистемы.

Имеющиеся сейчас методы учета пчел не лишены недостатков и требуют дальнейшего развития и совершенствования. В этой работе использованы и сравниваются по эффективности два метода учета пчел: индивидуальный сбор с помощью энтомологического сачка и пассивный метод сбора с помощью цветных чашек, заполненных фиксирующей жидкостью, проведен многосторонний анализ полученных данных. Обнаружена низкая эффективность зеленых чашек по сравнению с белыми и желтыми. Для преобладающих в сборах групп сделаны предварительные методические замечания к проведению учетов. В частности, замечено, что в большинстве своем медоносные пчелы игнорируют чашки, по крайней мере во время доступности кормового ресурса.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Бывальцев А. М.

Состав эфирного масла подземных органов *Valeriana transjensseensis*

Самаева А. Б., Дыленова Е. П.

Бурятский государственный университет
Байкальский институт природопользования СО РАН

Широко известное лекарственное растение *Valeriana officinalis* L. не встречается в Бурятии, замещаясь *Valeriana transjensseensis* Kreyer. Вид обитает в разреженных лесах, луговых степях.

Цель работы – сравнительный анализ химического состава корневищ с корнями *V. transjensseensis* и *V. officinalis* для оценки возможности использования в лекарственных целях. Сырье *V. transjensseensis* было собрано в Окинском районе Республики Бурятия в долине р. Ока (Восточный Саян) в фазу плодоношения в 2015г. Для *V. officinalis* взяты образцы производства ОАО «Лекс+».

Проведены качественные реакции на содержание основных групп биологически активных веществ (ГФ XI). В результате фитохимического анализа в обоих видах обнаружены эфирные масла, флавоноиды, дубильные вещества, кумарины и сапонины. Эфирные масла обоих видов представляют собой легкоподвижную жидкость с характерным запахом, у *V. officinalis* темно-зеленого цвета (выход 0.67%), у *V. transjensseensis* - желто-зеленоватого цвета (выход 0.62%).

В эфирных маслах обоих видов были обнаружены 63 компонента. Основными компонентами эфирных масел является валеренал, спатуленол, α -бисаболол, валерианол, борнилацетат, валеранон. В то же время в составе эфирного масла в заенисейской среде доминирующих компонентов обнаружен кессан (15.04%), его содержание в лекарственной составляет 0.07%. Таким образом *V. transjensseensis* является перспективным лекарственным растением в условиях Байкальской Сибири.

Компонент	RI	Содержание, %	
		<i>Valeriana officinalis</i> L.	<i>Valeriana transjensseensis</i> K.
Борнилацетат	1287	3.31	5.66
Кессан	1530	0.07	15.04
Спатуленол	1580	6.73	1.76
Валеренал	1723	18.29	8.56
Валерианол	1657	3.39	2.59
Валеранон	1675	2.52	2.69
α -Бисаболол	1688	3.56	0.48

Табл 1. Основные компоненты эфирных масел корневищ с корнями *Valeriana officinalis* L. и *V. transjensseensis* K.

Научные руководители - канд. биол. наук, доцент Холбоева С. А.,
канд. биол. наук, доцент Жигжитжапова С. В.

Влияние абиотических факторов на численность представителей семейства *Vlephariceridae*

Сарачаков А. Е.

Новосибирский государственный университет

Среди представителей семейства *Vlephariceridae* (отряд *Diptera*) большинство видов имеют наружные жабры, очень требовательны к содержанию кислорода в воде и заселяют только горные участки рек. Многие виды рассматриваются как биоиндикаторные. Однако, слабая изученность данного семейства, особенно на личиночной стадии развития, не позволяет использовать эти виды при расчете биоиндикационных индексов.

Цель работы - выявить абиотические факторы, лимитирующие распределение представителей семейства *Vlephariceridae*.

Исследование проводилось на основе материалов, собранных в водотоках Северного Алтая и Западного Саяна. В задачи исследования входило: определить видовой состав *Vlepharicerida*, оценить плотность поселения и биомассу представителей семейства *Vlephariceridae* в исследуемых водотоках, сравнить абиотические параметры на разных участках рек и выявить факторы, определяющие численность *Vlephariceridae*.

В результате работы было выявлено:

- 1) 8 участков поселения *Vlephariceridae*;
- 2) 6 видов, принадлежащих семейству *Vlephariceridae*;
- 3) максимальная плотность поселения и биомасса представителей *Vlephariceridae* составляет 15 особей на учетную площадку и 105гр на площадку соответственно;
- 4) установлено, что наибольшее влияние на численность *Vlephariceridae* оказывают такие абиотические параметры, как характер грунта, температура воды и содержание растворенного кислорода.

Таким образом, мы выявили, что максимальные показатели численности и биомассы представителей *Vlephariceridae* характерны при варьировании температуры воды от 7,4°C до 11,9°C, содержания кислорода от 10,46 мг/л до 11,12 мг/л и грунте, представляющем собой среднюю гальку или валуны.

Научный руководитель – Батурина Н. С.

Флора залежей села Шекпээр Барун-Хемчикского Кожууна (Западная Тува)

Сарыглар Н. Д.

Тувинский государственный университет

В условиях резко континентального и аридного климата Тувы развитие богарного земледелия себя не оправдала. Значительные распахки в засушливых районах западных и центральных районах Тувы не дали хороших результатов. И в результате значительные площади пахотных земель запущены в залежь, флора и растительность которой находятся на различных стадиях формирования.

В результате обработки материалов по изучению видового состава залежных фитоценозов привлечением данных флористических и геоботанических исследований выявлен состав флоры залежей села Шекпээр Барун-Хемчикского кожууна. За период изучения с 2014 - 2015 года флоры залежных земель на исследуемой территории, было выявлено 72 вида сосудистых растений, относящихся к 57 родам и 26 семействам. Ведущими семействами являются: Poaceae (10 видов), Asteraceae (9 видов), Polygonaceae (8 видов), Chenopodiaceae (6 видов), Lamiaceae (6 видов). Анализ жизненных форм флоры залежей села Шекпээр Барун-Хемчикского кожууна показал преобладание травянистых многолетников (39%) и однолетников (38%). Значительное участие во флоре принимают одно - двулетние виды (18,1%). Залежная флора мало представлена полукустарничками (1,3%), кустарниками (1,3%) и полукустарниками (1,3%). В экологическом спектре выделяют господствующие позиции ксерофитов (31/43,2%), мезофитов (22/30%), мезоксерофитов (7/10%), ксеропетрофитов (8/11%). На основании эколого-ценотической группы представлены собственно-степные (42%), горно-степные (31%) и лугово-степные (24%) виды. Преобладание собственно-степной группы объясняется, прежде всего, сглаженностью рельефа, отсутствием крупных участков крутых щебнисто-каменистых склонов. Мозаичность почвенно-растительных комбинаций особенно в предгорьях дают стабильное увлажнение для лугостепных (24%) групп.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Дубровский Н. Г.

Мониторинг вируса гриппа у птиц обитающих в Новосибирской области за период 2014-2015 гг.

Синьсинь Ли

Новосибирский государственный университет

Заболевание животных и человека, называемое гриппом, вызывают представители семейства ортомиксовирусов: вирусы гриппа родов А, В и С. Из них только вирус гриппа А (ВГА) имеет широкий круг хозяев, в основном водоплавающих птиц. Вирусы гриппа А также были выделены у свиней, лошадей, собак, различных видов грызунов, некоторых видов морских млекопитающих, кошек, норок, а также людей.

Сезонные миграции диких птиц способствуют распространению различных вариантов ВГА в отдаленные географические регионы и обеспечивают их долговременное присутствие во многих экосистемах, что определяет важность и необходимость эпизоотологического мониторинга вируса гриппа птиц в естественных условиях.

Территорию юга Западной Сибири и в частности Новосибирской области, пересекают три из шести основных миграционных пути, что делает актуальным изучение экологии вируса гриппа А на этой территории.

В результате полевых работ (весенний и осенний сезоны) в период 2014-2015 гг. было собрано 494 образца от диких водоплавающих птиц на оз. Чаны, являющимся крупнейшим естественным водоемом Новосибирской области. Из собранного материала было выделено 46 изолята вируса гриппа А с использованием развивающихся куриных эмбрионов.

Нами был проведен сравнительный анализ числа носителей вируса гриппа А в популяциях диких птиц на исследуемой территории в период 2014 и 2015 годах. Оказалось, что в 2014 году процент вирусносительства у птиц составил 12.5%, а в 2015 – 5.7%. Эти данные в целом соответствуют результатам, полученным ранее на этой территории. Вирусносительство преимущественно выявлялось у птиц отряда гусеобразных, также вирус был выделен от представителей отряда ржанкообразных.

Видами с наибольшим процентом выделения вируса явились чирок-трескунок (*Anas querquedula*), чирок-свиистунок (*Anas crecca*), широконоса (*Anas clypeata*) и красноголовый нырок (*Aythya ferina*). Показано, что территория Западной Сибири является важной для мониторинга и изучения вируса гриппа птиц.

Научный руководитель - д-р биол. наук, профессор Шестопалов А. М.

Оценка токсичности экстрактов растительного сырья с помощью билюминесцентных тест-объектов

Слатинская О. В.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

В окружающем мире высоко влияние антропогенных загрязняющих факторов на окружающую среду. Современный человек сталкивается с токсичными веществами в среде своего обитания и питания. Потому, на сегодняшний день, является важным поиск аналитических систем для экспрессивной оценки токсичности. Для определения токсичности среды используются различные методы, одним из которых является биотестирование при помощи билюминесцентных тест-объектов на основе люциферазы.

В качестве растительного сырья была выбрана трава тысячелистника обыкновенного (*Achillea millefolium* L.), экстракты которого обладают широким спектром фармакологических свойств. Одной из особенностей тысячелистника, является его доступность и антропогенная устойчивость, послужившие выбором растения для исследования.

Цель работы состояла в определении токсичности водных экстрактов образцов растений из мест разной степени загрязненности при помощи билюминесцентных тест-объектов.

Образцы растительного сырья были собраны в разных экологических зонах окрестностей города Красноярска. Было выдвинуто предположение, что компоненты растительного происхождения, входящие в состав тысячелистника, могут вызывать реакции тушения люциферазы, что надо учитывать при анализе результатов. Данное предположение действительно имеет место, когда исследуемые экстракты измеряются на токсичность по истечении трёхдневного срока хранения.

Измерения свечения люциферазы проводили на Билюменометре при добавлении к лиофилизированному препарату (КРАБ) исследуемого раствора. По величине интенсивности остаточного свечения были установлены величины токсичности. Полученные экспериментально результаты совпадают с теоретическими предположениями о степени загрязнённости исследуемых экстрактов растительного сырья.

Таким образом, мы доказали, что для определения токсичности экстрактов растительного происхождения можно применять биотестирование при помощи билюминесцентных тест-объектов на основе люциферазы.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Ямских И. Е.

Особенности аллювиальных почв заповедника Столбы

Сорока А. О.

Сибирский федеральный университет, Красноярск

Актуальной проблемой современности является сохранение почвенного покрова как одного из важнейших ресурсов планеты, что обуславливает необходимость их всестороннего изучения. Отдельного внимания заслуживают почвы аллювиального ряда - приуроченность к интразональным ландшафтам определяет повсеместное распространение, между тем во многом их свойства зависят от особенностей водораздела.

Объектом нашего исследования послужили аллювиальные почвы водотоков заповедника «Столбы». Целью являлось изучить физико-химические и морфологические особенности почв, определить их таксономическую принадлежность.

Почвенный покров изучался в северной части заповедника в долинах ручьев Калтат и Воложин. Подстилающие породы в исследуемом районе весьма разнообразны – от суглинков и щебнистых продуктов выветривания сиенитов, до полиминеральных песков и доломитов. Широко распространены четвертичные пролювиально-делювиальные отложения, в долинах ручьев – переходящие в аллювиальные.

Почвы относятся к следующим типам –аллювиальная темногумусовая квазиглеевая маломощная слабонасыщенная песчаная сильно скелетная на карбонатном песчано-щебнистом аллювии (руч.Воложин), аллювиальная гумусовая типичная примитивная маломощная песчаная, аллювиальная темногумусовая глеевая типичная маломощная супесчаная (руч. Калтат).

Значения рНводной вытяжки изменяются в пределах 6,1-7,6. В гранулометрическом составе доминирует фракция мелкого песка, крупной пыли, количество мелкозема не превышает 60%. С глубиной увеличивается содержание пылеватых фракций, также увеличивается и каменистость почв. В местах выхода доломитизированных известняков (руч. Воложин), содержание карбонатов Са увеличивается до 10% в гор. Сса.

В зависимости от ширины долины, растительность представлена как типичными пойменными ассоциациями, так и лесными фитоценозами. Мощность гумусо-аккумулятивных горизонтов достигает 39см лишь на участках с благоприятными геоморфологическими условиями. Содержание общего органического углерода может достигать 7 - 11%.

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент Шарафутдинов Р. А.

Возможный путь взаимодействия эктопаразитоида (*Habrobracon hebetor*) и энтомопатогенного гриба (*Beauveria bassiana*) в системе «эктопаразитоид – хозяин (*Galleria mellonella*) – энтомопатогенный гриб»

Ташкинова К. А.

Новосибирский государственный университет
Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

Habrobracon hebetor – эктопаразитоид, поражающий преимущественно представителей отряда Lepidoptera. В природе насекомых окружает широкий круг патогенных микроорганизмов, представляющих собой природные механизмы регуляции численности популяции хозяина, в том числе энтомопатогенные грибы. Нами была использована модель «*H.hebetor* – *G.mellonella* – *B.bassiana*». Замечено, что гриб не развивается в местах питания личинок. В то же время, куколки паразитоида могут быть впоследствии поражены грибом и погибнуть.

Мы предположили, что у личинок паразитоида существуют механизмы защиты (например, некоторые группы ферментов) от грибной инфекции, позволяющие им питаться и развиваться на зараженном хозяине. В работе были использованы супернатанты кишечника развивающихся личинок ос и гомогенаты тел личинок паразитоида. В культуральной среде с супернатантом кишечника и гомогенатов тел, при разных концентрациях в пересчете на белок, и с физиологическим раствором в качестве контроля инкубировали споры энтомопатогенного гриба *B. bassiana*. Далее определяли процент проросших спор гриба под микроскопом через 24 и 48 ч после начала эксперимента. В результате проведенной работы показано, что по сравнению с контрольными образцами процент проросших спор в среде с супернатантом кишечника через 24 ч вне зависимости от концентрации белка, был в 2 раза меньше по сравнению с контрольными образцами. Через 48 ч достоверных отличий от контроля отмечено не было. При инкубации спор с гомогенатом тела на первые сутки процент проросших спор был в 33 раза меньше, на вторые - в семь раз. Таким образом, прорастание спор ингибировалось действием как компонентами супернатанта кишечника, так и гомогената тела личинок паразитоида. Фунгистатическая активность белковых компонентов кишечника и тканей тела, позволяет личинкам паразитоида закончить развитие даже при инфицировании хозяина.

Научный руководитель – канд. биол. наук Крюкова Н. А.

Адаптивная роль индивидуальной изменчивости ориентировочных навыков птенцов барабинской чайки (*Larus barabensis*)

Телегина Я. Р.

Новосибирский государственный университет

В раннем возрасте птенцы барабинской чайки (*Larus barabensis*) испытывают высокий, в сравнении с менее крупными чайковыми, риск инфантицида и каннибализма. Территориальная агрессивность родителей служит эффективной защитой против нападений соседей, но в то же время, ограничивает перемещения птенцов пределами участка. А риск нападений каннибалов во время отсутствия родителей заставляет птенцов затаиваться в укрытиях на гнездовом участке. В этих условиях возможны различные пути развития ориентировочных навыков птенцов, зависящие, в том числе от их базовых когнитивных способностей. Цель данной работы – оценить разнообразие персональных ориентировочных навыков птенцов и их приспособительную ценность в условиях гнездовой колонии.

Первая неделя жизни у чайковых является критической для выживания, поэтому мы измеряли массу и длину головы птенцов в 1й и 8й дни жизни. У каждого птенца оценивали уровень развития когнитивных способностей, предлагая задачу на ориентирование в экспериментальной установке «Лабиринт», адаптированной для птенцов чайковых. Для проверки обучаемости птенцов проводили попарное ссаживание: птенцы, не решившие задачу, тестировались совместно с птенцами, успешно нашедшими выход. Через 15 дней проводили повторное одиночное тестирование для оценки влияния окружения птенца на его развитие.

Способности птенцов к решению задачи ориентирования в «Лабиринте» были различными уже в раннем возрасте и менялись со временем. При повторном тестировании были выявлены элементы социального обучения птенцов. Более подробно результаты будут предоставлены в докладе.

Мы полагаем, что в условиях развитого территориального поведения взрослых птиц и высокой опасности каннибализма реализуется определенный набор персональных характеристик среди птенцов. Показана зависимость приспособительной ценности персоналий от базовых размеров и старшинства птенца в выводке.

Научный руководитель – канд. биол. наук Друзяка А. В.

Ординация лесных растительных сообществ Новосибирского Академгородка

Третьяков Б. А.

Томский государственный университет

При создании Новосибирского Академгородка были оставлены большие участки коренного соснового леса, занимающие обширные песчаные массивы в долине реки Обь. Эти сообщества уникальны и представляют интерес для исследователей (Природа Академгородка..., 2007, Растительное многообразие..., 2014).

В ходе работы нами обследованы лесные сообщества Академгородка с использованием классических геоботанических методов (Полевая геоботаника, 1964). В 150 геоботанических описаниях был отмечен 231 вид высших сосудистых растений, относящихся к 53 семействам. Для анализа пространственной организации растительности выполнена ДСА-ординация в статистической среде R, пакет 'vegan' (Oksanen и др., 2016).

В схеме ординации отражена относительная однородность видового состава лесных сообществ, при этом вклад в разнообразие вносят факторы увлажнения и антропогенного воздействия. В крайнем левом положении расположены сырые мелколиственные леса (*Betula pubescens* Ehrh.), в травостое которых преобладают *Athyrium filix-femina* (L.) Roth, *Matteuccia struthiopteris* (L.) Tod. В крайнем правом – лесопосадки *Picea obovata* Ledeb. и деградированные сосновые леса. Большую часть 2 оси занимают сосновые травяные леса (*Pinus sylvestris* L., *Maianthemum bifolium* (L.) F.W. Schmidt, *Carex macroura* Meinsh.), при этом в основании выделена группа сообществ с высоким покрытием мохового яруса (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., *Ptilium crista-castrensis* (Hedw.) De Not.).

Основное разнообразие растительности обследованной территории представлено разным вариантам формаций сосновых лесов. На территории зафиксировано 2 вида (*Neottianthe cucullata* (L.) Schlechter и *Cypripedium guttatum* Sw.), включённые в «Красную книгу Новосибирской области» (2008). Дестабилизирующими факторами является рекреационная нагрузка и низовые пожары. Для сохранения лесов Академгородка необходимо разработать мероприятия, направленные на рациональное развитие рекреационного природопользования.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-05-00908А

Научный руководитель – канд. биол. наук Отмахов Ю. С.

Ландшафты территории национального парка «Таганай» и их устойчивость к рекреационным нагрузкам

Трофимова А. Л.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Национальный парк «Таганай» - известный туристический бренд Челябинской области, расположенный в одном из уникальнейших уголков Южного Урала – в районе Таганайского горного узла.

Объектом нашего исследования являются ландшафтные комплексы национального парка (НП) «Таганай».

Для исследования нами взят юго-восточный участок территории парка, расположенный преимущественно в рекреационной зоне. Здесь мы выделили 2 типа местности: низкогорный и среднегорный.

На исследуемой территории нами было выделено 17 видов урочищ, представленных в основном хвойными и смешанными лесами. Также выявлено 7 видов урочищ, являющихся уникальными для исследуемой территории. Например, покатый участок среднегорья с кустарничково-лишайниковой тундрой на горно-тундровых почвах.

Среднегорный тип местности расположен в западной, северной и северо-восточной части исследуемой территории, занимая такие природные объекты, как хр. Большой Таганай с вершинами Двуглавая Сопка (1034 м), Откликной Гребень (1055 м), Круглица (1178 м), Дальний Таганай (1112 м) и хр. Ицыл с вершиной Ицыл (1049 м). Включает в себя 4 вида урочищ.

Низкогорный тип местности приурочен к остальной части исследуемой территории и представлен 13 видами урочищ (например, болота и заболоченные участки низкогорья на болотных торфяно-глеевых почвах).

По степени устойчивости к рекреационным нагрузкам выделены следующие их группы: весьма устойчивые, устойчивые (например, пологие участки низкогорья с лиственнично-березовым лесом на горных серых лесных суглинистых почвах), слабоустойчивые (например, покатые участки низкогорья с пихтово-березовым разнотравным лесом на дерново-подзолистых суглинистых почвах), неустойчивые (например, покатый участок среднегорья с кустарничково-лишайниковой тундрой на горно-тундровых почвах), весьма неустойчивые.

На основании проведенного исследования нами сделан вывод, что значительная часть территории национального парка представлена уязвимыми к механическому воздействию ландшафтами – сосняками на легких почвах (песках и супесях).

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент Хромых В. В.

Исследование талой воды на наличие тяжёлых металлов вблизи промышленного производства

Тургамбеков Г. М., Елемесова А. Н.

Карагандинский государственный университет им. Е. А. Букетова,
г. Караганда, Казахстан.

При мониторинге состояния окружающей среды представляют интерес те металлы, которые наиболее широко и в значительных объемах используются в производственной деятельности и в результате накопления во внешней среде несут серьезную угрозу из-за их биологической активности и токсических свойств. При организации экологического мониторинга одним из методов, позволяющих оценить степень техногенной нагрузки на окружающую среду городов и здоровье проживающего в них населения, является мониторинг загрязнения снежного покрова. В связи с этим целью настоящей работы являлось изучение физико-химических свойств взвешенных частиц вблизи промышленного производства АО «Костанай минералы». Для определения количества накопленных загрязняющих веществ отбор проб производился в середине ноября непосредственно перед началом снеготаяния. Для исключения влияния техногенных нагрузок, в частности автотранспорта, снег отбирался на открытой ровной площадке, удаленной не менее чем на 100 м от дорог. Измерение размеров образцов проведено с использованием анализатора размера субмикронных частиц Zetasizer Nano ZS (Malvern Instruments Ltd, Великобритания). На основании представленных экспериментальных данных установлено, что средний размер взвешенных частиц в талой воде составил 342 нм. Анализ структуры взвешенных частиц осуществлялся по данным электронно-микроскопических снимков на электронном микроскопе MIRA 3 LMU, Tescan. Электронно-микроскопический анализ показал наличие не только сферических частиц, но также частиц треугольной и квадратной формы. Полученные энергодисперсионные спектры поверхности взвешенных частиц показал, следующий элементный состав (% масса): Mg - 1.10; Al - 9.36; Si - 24.80; C - 10.67; K - 4.80; Ca - 2.59; Ti - 1.59; Fe - 11.89; Mo - 0.60; Sn - 1.78.

Таким образом, использование совмещенного электронно-микроскопического и элементного анализа позволило определить физико-химический состав взвешенных частиц. Можно отметить, что исследуемый образец содержит ряд металлов, которые могут быть как потенциально опасные для окружающей среды.

Научный руководитель – доцент Зейниденов А. К.

**Биоэкологические особенности создания газонов в условиях
г. Улан-Удэ**

Тютрина О. И.

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

В эпоху НТП газоноводство приобретает актуальность. Обихожанный газон способен не только очаровывать, но и выполнять оздоровительные функции.

Климат г. Улан-Удэ резко-континентальный, характерна сухая холодная зима и жаркое сухое лето.

Для создания качественного газона в климатических условиях города лучше использовать светолюбивые, засухоустойчивые и устойчивые к вытаптыванию виды растений местной флоры.

В последнее время в Улан-Удэ прослеживается хорошая тенденция – всюду происходит облагораживание парков и скверов. То же самое происходит и в частном секторе. К примеру, если в 2009 году на фирму «Садовник» поступил всего один заказ от частного лица, то к 2012 году количество заказов значительно выросло.

Важную роль в создании газонов занимают многолетние злаковые травы (табл.1). Благодаря раннему и обильному кущению, сохранению побегообразования в последующих поколениях они создают устойчивое зеленое покрытие.

Название растений	Потребность к свету	Засухоустойчивость	Устойчивость к вытаптыванию	Зимостойкость
Мятлик луговой	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая
Тимофеевка луговая	Низкая	Средняя	Средняя	Высокая
Овсяница луговая	Средняя	Высокая	Средняя	Высокая
Овсяница красная	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая
Овсяница овечья	Низкая	Высокая	Высокая	Высокая

Табл.1 Биоэкологические особенности злаков в газонах Улан-Удэ

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Намзалов Б. Б.

Детектирование экстремальных и верховых пожаров растительности в Сибири на основе дистанционно регистрируемого теплоизлучения

Усатая Ю. О., Швецов Е. Г., Дектерёв А. А.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск
Институт леса им. В. Н. Сукачева СО РАН, г. Красноярск
Институт теплофизики СО РАН, г. Новосибирск.

Рубеж с конца XX – начала XXI века характеризуется увеличением частоты возникновения пожаров и площадей, подвергающихся пирогенному воздействию, как в масштабах всего Северного полушария, так и на территории Сибири. Российские и зарубежные эксперты приводят оценки ежегодной площади лесных пожаров в России на уровне 4 – 20 млн га (из них до 90% – площади повреждения лесов Сибири). Прогнозируется дальнейшее возрастание частоты возникновения и интенсификации пожаров, в том числе в зоне бореальных лесов Сибири. В связи с этим актуальна разработка новых методов детектирования пожаров и прогнозирования уровня воздействия на леса. В частности, – детектирование верховых пожаров и пожаров экстремальной интенсивности позволит прогнозировать уровень послепожарных изменений.

Основная цель работы – разработка технологии детектирования экстремальных и верховых пожаров Сибири дистанционными методами.

Получены следующие результаты. Впервые для пожаров на территории Сибири адаптирована технология оценки мощности теплоизлучения от активной зоны пожара на основе спутниковых съемок TERRA/Modis в диапазоне 4 мкм. Для территории Сибири установлено, что доля экстремальных пожаров ежегодно составляет 4 – 6% от общего числа, а площади с экстремальным уровнем послепожарного воздействия – до 70 %. Установлен уровень зависимости мощность теплоизлучения от пожара от внешних факторов (уровень пожарной опасности по условиям погоды, преобладающий древостой), что отражает динамику режима горения. Поучено количественное описание различий в терминах средние значения мощности теплоизлучения от активной зоны пожара (Fire Radiative Power – FRP) в лесах Сибири с преобладанием сосновых и лиственничных насаждений. Получены оценки уровня связи между вариацией FRP и значением показателя влагосодержания (ПВ-1). В первом приближении эта связь описывается экспоненциальной функцией с достоверностью аппроксимации на уровне 0,94.

Научный руководитель – канд. техн. наук, доцент Пономарев Е. И.

Гельминты непромысловых видов рыб среднего течения реки Качи (бассейн реки Енисей)

Форина Ю. Ю.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Гельминтофауна рыб в реках с высокой антропогенной нагрузкой определяется не только биотическими факторами, но и степенью устойчивости разных видов паразитов к загрязнению вод. Изучение таких паразитарных сообществ в настоящее время представляет теоретический и практический интерес. В качестве модельного водотока для оценки количественных и качественных показателей зараженности рыб гельминтами выбрана река Кача, испытывающая существенное загрязнение со стороны г. Красноярска и его окрестностей.

Для исследования, проводимого в 2013-14 гг., были взяты следующие виды рыб: Щиповка сибирская, Пескарь сибирский, Гольц сибирский, Гольян речной, Елец сибирский.

В ходе работы были установлены следующие виды гельминтов: *Gyrodactylus sp.*, *Diplostomum sp.* (у щиповки), *Diplostomum spathaceum*, *Gyrodactylus sp.* (у пескаря), *Tylodelphys clavata*, *Gyrodactylus sp.* (у гольца), *Gyrodactylus sp.*, *Paradiplozoon homoion*, *Diplostomum phoxini*, *Diplostomum sp.*, Nematoda (у гольяна), *Tylodelphys clavata.*, *Diplostomum sp.*, *Proteocephalus torulosus* (у ельца).

Количественная обработка данных показала: гольян: наибольшие показатели отмечены для *Diplostomum phoxini* – экстенсивность инвазии (Р) = 100%, интенсивность инвазии (ИИ), индекс обилия (ИО) = 76,6 экз.; наименьшие – для *Paradiplozoon homoion* – Р = 5,6%, ИИ = 1,0 экз., ИО = 0,1 экз. Пескарь: *Gyrodactylus sp.* – Р = 64,1%, ИИ = 58,8 экз., ИО = 37,7 экз. Елец: *Tylodelphys clavata*, *Diplostomum sp.* – Р = 100%, ИИ = 9,8 экз., ИО = 6,6 экз.; *Proteocephalus torulosus* – Р = 16,7%, ИИ = 1 экз., ИО = 0,1 экз. Гольц: *Tylodelphys clavata* – Р = 65%, ИИ = 2,1 экз., ИО = 1,3 экз. (2013); *Tylodelphys clavata* – Р = 20%, ИИ = 1 экз., ИО = 0,2 экз. (2014). Щиповка: *Gyrodactylus sp.* - Р = 100%, ИИ, ИО = 40,9 экз.; *Diplostomum sp.* - Р = 100%, ИИ, ИО = 1,6 экз. Преобладающими по числу особей являются виды с прямым циклом развития, кл. Monogenea, – 55% сообщества. Небольшое количество обнаруженных видов может объясняться высокой антропогенной нагрузкой на водоток.

Научный руководитель - канд. биол. наук, доцент Зуев И. В.

Морфологическое изучение *Krascheninnikovia lenensis* в Олекминском районе

Чердонова А. М.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова,
г. Якутск

Krascheninnikovia lenensis (Kumin.) Tzvel. полукустарник из сем. Chenopodiaceae, эндемик России (средняя и верхняя Лена), занесен в Красные книги [1-3]. Реликт плейстоценовых лесостепных ландшафтов [4].

Изучены 3 ценопопуляции (ЦП) *K. lenensis* в Олекминском районе (Юго-Западная Якутия). Первая находится в окрестностях с. Кятчи. Вторая и третья в окрестностях с. Абага (средний и нижний части склона коренного берега соответственно). Координаты: N 60°19.824'– 60°19.827', E 120°01.552'–120°01.554'. Изучение проводилось по общепринятым ботаническим методикам, руководствуясь имеющимися указаниями к изучению редких видов [5]. Для морфологического изучения брали следующие параметры генеративных растений: высота растения, длина главного побега, число листьев в одном боковом побеге, длина и ширина листа. Полученные данные по каждому признаку обработаны статистически с помощью компьютерной программы Excel. Индивидуальную изменчивость признаков оценивали по значению коэффициента вариации (CV, %) с помощью эмпирической шкалы С.А. Мамаева [6].

Сравнительный анализ морфологических данных *K. lenensis* на трех изученных ЦП показал, что коэффициент изменчивости в ЦП 1 по всем показателям высокий (27,3 - 55,6%). В ЦП 2, кроме ширины листьев (24,6%) и высоты растения (11,8%), показатели имеют среднее значение (13,9 – 18,2%).

В ЦП 3 морфологические показатели преобладают по всем параметрам. Высота генеративных растений составляет 23,7 см с 23 листьями, размеры листа достигают 4,6 см длиной и 0,4 см шириной. Эта ЦП расположена на нижней части Абагинского склона, где почва более увлажненная. ЦП 1 расположена в окр. с Кятчи, подвергается умеренной антропогенной нагрузке (выпасу скота).

Таким образом, ЦП 1 испытывает умеренное антропогенное усилие, чем остальные ЦП. По ростовым параметрам в наиболее благоприятных условиях произрастает ЦП 3.

Научный руководитель – канд. биол. наук Афанасьева Е. А.

Влияние удобрения на симбиотическую азотфиксацию бобовых культур

Черняев Р. В.

Хакасский технический институт, г. Абакан

В условиях энергетического кризиса наметилась тенденция к биологизации земледелия, при которой важная роль отводится возделыванию бобовых культур, обладающих способностью к усвоению атмосферного азота и выступающих в качестве почвоулучшителей. В связи с этим в настоящее время большое значение приобретают исследования, направленные на разработку экономичных ресурсосберегающих и экологически безопасных систем удобрения, позволяющих сократить количества минерального азота при полном раскрытии потенциала бобово-ризобияльного комплекса бобовых (Конончук В.В., 1999). Азотфиксация зависит от сельскохозяйственной культуры и условий азотного питания (Трепачев, 1999).

Цель исследования – определить влияние азотных удобрений на степень развития симбиоза у бобовых культур.

Схема микрополевого опыта включала варианты: фасоль без удобрения, фасоль N60P60K60; люцерна без удобрения, люцерна N60P60K60. Повторность – четырехкратная, расположение вариантов рядное. Площадь делянки 1 м². Минеральное удобрение (азофоска N16P16K16) вносили вручную перед посевом. В различные фазы вегетации отбирались по 3 растения с каждой учетной делянки. Корневая система отмывалась и проводилась визуальная характеристика развития симбиоза у бобовых культур на основе 6-бальной шкалы оценок (Вавилов, Посыпанов, 1983).

Установлено, что наибольшая степень развития бобово-ризобияльного комплекса отмечается в фазу созревания фасоли, на корнях которой развивается много крупных красных клубеньков. Люцерна образует несколько меньше крупных клубеньков, преимущественно розового цвета. Изучая динамику развития симбиотического аппарата, отметим, что первые признаки развития симбиоза на корнях фасоли и люцерны отмечаются уже в период всходов и максимального развития достигают в фазу цветения.

Внесение минеральных удобрений в дозе N60P60K60 не меняет степень развития симбиоза люцерны и приводит к уменьшению количества сформировавшихся клубеньков на корнях фасоли. Подавление процесса азотфиксации отмечается уже в фазу всходов и продолжается на более поздних стадиях развития растений.

Научный руководитель – канд. с.-х. наук, доцент Кадычегова А. Н.

Морфометрическая изменчивость конхологических признаков моллюска *Lymnaea auricularia* (Linnaeus, 1758) (Gastropoda, Lymnaeidae) из оз. Тере-Холь (Республика Тыва)

Шашкова Ю. И.

Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова, г. Абакан

Накопление данных, характеризующих разные типы изменчивости раковины брюхоногих моллюсков, из разных участков их ареала, чрезвычайно важно. Одним из часто встречающихся видов в малакофауне региона является *Lymnaea auricularia* (Linnaeus, 1758). *L. auricularia* населяет разные типы водоёмов и является эпидемиологически важным видом, как промежуточный хозяин некоторых трематод.

Целью исследования определили описание морфометрической изменчивости конхологических признаков моллюска *L. auricularia*.

Материалом для исследования послужили раковины *L. auricularia* (265 экз.), собранные автором в литоральной зоне высокогорного оз. Тере-Холь (Тере-Хольский р-он Республики Тыва; координаты: 50,637553° с. ш., 97,41223° в. д.). Измерения проводили с помощью окуляр-микрометра к бинокулярному микроскопу МБС-9, с точностью до 0,1 мм. Значения линейных параметров раковин *L. auricularia* были сгруппированы формальным способом в несколько размерно-возрастных классов (VI-XIII) с величиной классового интервала равной 2,5 мм и значением для нижней границы I класса – 0 мм. Для размерно-возрастных классов моллюсков, объёмы выборки для которых, составили не менее 10 экз. (5 из 8 классов) были рассчитаны лимиты, размах изменчивости, средняя арифметическая, среднее квадратическое отклонение (σ), коэффициент вариации (cv), доверительный интервал для генеральной средней. На основе значений линейных параметров рассчитали 10 конхологических индексов.

С порядковым номером класса в 1,8 раза возрастает средний размер высоты раковины (15,0-26,8 мм), причём cv уменьшается в 2 раза, имея при этом значения, не превышающие 5 % (2-4%).

Результаты анализа значений показателей изменчивости основных конхологических индексов позволяют определить среди них как самый изменчивый – отношение высоты завитка раковины к её высоте. Данный параметр, а точнее значения σ и cv – увеличиваются с порядковым номером класса, в 1,5 (0,04-0,06 мм) и 1,7 (7-12 %) раза, соответственно. Следует отметить, что значения показателей изменчивости основных конхологических индексов у моллюсков VII класса практически равны и только в VIII классе наблюдаем появление хиатуса в «поведении» значений этих параметров.

Научный руководитель - Драган С. В.

Демографические показатели и онтогенетическая структура *Saxifraga hirculus* L. в сообществах южной гипоарктической тундры долины реки Анабар

Шепелева И. М.

Северо-Восточный федеральный университет им. М. К. Аммосова,
г. Якутск

Изучены демографические показатели и онтогенетическая структура *Saxifraga hirculus* в различных типах местообитаний полигонально-валиковой тундры, проведен сравнительный анализ. Исследования проводились в период с 2013 по 2014 гг. на территории Республики Саха (Якутия) в Анабарском районе, п. Юрюнг-Хая. Конкретный участок мониторинговой точки находился в окрестностях поселка – координаты 73° 14' с.ш., 113° 49' в.д.

Сбор данных производился в период цветения вида (середина июля-начало августа). На мониторинговом участке было выбрано 8 ценопопуляций (далее ЦП), имеющих различные условия местообитания (валик, склон валика, мочажина, склон к реке, пойма и др.).

По данным 2013 г. ЦП *Saxifraga hirculus* – ЦП1, 2, 6 мы отнесли к нормальному, полночленному типу ценопопуляции, ЦП3 и ЦП8 отнесли к нормальному неполночленному типу, отсутствовали сенильные особи. По классификации «дельта-омега» (Животовский, 2001) ЦП1, 2, 6, 8 являются молодыми ($\Delta=0,28-0,33$; $\omega=0,45-0,48$), онтогенетические спектры левосторонние, ЦП3 – зреющая ($\Delta=0,33$; $\omega=0,67$), онтогенетический спектр центрированный. Индексы восстановления (Iв) и старения (Iс) ЦП показывают, что отношение прегенеративных особей к генеративным и постгенеративным находится в нормальном соотношении, что способствует к самоподдержанию и устойчивости ЦП.

В 2014 г. соотношение онтогенетических состояний в исследуемых ЦП в значительной степени отличалось от данных предыдущего года. Изученные ЦП – ЦП1, 2, 3, 5, 6, 7, 8 не имели субсенильных (ss) и сенильных (s) состояний. Также, в ЦП2 – 8 отсутствовали состояния g3, в ЦП1, 2, 3, 5 отсутствовали состояния g2. По классификации «дельта-омега» ЦП1, 2, 3, 5, 7, 8 являются молодыми ($\Delta=0,08-0,19$; $\omega=0,27-0,50$), ЦП6 – зреющая ($\Delta=0,24$; $\omega=0,64$). Одной из причин такого поведения ЦП вида может послужить поздний сход снежного покрова с территории исследования, который привел к смещению вегетационного периода.

Научный руководитель - д-р биол. наук Черосов М. М.

Структура донного сообщества нижнего течения реки Базаиха

Шмидт А. А.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Зообентос — важный элемент пресноводных экосистем, часто выступающий в роли надежного биодикатора экологического состояния водных объектов.

Предметом данного исследования является зообентос р. Базаиха. Базаиха — горная река в Красноярском крае, правый приток Енисея длиной около 128 км, впадающий в него в черте Красноярска. Приустьевой район реки принимает в себя сточные воды с близ расположенного населенного пункта и впадает в реку Енисей.

Целью работы является изучить видовую структуру донного сообщества и оценить качество воды реки Базаиха.

Отбор проб зообентоса проводился в июне-августе 2013 г. и в апреле-октябре 2014 г., на двух станциях: 9 км выше устья реки и в устье реки. Грунт представлен галечником. Отбор и первичную обработку проб зообентоса проводили стандартными гидробиологическими методами. В составе бентофауны отмечено 64 вида и таксона рангом выше вида, среди них преобладали личинки двукрылых — 22 таксона, поденок — 11, ручейников — 12, веснянок — 7.

За весь период исследования средняя численность донных беспозвоночных по всему водотоку составила 475 ± 186 экз./м²; средняя биомасса бентофауны — $5,43 \pm 2,54$ г/м². По плотности по всем станциям исследования преобладали личинки поденок *Ephemerella lenokii* и двукрылых *Pagastia orientalis*.

Анализ межгодовой динамики плотности зообентоса проведен в период июнь-июль 2013 и 2014 гг. и показал, что в 2013 г. численность зообентоса составила 356 ± 12 экз./м², биомасса — $3,34 \pm 1,82$ г/м². В 2014 г. численность зообентоса составила — 937 ± 265 экз./м², биомасса — $8,87 \pm 3,62$ г/м². Плотность бентофауны от 2013 г. к 2014 г. увеличилась, за счет развития личинок поденок, веснянок, ручейников и хирономид, что, скорее всего, обусловлено гидрологическими характеристиками реки в 2013 г. (v воды).

Оценка качества воды по зообентосу, на исследуемых станциях производилась по Биотическому индексу Вудивисса. В среднем по двум районам реки за период исследования качество воды можно охарактеризовать II классом качества, вода «слабо загрязненная».

Научный руководитель - канд. биол. наук, доцент Шулепина С. П.

Герпетобий трансформированных экосистем вблизи населенных пунктов Иволгино-Удинской котловины

Эрдынеева И. А.

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ

Актуальность изучения герпетобионтов характеризует их важную ролью в биоценозах и недостаточно изученностью в пределах города и пригорода г. Улан – Удэ. Целью является: изучение герпетобия трансформированных экосистем вблизи населенных пунктов Иволгино - Удинской котловины. Задачи: 1. Выявить видовой состав и динамическую плотность населения герпетобия; 2. Определить экологические группы по типу питания.

Материал был собран в летний период с июля по август 2013-2014 г.г. вблизи населенных пунктов города Улан-Удэ (Нижняя Иволга, Сотниково, Тальцы и 102 микрорайон). Исследованием охвачены два лесных трансформированных биотопа и два степных. Пробы отбирались по методике количественного учета почвенной мезофауны: ловушки Барбера. В ходе исследования выявлено 40 видов, относящихся к 23 родам и 16 семействам. Наиболее богатые в таксономическом отношении Н-Иволга (12 видов), затем п. Сотниково (11 видов), 102 микрорайон (7 видов), Тальцы (3 вида). Доминирующим семейством на трансформированных участках вблизи п. Сотниково являются сем. Tenebrionidae – 58,2%. В 102 микрорайоне доминирует семейство Carabidae - 46%. Вблизи п. Тальцы доминирует надкласс Murgioroda – 35,1%. Доминантами являются во всех биотопах *Poecilus gebleri* – Дауро – монгольский, степной вид, а субдоминантом чернотелка *Blaps rugosa* - это ксерофильный вид, высокая численность которых наблюдается в степных биотопах п. Сотниково и Иволга.

Высокая плотность наблюдается вблизи пос. Сотниково (3,2 лов./сут.), наименьшим показателем представлены Тальцы и 102 микрорайон в 2014 году (0,2лов./сут.).

Таким образом, население герпетобия трансформированных экосистем вблизи населенных пунктов Иволгино – Удинской котловины приурочены к степному месту обитанию, в составе много ксерофильных и степных мезофильных видов.

Научный руководитель - канд. биол. наук, доцент Доржиева О. Д.

Ранжирование территории по степени напряжения экологической ситуации на примере западной части Челябинской области

Янахов Д. Ф.

Челябинский государственный университет

Челябинская область является крупным промышленным регионом, в связи с чем природные комплексы испытывают сильнейший антропогенный пресс.

Целью нашей работы явилось применение метода ранжирования территории по двум критериям – геодинамической устойчивости и экологической ситуации на примере промышленно развитой западной части области. Одним из этапов работы явилось создание эколого-геологической схемы, с выделением типов ландшафтов с различным сочетанием устойчивости природных комплексов и их экологическим состоянием в зависимости от степени антропогенной нагрузки.

В пределах исследуемой площади выделено и закартировано 7 типов ландшафтов: 1) структурно-денудационное среднегорье; 2) ландшафты структурно-денудационного и эрозионно-денудационного низкогорья; 3) плоские вершины, пологие склоны и подножья хребтов и возвышенностей; 4) предгорные, слабо расчлененные и возвышенные структурно-денудационные равнины; 5) аллювиальные и делювиально-аллювиальные аккумулятивные равнины; 6) озерные, болотные и биогенные аккумулятивные равнины; 7) техногенный ландшафт. Учитывая сочетание факторов геодинамической устойчивости ландшафтов и антропогенной нагрузки на них, выявлены площади, которые ранжированы по сложившейся экологической ситуации в соответствии со шкалой: кризисная, напряженная и удовлетворительная.

В ходе исследования выявлено:

для большей части территории характерна низкая геодинамическая устойчивость. Наибольшие изменения в ландшафтах происходят в радиусе воздействия предприятий горнодобывающей отрасли, черной металлургии и производства огнеупоров. Влияние степени антропогенной нагрузки в пределах района неоднородно. В наибольшей степени деградируют ландшафты равнин и речных долин, поскольку они не обладают устойчивостью к техногенному воздействию, и именно здесь размещены крупные хозяйственные объекты.

Лучше всего сохранились ландшафты средне- и низкогорья, геодинамически более устойчивые и не подвержены воздействию промышленности.

Научный руководитель – канд. геогр. наук, доцент Грачева И. В.

ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ

УДК 577.2

Изменение экспрессии мозгового нейротрофического фактора в дорсальном ядре шва головного мозга в ходе продолжительного стресса

Агарина Н. П., Баблюк Е. В.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН

Мозговой нейротрофический фактор (brain-derived neurotrophic factor, BDNF) является важным регулятором жизнеспособности нейронов. Экспрессия BDNF в мозге может меняться при неблагоприятных воздействиях. Индуцированное стрессом снижение экспрессии BDNF в гиппокампе полагают одной из причин развития нейродегенеративных психопатологий. Серотонинергические ядра шва мозга также вовлекаются в нейроэндокринные и психо-поведенческие ответы на стресс, однако влияние стресса на экспрессию в них BDNF остается неясным. Целью работы было исследовать влияние стресса принудительного плавания, которому подвергали взрослых самцов крыс 1 раз в день в течение 1, 2, 7 или 14 дней, на морфологию клеток дорсального ядра шва (DRN), а также на уровень белка BDNF в клеточных телах серотонинергических нейронов, локализованных в данном ядре. Эти параметры исследовали через сутки после последнего сеанса плавания иммуногистофлуоресцентным методом. После 1-2-дневного плавания уровень иммунореактивности BDNF в DRN стрессированных крыс не отличался от его значений у нестрессированных животных. В то же время принудительное плавание в течение 7 или 14 последовательных дней приводило к достоверному снижению уровня белка BDNF в DRN. Однако индуцированное стрессом снижение уровня нейротрофина не сопровождалось нарушениями морфологии или размеров серотонинергических клеток. Снижение уровня BDNF в DRN после продолжительного стрессорного воздействия может быть обусловлено как угнетением его вероятного синтеза клетками этого отдела мозга, а также являться результатом хорошо известного подавления экспрессии BDNF в гиппокампе и связанного с этим уменьшения его поступления в серотонинергические клетки DRN путем ретроградного транспорта.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-04-07855.

Научный руководитель – д-р биол. наук Шишкина Г. Т.

Поведенческие эффекты лития в тесте принудительного плавания у крыс

Айриянц К. А., Сухарева Е. В.

Новосибирский государственный университет,
Институт цитологии и генетики СО РАН

Литий применяется при терапии депрессии в качестве добавки к классическому антидепрессанту, усиливая его действие. Возможность использования лития для монотерапии заболевания или его профилактики не очевидна и требует дальнейшей проверки на животных. Целью данной работы было исследовать на крысах эффекты кратковременного (двукратного) и более длительного (в течение 7 дней) введения хлорида лития на развитие клинически сопоставимого симптома – поведенческой беспомощности – в тесте Порсолта. Этот тест состоит из двух сеансов принудительного плавания в неизбежных условиях, являющихся для грызунов сильным стрессором. В течение первого сеанса (претеста) провоцируется состояние поведенческой беспомощности, проявляющееся к концу первого плавания и, особенно, через сутки в течение второго, тестового сеанса, в котором обычно и анализируются эффекты препаратов и воздействий на индуцированное претестом депрессивно-подобное поведение. Предварительное длительное, но не кратковременное, введение лития усиливало индукцию депрессивно-подобного поведения в претестовом плавании, на что указывает увеличенная продолжительность пассивного поведения этих животных в претесте. В тесте животные обеих групп после введения лития проявляли антидепрессантный фенотип: у них позже, чем у контрольных животных, появлялись первые симптомы поведенческой беспомощности, а продолжительность пассивного поведения была меньше. Анализ временной динамики этих эффектов выявил наибольший эффект лития на первых минутах плавания. Таким образом, литий, как при непродолжительном, так и при длительном воздействии влияет на поведение в условиях стресса принудительного плавания.

Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-00132

Научный руководитель – д-р биол. наук Шишкина Г. Т.

Влияние оверэкспрессии гена альфа-синуклеина на когнитивные функции у мышей

Башкатова М. В.

Новосибирский государственный университет

Институт физиологии и фундаментальной медицины, г. Новосибирск

К наиболее актуальным проблемам науки на сегодняшний день относятся нейродегенеративные заболевания, в том числе малоизученной остается такая разновидность синуклеинопатий, как болезнь Паркинсона. Для понимания механизмов патогенеза болезни Паркинсона и разработки нейропротекторных терапий возникает необходимость использования адекватных экспериментальных моделей на животных. Трансгенная линия мышей B6.Cg-Tg(PrNp-SNCA*A53T)23MKLE/J (B6.Cg-Tg) которая отличается оверэкспрессией A53T мутантной формы гена человеческого альфа-синуклеина, весьма перспективна в качестве генетической модели болезни Паркинсона. Она широко используется в исследованиях патогенеза болезни Паркинсона, однако до сих пор на данной модели не проводилась оценка когнитивных способностей. Целью работы было сравнение когнитивных функций мутантной линии (B6.Cg-Tg) и контрольной линии мышей (C57BL6j) в 5-месячном возрасте. Для оценки когнитивных функций на самцах мутантной и контрольной линий мышей были проведены следующие поведенческие тесты: тест открытого поля, тест Барнс, Т-образный лабиринт. Когнитивные функции самок обеих линий исследовались в тестах IntelliCage.

Самцы B6.Cg-Tg демонстрировали повышение локомоторной активности относительно контрольной линии в тесте открытого поля. В тестах IntelliCage и Т-образный лабиринт не было выявлено достоверных изменений когнитивных функций мышей линии B6.Cg-Tg в сравнении с контрольной линией. Однако в тесте Барнс наблюдались значимые отклонения показателей, связанных с латентным временем нахождения целевой лунки, как во время обучения, так и на стадии тестирования, что свидетельствует о наличии когнитивных дефицитов у мышей линии B6.CgTg.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №15-54-52029_ННС-а).

Научный руководитель - д-р биол. наук, доцент Амстиславская Т. Г.

**Влияние хлорида лития на экспрессию генов нейропластичности
в мозге взрослых крыс**

Быкова Е. И.

Новосибирский государственный университет

Соли лития уже более 65 лет активно используются для терапии острой мании, депрессии и биполярных расстройств, в качестве стабилизаторов настроения, в дополнение к использованию антидепрессантов. Нарушения психоэмоциональной сферы в большинстве своем провоцируются и усугубляются стрессорными факторами жизни. Действие стресса на мозг сопровождается нарушением нейропластических процессов, непосредственное участие в поддержании которых принимают белки мозгового нейротрофического фактора - BDNF и белок, препятствующий гибели клеток - Bcl-xL. Изменение их экспрессии под действием лития может являться одной из причин позитивных эффектов терапии. В связи с этим целью нашей работы стало определение эффектов двух- и семидневного введения хлорида лития (84 мг/мл/кг) на уровень экспрессии генов *bdnf* и *bcl-xl* в отделах мозга взрослых самцов крыс после стресса вынужденного плавания. Уровни экспрессии генов *bdnf* и *bcl-xl* определяли методом ПЦР в реальном времени, с использованием наборов TaqMan®, и рассчитывали относительно экспрессии бета-актина методом ddCt. Влияние воздействий оценивали однофакторным дисперсионным анализом, достоверность различий между группами устанавливали согласно критерию Фишера. Несмотря на узкий терапевтический диапазон хлорида лития и его токсичность в высоких дозах, применяемая в наших опытах доза нейролептика не влияла на массу тела животных на протяжении всего эксперимента. Двухдневное введение соли лития не привело к изменению количества транскриптов *bdnf* и *bcl-xl* ни в одном из исследованных отделов мозга стрессированных плаванием животных. Семидневное введение нейролептика достоверно уменьшило уровень мРНК *bdnf* и снизило, не достигая достоверности, количество транскриптов *bcl-xl* в гиппокампе, что, по данным литературы, ассоциировано со сниженным уровнем нейропротекции.

Таким образом, примененная доза нейролептика не сопровождается изменениями экспрессии генов нейропластичности в направлении увеличения жизнеспособности клеток мозга.

Научный руководитель – д-р биол. наук, доцент Калинина Т. С.

**Физиологические особенности окологонадной жировой ткани
в зависимости от присутствия в ней разобщающего белка UCP1**

Гурков Н. А., Лаптева М. И.

Красноярский государственный педагогический университет
им. В. П. Астафьева

Новая разновидность жировых клеток – бежевые адипоциты, по наличию разобщающего белка UCP1, мультилокулярному распределению жира сходны с бурыми адипоцитами. В отличие от них эти клетки происходят от другой клеточной линии предшественников, диффузно распределены в депо белого жира. Сведения о функциях UCP1 содержащих бежевых адипоцитов неоднозначны. Целью исследования являлся анализ физиолого-биохимических показателей жировых тканей мышей ICR, в окологонадном жире которых обнаружен белок UCP1.

Белок UCP1 был идентифицирован с помощью иммуноблоттинга в окологонадном жире у 69% мышей, содержащихся при 23 °С. Присутствие UCP1 в окологонадном жире не отражалось на показателях массы тела, массы жировых депо. Содержание ДНК было в 2 раза выше в образцах окологонадного жира с белком UCP1 по сравнению с образцами, в которых он отсутствовал ($p < 0,05$); скорость потребления O₂ и содержание общего белка существенно не различались. Ежедневные 9-ти часовые экспозиции мышей при 10 °С не повлияли на массу окологонадного жира, содержание в нем ДНК, общего белка, а также на частоту выявления в нем UCP1. Как и в эксперименте с животными, адаптированными к теплу, в пробах окологонадного жира с UCP1 содержание ДНК было в 3,4 раза выше, чем в образцах без UCP1 ($p < 0,05$).

Так как явление полиплоидии не свойственно жировым тканям, содержание ДНК пропорционально содержанию клеток. По многочисленным данным содержание непосредственно UCP1 позитивных клеток в окологонадном жире не превышает 1-5%. Поэтому обнаруженные в работе факты могут отражать участие UCP1-содержащих бежевых адипоцитов в регуляции тканевого гомеостаза жировых депо.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Елсукова Е. И.

Оптогенетическая стимуляция повышает экспрессию анти-апоптозного белка Bcl-xL в глутаматергических нейронах гиппокампа

Дрозд У. С.

Новосибирский государственный университет

Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Управление активностью клетки при помощи светочувствительных ионных каналов – оптогенетика становится распространенным подходом современной нейробиологии для анализа функции нейронов, в том числе и влияния разрядной активности нейронов на экспрессию их генов. Обнаруженная ранее в нашей лаборатории ассоциация высокого уровня анти-апоптозного белка Bcl-xL в гиппокампе при стрессе с устойчивостью к стресс-индуцированной психо-поведенческой патологии может быть связана с возможной зависимостью экспрессии этого белка от разрядной активности нейронов гиппокампа - одной из основных структур мозга, отвечающих на стресс. Для проверки этой гипотезы нейронам гиппокампа придавали чувствительность к свету путем их трансфекции аденоассоциированными вирусами серотипа-1/2, несущими ген каналородопсина (ChR2h134-YFP). Вирусные векторы были собраны, очищены и сконцентрированы в нашей лаборатории на основе плазмид, созданных группой К. Deisseroth (США). В этих векторах экспрессия каналородопсина контролируется промотором САМКIIа, активным только в глутаматергических нейронах. В качестве контроля использовали вектор AAV-САМКIIа-EGFP, имеющий те же компоненты, что и фото-вектор, за исключением фото-канала. Векторы вводили новорожденным крыскам в желудочки головного мозга под холодовым наркозом. Эта процедура не влияла на рост и развитие животных. В 3-недельном возрасте в гиппокампе и прилежащих областях головного мозга крыс наблюдалась активная экспрессия фото- и контрольного векторов. В гиппокамп этих животных, под наркозом, по оптоволокну подводили импульсы синего света (460 нм), что повышало разрядную активность нейронов, экспрессирующих каналородопсин. Иммуногистохимический анализ, проведенный через 30 мин после стимуляции мозга светом, подтвердил активацию нейронов у подопытной группы животных повышенной экспрессией гена раннего ответа c-fos. Кроме того, фоточувствительные нейроны демонстрировали повышенный уровень экспрессии анти-апоптозного белка Bcl-xL. Таким образом, установлено, что экспрессия анти-апоптозного белка Bcl-xL в глутаматергических нейронах гиппокампа индуцируется повышением разрядной активности этих нейронов.

Работа поддержана грантом РФФ № 14-15-00115.

Научный руководитель - канд. биол. наук Ланшаков Д. А.

Исследование противоопухолевой активности гемопоэтических клеток костного мозга при совместном введении с низкими дозами противоопухолевых препаратов.

Евсюкова В. С.

Новосибирский государственный университет.

Одной из причин повышенной частоты рецидивов онкологических заболеваний и низкой общей выживаемости после высокодозовой химиотерапии является возникновение иммунной толерантности, которая значительно снижает противоопухолевый ответ организма. Трансплантация гемопоэтических стволовых клеток нацелена на повышение неспецифического иммунного ответа, что приводит к увеличению противоопухолевого ответа. Вместе с тем, низкие дозы цитостатиков способны влиять на иммуносупрессивные клетки, снижая иммунную толерантность к опухоли.

В работе был применён комплексный подход, направленный на изучение совместного действия низких доз цитостатиков, совместно с иммуномодулирующими гемопоэтическими клетками на клетки меланомы В16F10. Цель работы состояла в исследовании влияния гемопоэтических клеток костного мозга и низких доз цитостатиков на жизнеспособность клеток меланомы В16F10.

Жизнеспособность опухолевых клеток, которые предварительно совместно культивировали с цитостатиками и гемопоэтическими клетками костного мозга в течение 72 часов, оценивали при помощи МТТ-теста. Полученные результаты статистически обрабатывали с использованием программы Statistica 6,0. Результаты рассчитывали как среднее значение \pm стандартное отклонение от трех независимых экспериментов в трех повторах. Полученные данные проверяли на нормальность распределения согласно критериям Колмогорова-Смирнова.

В результате было показано, что совместное культивирование клеток меланомы В16F10 с гемопоэтическими клетками костного мозга приводит к снижению жизнеспособности клеток меланомы до 60-70%. При добавлении цитостатиков к клеткам в используемых концентрациях также происходило снижение процента жизнеспособности клеток меланомы до 60 %. При совместном культивировании клеток меланомы с ГСК и низкими дозами цитостатиков жизнеспособность клеток меланомы значительно снижается в группах с метоксантроном (до 38%), алексаном (до 32%) и фторурацилом (до 44%). В группе с метотрексатом жизнеспособность клеток меланомы не изменялась.

Научный руководитель – канд. биол. наук Соловьева А. О.

Исследование изменения экспрессии генов аутистического спектра в гиппокампе у самцов мышей с нарушениями социального поведения

Карпушина А. А., Галямина А. Г.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Способность взаимодействовать с окружающими лежит в основе социального поведения и нормального развития индивида. Полагают, что выраженные расстройства социального поведения могут быть следствием развития симптомов аутистического спектра, к которым относятся ухудшение социализации, низкий уровень общительности и стереотипное поведение. В данной работе мы исследовали изменения экспрессии генов аутистического спектра в гиппокампе самцов мышей с нарушениями социального поведения, развивающимися под влиянием формирования тревожно-депрессивного расстройства при повторных опытах агонистических взаимодействий.

У самцов мышей с опытом поражений были выявлены нарушения в социальном поведении. Так, эти животные демонстрировали существенно меньший интерес к незнакомому партнеру: меньше подходили к нему или замирали при его подходе, либо вообще предпочитали избегать его. Так же у этих самцов были выявлены снижение исследовательской активности в свободном поведении и увеличение стереотипного поведения, по сравнению с контролем. Эти признаки были схожими с теми, которые используются на моделях животных с расстройствами аутистического спектра.

Гиппокамп для исследования выделяли у трёх контрольных особей и трёх самцов мышей, подвергнутых негативному опыту агонистических конфронтаций. Анализируя базы данных РНК-seq целого транскриптома гиппокампа у животных с нарушениями социального поведения, было обнаружено увеличение в экспрессии некоторых генов, которые связаны с аутизмом, таких как *Shank2*, *Reln*, *Nlgn2*, *Pcdh10*, *Arx*. Мы рассматриваем нарушения в социальных взаимодействиях животных, стереотипное поведение и изменения экспрессии генов, связанных с аутизмом, в рамках коморбидности развития других заболеваний, в данном случае таких, как депрессия и/или тревожность, которые развиваются под влиянием хронического социального стресса.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант №16-04-00905).

Научный руководитель - канд. биол. наук Коваленко И. Л.

Влияние сверх-экспрессии серотонинового 5-НТ7 рецептора в гиппокампе мышей на поведение и уровень мРНК генов серотониновой системы мозга.

Ковецкая А. И.

Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

5-НТ7 рецептор – последний идентифицированный и малоизученный рецептор, опосредующий действие нейромедиатора серотонина на нейроны. Имеются данные о том, что этот рецептор принимает участие в патогенезе депрессии и тревожности. Также показано, что 5-НТ7 рецептор *in vivo* модулирует функциональную активность 5-НТ1А рецептора. Однако роль этого взаимодействия в регуляции поведения не установлена. Целью данной работы являлось изучение влияния сверх-экспрессии гена 5-НТ7 рецептора в гиппокампе мышей на поведение и экспрессию ключевых генов серотониновой системы мозга.

Для обеспечения сверх-экспрессии 5-НТ7 рецептора в гиппокампе мышей, первой экспериментальной группе животных интрагиппокампадно вводился сконструированный в лаборатории нейрогеномики поведения ИЦиГ СО РАН адено-ассоциированный вирус, несущий рекомбинантную плазмидную ДНК, кодирующую 5-НТ7 рецептор и зеленый флуоресцентный белок. Второй группе вводилась аналогичная конструкция без гена 5-НТ7 рецептора. Третьей группе вводился физиологический раствор.

Результаты эксперимента показали, что у животных из первой группы по сравнению с третьей, достоверно возросла двигательная активность в тесте открытого поля. В тестах подвешивания за хвост и тесте на каталепсию различий между группами обнаружено не было. Методом количественной ОТ-ПЦР в режиме реального времени было установлено, что в гиппокампе мышей из первой группы достоверно увеличивается уровень мРНК 5-НТ7 рецептора по сравнению со второй и третьей группами, а также снижается уровень мРНК 5-НТ1А рецептора по сравнению с первой группой. В тоже время различий по уровню мРНК 5-НТ7, 5-НТ1А рецепторов, триптофангидроксилазы-2, моноаминоксидазы А и серотонинового транспортера в среднем мозге не обнаружено. Таким образом, сверх-экспрессия гена 5-НТ7 рецептора в гиппокампе не оказывает существенного влияния на исследованные виды поведения, но, в тоже время модулирует экспрессию гена 5-НТ1А рецептора, что подтверждает данные о взаимодействии этих рецепторов *in vivo*.

Научный руководитель – канд. биол. наук Кондаурова Е. М.

Вспомогательные репродуктивные технологии в создании криобанка генетических ресурсов семейства Кошачьих (*Felidae*)

Кожевникова В. В.

Новосибирский государственный университет

На сегодняшний день вспомогательные репродуктивные технологии (ВРТ) позволяют не только лечить в клиниках бесплодие у человека, но и сохранять генофонд исчезающих видов животных. Семейство кошачьих (*Felidae*) включает в себя 39 видов, причем 25 из них присвоен статус «вымирающие» или «уязвимые» виды (в соответствии с IUCN Red list).

Целью данного исследования являлось оптимизация протоколов криоконсервации семени кошачьих, созревания ооцитов *in vitro*, а также получения эмбрионов методом экстракорпорального оплодотворения (ЭКО) для создания криобанка гамет и эмбрионов кошачьих.

В качестве модельного объекта была выбрана домашняя кошка (*Felis catus*), на которой отрабатывались и оптимизировались данные протоколы. Ооциты и сперматозоиды домашней кошки были получены в клиниках г. Новосибирска после плановых операций кастрации и стерилизации. Криоконсервация эпидидимального семени домашних котов проводилась в соломинах в парах жидкого азота с использованием 2 типов коммерчески доступных криопротекторов: CaniPlusChill (Minitube, Германия) и SpermFreeze (FertiPro, Бельгия). Жизнеспособность семени после процедуры замораживания/оттаивания оценивалась с использованием набора VitalScreen (FertiPro, Бельгия), а также флюоресцентных красителей (SYBR/green, PI) с дальнейшей конфокальной микроскопией. Ооциты, извлекаемые из яичников после стерилизации, характеризуются своей незрелостью, поэтому их культивировали в различных по составу средах, содержащих лютеинизирующий и фолликулостимулирующий гормоны. Также проводилось изучение краткосрочного (24 часа) и долгосрочного (48 часов) культивирования ооцитов с использованием различных культивационных сред и комбинаций гормонов, в том числе и ростовых факторов.

В ходе исследования SpermFreeze был выбран как наиболее оптимальный криопротектор для замораживания семени домашнего кота, который будет использован для криоконсервации сперматозоидов исчезающих видов. Кроме того, была выбрана наиболее подходящая культивационная среда для ооцитов и сочетание гормонов, необходимых для успешной подготовки ооцитов к оплодотворению *in vitro*.

Научный руководитель – д-р биол. наук Амстиславский С. Я.

Изучение фармакологического эффекта литийсодержащей композиции на поведенческие нарушения у мышей, вызванные хронической алкогольной интоксикацией

Котлярова А. А.

Научно-исследовательский институт клинической и экспериментальной лимфологии, г. Новосибирск

Осложнения со стороны нервной системы, связанные с алкоголизмом представляют собой актуальную медико-социальную и экономическую проблему.

Цель работы – оценить влияние биологически активной литийсодержащей субстанции на параметры условно-рефлекторной активности на модели хронической алкогольной интоксикации.

Материалы и методы. В работе использовались нелинейные мыши – самцы, массой 25-30 г. Алкогольную интоксикацию моделировали путем внутрижелудочного введения в течение 5 недель 40%-ного водного раствора этилового спирта (3 г/кг массы тела) в сочетании с 5% - м раствором этилового спирта в качестве питья *ad libitum*. Через 2 недели алкоголизации были сформированы группы введения: карбонат лития, цитрат лития, сорбент - носитель, и сорбент, модифицированный цитратом лития. Параметры условно-рефлекторной активности определяли на 7е, 14е, 21е сутки после начала введения исследуемых веществ в тестах: условный рефлекс пассивного избегания (УРПИ), тест Порсолта. Обработку результатов осуществляли при помощи статистической программы STATISTICA 8.0.

Результаты и выводы: Установлено, что исследуемая литийсодержащая композиция способствует увеличению: количества обучившихся УРПИ мышей, процента помнящих об ударе током животных по сравнению с негативным контролем, а также - длительности латентного времени иммобильности в сравнении с негативным контролем. Предлагаемая лекарственная форма лития, (иммобилизованного на сорбент-носитель) оказывает комплексное нейротропное действие, проявляя антитоксические свойства на фоне длительного введения этанола.

Научные руководители – д-р мед. наук, проф. Летягин А. Ю.,
д-р биол. наук, проф. Толстикова Т. Г.

Отдаленные поведенческие последствия применения малых доз дексаметазона в неонатальном периоде

Кулешова А. Е.

Новосибирский государственный университет

Дексаметазон – синтетический аналог глюкокортикоидов, индуцирующий созревание легочной ткани, широко применяется в неонатальной медицине для предупреждения гибели детей, родившихся преждевременно. Вместе с тем, применение больших доз глюкокортикоидов в неонатальной практике может приводить к нарушениям развития головного мозга, нередко сопровождающимся видимыми нарушениями поведения. Однако негативные последствия неонатального применения малых доз глюкокортикоидов, которые в дальнейшем могут проявляться в виде нарушений поведения, до сих пор изучены недостаточно.

В данной работе были изучены ранние и отсроченные поведенческие последствия применения дексаметазона в неонатальном периоде в обычных условиях и на фоне последующего эпизода кратковременной аноксии. На 3 день жизни крысята линии Вистар подверглись воздействию: (А) дексаметазоном, 0,2 мг/кг; (В) аноксии, в течение 10 минут; (С) последовательному воздействию дексаметазоном и аноксией, через 4 часа; (D) либо получили инъекцию физиологического раствора.

Через 3 дня после воздействия дексаметазоном у животных было выявлено снижение двигательной активности в новой обстановке. В дальнейшем, на 80 день жизни в тесте вынужденного плавания показано, что неонатальное применение дексаметазона приводит к уменьшению продолжительности пассивного плавания ($F(1, 29)=3.15, p=0.043$) и увеличению времени «очень активного» плавания ($F(1,29)=3,78, p=0.031$). Неонатальный эпизод аноксии независимо от дексаметазона приводил к увеличению продолжительности пассивного плавания в тесте Порсолта ($F(1, 29)=5,1928, p=0,015$).

Таким образом, показано, что даже малые дозы дексаметазона, аналогичные применяемым в перинатальной медицине, способны вызвать как ранние, так и отсроченные изменения поведения животных.

Научный руководитель – канд. биол. наук Меньшанов П. Н.

Идентификация разобщающего белка 1 в белой жировой ткани пашенной полевки (*Microtus agrestis*) и восточноазиатской мыши (*Apodemus peninsulae*)

Лаптева М. И., Гурков Н. А.

Красноярский государственный педагогический университет
им. В. П. Астафьева.

Важнейшим эффектором несократительного термогенеза у млекопитающих является бурая жировая ткань. В последние годы список потенциальных термогенных эффекторов расширился за счет бежевой жировой ткани, сарколипин-зависимого разобщения Са насоса в скелетных мышцах. Бежевые адипоциты, как и бурые адипоциты, содержат митохондрии с разобщающим белком UCP1, но локализованы в депо белого жира. Сведения об их функциях и термогенных свойствах неоднозначны. Одним из подходов к выяснению функций этих клеток, их роли в адаптивных стратегиях может быть наблюдение за динамикой бежевого жира у животных в природных популяциях. Целью нашей работы была идентификация белка UCP1 как основного маркера бежевых адипоцитов в депо белого жира грызунов из природных популяций.

Пашенные полевки *Microtus agrestis* (n=5) и восточноазиатские мыши *Apodemus peninsulae* (n=5) отловлены с помощью ловушек Геро в июле 2015 г. в природном парке Ергаки. Время от гибели животного до выделения жировых тканей не превышало 5-ти ч. У животных обоих видов белая жировая ткань была сильно редуцирована, подкожный паховый жир имел розовый цвет с буроватыми вкраплениями. Гомогенаты жировых тканей транспортировали в жидком азоте в лабораторию и идентифицировали в них UCP1 с помощью иммуноблоттинга. UCP1 присутствовал во всех пробах межлопаточного бурого жира, в паховом жире выявлялся в 4-х из 5-ти проб и у мышей, и у полевок.

Полученные результаты впервые продемонстрировали присутствие UCP1-содержащих клеток в подкожном белом жире свободнообитающих грызунов. Можно предположить, что в условиях выраженных суточных температурных градиентов, свойственных горным районам Сибири, бежевый жир имеет преимущества в качестве дополнительного источника тепла по отношению к другим механизмам терморегуляции.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Елсукова Е. И.

Метаболические особенности эритроцитов мышей в условиях производственных выбросов города Норильска

Лескова И. Б.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск
ФГУ "НИИ медицинских проблем севера" СО РАМН, г. Красноярск

Норильск – один из городов с наиболее высоким уровнем загрязнения атмосферы. Чрезвычайно серьезная экологическая ситуация при этом осложняется природно-климатическими условиями. ПДК превышены по диоксиду серы – в 7 раз, по оксиду никеля – в 2,15 раза, по диоксиду азота – 1,4 раза, по оксиду меди – в 2,25 раза.

Цель данного исследования - оценить влияние экологической обстановки г. Норильска на активность НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ эритроцитов лабораторных мышей.

Объектом исследования являлись эритроциты крови лабораторных мышей самок ICR, полученных в питомнике «Вектор».

Активность НАД(Ф)-зависимых дегидрогеназ определялась биолюминесцентным методом. Всего обследовано 20 самок мышей (9-тимесячных в конце исследования): 10 – проживали 6 месяцев в г.Норильске, 10 контрольных – в виварии ВУЗа. У мышей, находившихся в городе Норильске, обнаружено достоверное повышение активности глицерол-3-фосфатдегидрогеназы (ГЗФДГ) - 0,400 (0,340;0,440) в эритроцитах крови по сравнению с группой контроля - 0,045 (0,043;0,047), при $P=0,009$. Уровень активности глутатионредуктазы (ГР) экспериментальной группы мышей также достоверно увеличивается - 3,840 (3,644;5,475) в отличие от контрольной - 2,186 (1,912;2,197), $P=0,009$. На ряду с этим, наблюдается достоверное снижение активности анаэробной реакции лактатдегидрогеназы (обр.ЛДГ): экспериментальная группа - 26,560 (25,291;27,500); контрольная - 69,015 (65,986;85,279), $P=0,009$. Предполагается, что повышение активности ГЗФДГ в эритроцитах может происходить на уровне ретикулоцитов. Увеличение активности ГР вероятно связано с адаптационной реакцией эритроцитов. Ингибировать активность обр. ЛДГ способны тяжелые металлы, непосредственно связываясь с сульфгидрильной группой фермента.

Таким образом, в эритроцитах мышей под воздействием экологической обстановки г. Норильска отмечается активация адаптационных процессов на фоне понижения энергетических возможностей. В свою очередь, нарушение выработки АТФ в эритроцитах способно нарушить ионный баланс клетки с последующим сокращением продолжительности жизни клеток.

Научный руководитель - канд. биол. наук, доцент Аكوпова Ю. С.

Возрастные различия в осцилляторной активности мозга на начальном этапе решения дивергентной задачи.

Приводнова Е. Ю.

Институт физиологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Согласно современным психометрическим работам физиологическое старение сопровождается длительной сохранностью творческих способностей, однако нейрофизиологические механизмы, обеспечивающие поддержание этих способностей, не изучены. Мы исследовали возрастную специфику временной динамики изменений индуцированной предъявлением дивергентной задачи электрической активности мозга (ERSP). В исследовании принимали участие испытуемые младшей (МВГ, N=80, 22,6 ± 3 года) и старшей (СВГ, N=80, 63,4 ± 6,7 года) возрастных групп. Обе группы были сбалансированы по полу. Анализировали ERSP в индивидуальных частотных диапазонах ЭЭГ в интервалах 200-400, 400-600 и 600-800 мс после предъявления задачи.

Выявлены возрастные различия во временных паттернах изменений ERSP в тета и альфа 3 частотных диапазонах. В тета частотном диапазоне в СВГ наблюдается меньшая десинхронизация ритма в передних отделах мозга по сравнению с МВГ. Также для пожилых испытуемых характерна стабильность градиента фронтально-париетальной активации на всем временном интервале исследования, тогда как в МВГ он присутствует только во временном интервале 200-400 мс. На частоте альфа 3 ритма в СВГ выявлено уменьшение десинхронизации в париетально-окципитальной области в 600-800 мс по сравнению с более ранними временными интервалами. В СВГ обнаружены достоверные корреляции ERSP в альфа 3 частотном диапазоне с оригинальностью и ERSP в бета 1 диапазоне со скоростью решений, тогда как в МВГ отсутствовали достоверные связи между ЭЭГ-активностью и эффективностью решения задачи.

Выявленные возрастные различия осцилляторной активности могут отражать различные пути решения вербальной креативной задачи. По-видимому, в связи с ограниченностью ресурсов испытуемые СВГ используют более экономный подход и сокращают количество стадий обработки информации, используя сложившиеся в течение жизни оптимальные стратегии.

Научный руководитель - д-р биол. наук, проф. Вольф Н. В.

Влияние поведения на рост и отдельные показатели размножения американской норки

Пупкова А. Е.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Доместикация оказала немало влияния на различные составляющие жизни животных: на окраску тела, размеры и пропорции тела, поведение и тому подобное.

На Экспериментальной звероферме мы имеем линии американской норки, различные по поведению: животные с агрессивной оборонительной реакцией на человека и ручные животные. И уже встает вопрос уже не только о фенотипическом проявлении и изменении форм в зависимости от изменения поведения, но и уже о физиологической компоненте: организм как целостная система, гармоничная и сбалансированная, с измененными характеристиками иначе реагирует на различные факторы. Целью работы было исследовать разницу в физиологических параметрах роста и размножения американской норки в зависимости от типа поведения животных.

Динамика роста измерялась на норчатах 70, 80 и 90 дней жизни, на самцах и самках отдельно. И было замечено, что агрессивные норки растут быстрее и динамика увеличения размеров тела у них выше по сравнению с ручными. В дальнейшем мы проводили изучение реакции животных на фотопериодизацию – увеличение светового дня, и влияние этого фактора на показатели размножения. Период гона у норок приходится на начало марта, к этому моменту организм должен быть подготовлен для успешного размножения и вынашивания самкой здорового потомства. Проводилось изучение развития «петли» от 2 до 5 баллов, из чего было показано, что более быстрые сроки по ее увеличению наблюдались у агрессивных самок норок. Затем была высчитана длительность подготовки организма самки к периоду размножения: время высчитывалось от 21 декабря, т.е. от момента увеличения светлого времени суток, до момента ее первого спаривания с самцом. Относительно данного параметра можно говорить о том, что агрессивные норки лучше реагируют на изменение фоториода и время подготовки к гону занимает меньше времени, чем у ручных норок, при этом этот показатель имеет меньший разброс во времени и вариативности, чем у ручных норок.

Научный руководитель – д-р биол. наук, доцент Трапезов О. В.

Особенности ЭЭГ реакций у русских и тувинцев при распознавании лицевых эмоций

Рымарева Ю. М.

Новосибирский государственный университет

Актуальность исследования этнических особенностей реагирования испытуемых на социально значимые стимулы связана с необходимостью сравнительного изучения генетической и психологической специфики у представителей разных народов для развития персонализированной медицины. В нашей работе изучены межэтнические особенности взаимосвязи между аллельными полиморфизмами транспортера серотонина и коррелятами личностных свойств, полученных при нейровизуализации (ЭЭГ, фМРТ), роль психологических, генетических и гендерных факторов в формировании эмоциональных и когнитивных оценок лицевых эмоций.

Показано, что межэтнические различия на ЭЭГ отражены в частотных диапазонах тета (4-8 Гц) и бета2 (16-20 Гц) ритмов. Для тувинцев в сравнении с русскими была характерна большая амплитуда ЭЭГ реакции в тета диапазоне, и меньшая амплитуда в бета2 диапазоне. Полученные данные могли бы быть интерпретированы как показатели большей вовлеченности механизмов аффективных оценок у тувинцев и большей вовлеченности когнитивного контроля у русских.

При анализе фМРТ данных в обеих группах эффект эксплицитной личностной тревожности был локализован в язычной, клиновидной и преклиновидной, задней поясной извилинах, правом островке, правом лентокулярном ядре и скорлупе, правой нижней лобной извилине. Эффект имплицитной личностной тревожности был выявлен в левой и правой средней лобной извилине, левой верхней и нижней лобной извилине, передней поясной извилине. Эффект обоих типов тревожностей был ассоциирован с генетическим эффектом полиморфизма серотонинового транспортера, но не был достоверно взаимосвязан с эффектом этнической группы и полом.

Исследование проведено в рамках интеграционного проекта № 87 между СО РАН и СО РАМН и поддержано грантом РФФ No. 14-15-00202.

Научный руководитель –

д-р филос. наук, канд. биол. наук Савостьянов А. Н.

Индуцируемое подавление экспрессии белка Bcl-xL

Сбоева М. Д.

Новосибирский государственный университет

Для установления связи «ген-функция» необходимы инструменты, позволяющие не только подавить его экспрессию, но и контролировать этот процесс. В качестве мишени нами был выбран антиапоптозный белок bcl-xl, играющий важную роль в пролиферации, клеточном метаболизме и развитии нейронов, препятствующий активации проапоптотических белков bax и bak. Целью работы является отработка систем контролируемого сайленсинга генов в клетках эукариот.

Для индуцированного подавления экспрессии bcl-xl использовалась тетрациклин-контролируемая активация транскрипции специфических shРНК — малых молекул РНК, вступающих в РНК-интерференцию, тем самым избирательно подавляя транскрипцию целевого гена. В данной работе мы использовали систему Tet-on, позволяющую активировать синтез shРНК в присутствии доксициклина — более устойчивого аналога тетрациклина.

В ходе работы были сконструированы и выделены плазмиды, кодирующие компоненты системы Tet-on и тетрациклиновый оперон в составе TRE, предшествующий вставке с shРНК, позволяющие осуществить контролируемое подавление мРНК bcl-xl. Трансфекция культуры первичных нейронов крысы проводилась кальций-фосфатным методом. Использовались различные схемы трансфекции для проверки эффективности системы в целом и двух разных вариантов shРНК.

Морфологически успешность протекания трансфекции оценивалась с помощью флуоресцентной микроскопии благодаря встроенным в вектора генам-репортерам флуоресцентных белков. Были использованы методы анализа белков — иммуногистохимия, вестерн-блот, с целью выяснить уровень белка bcl-xl в трансфицированных клетках. Таким образом, было показано, что в клетках с контролируемой доксициклином экспрессией shРНК экспрессия bcl-xl в присутствии антибиотика понижена.

Работа поддержана грантом РФФИ № 14-15-00115.

Научный руководитель - канд. биол. наук Ланшаков Д. А.

МРС исследование мышей линии NODSCID с СТЗ-индуцированным диабетом 1 типа

Тур Д. А.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

На сегодняшний день диабетом 1 типа болеют миллионы мужчин и женщин во всем мире. Сахарный диабет является хроническим заболеванием, которое характеризуется нарушением метаболизма инсулина, вследствие чего развивается гипергликемия. Хроническая гипергликемия оказывает пагубное влияние на весь организм в целом, и в частности головной мозг. Известно, что гипергликемия повреждает сосуды, что приводит к функциональным и структурным изменениям в мозге и отражается на его когнитивных функциях. Подобные нарушения могут быть вызваны изменением концентрации ряда метаболитов. Наиболее пластичным и показательным, в этом плане, метаболизмом обладает гиппокамп. Вместе с тем интерес к гиппокампу обусловлен его участием в процессах консолидации памяти и формирования эмоций. В силу этого многие исследования с применением метода магнитно-резонансной спектроскопии (МРС) сосредоточены на метаболизме гиппокампа. В данной работе с помощью метода МРС исследован прижизненный метаболизм гиппокампа после 2 месячной гипергликемии. Гипергликемия вызвана введением животным стрептозотоцина. Существует несколько моделей диабета 1 типа на лабораторных мышах. Наиболее используемой моделью является развитие диабета с помощью однократного внутривентрикулярного введения стрептозотоцина в дозе 150 мг/кг, что приводит к разрушению β -клеток поджелудочной железы с последующим отсутствием продуцирования инсулина. Для исследования выбрана линия мышей NODSCID. В силу генетических изменений у этой линии животных нарушены некоторые процессы восстановления разрывов двухцепочечной ДНК, в силу чего они предрасположены к более выраженным нейродегенеративным изменениям, что является прекрасным условием для изучения влияния диабета 1 типа на метаболизм головного мозга. В ходе работы получены результаты по 12 метаболитам гиппокампа: мио-инозитол, фосфокреатин и креатин, глутамат, глутамин, таурин, аспартат, N-ацетиласпартат, гамма-аминомасляная кислота, аланин, лактат, фосфорилэтанолламин.

Научный руководитель – канд. биол. наук Акулов А. Е.

Эффект хронической активации серотониновых 5-HT_{2A} рецепторов на поведение мышей и экспрессию генов, кодирующих нейротрофический фактор BDNF и его рецепторы в головном мозге

Филимонова Е. А.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

BDNF (brain-derived neurotrophic factor) – представитель семейства нейротрофинов, участвующий в широком спектре как нормальных, так и патологических процессов в ЦНС. BDNF имеет два типа рецепторов: TrkB – рецептор для зрелой формы, и p75 – рецептор для pro-BDNF. Особый интерес представляет взаимодействие серотониновой системы мозга и BDNF, в связи с ролью серотонина в регуляции нормального и патологического поведения. Кроме того, большая часть современных психофармакологических препаратов влияет на серотониновую систему, в частности, на 5-HT_{2A} рецепторы. Экспрессия BDNF зависит от множества факторов, однако селективный вклад 5-HT_{2A} рецепторов в ее регуляцию изучен недостаточно. Целью данной работы было выявление эффектов хронической активации 5-HT_{2A} рецепторов на поведение мышей и экспрессию генов, кодирующих нейротрофический фактор BDNF и его рецепторы в различных отделах головного мозга.

Хроническую активацию рецепторов осуществили путём введения агонистов разной степени селективности - DOI, TCB-2, 25CN-NBOH (1 мг/кг в/бр., 14 дней) мышам линии C57Bl/6, и физраствора – контрольной группе. Введение препаратов привело к значительному увеличению экспрессии гена BDNF в черной субстанции ($p < 0,05$), стриатуме ($p < 0,001$) и гиппокампе ($p < 0,001$), а также снижению экспрессии гена TrkB в черной субстанции ($p < 0,001$) и увеличению экспрессии гена p75 в гиппокампе и черной субстанции ($p < 0,001$ и $p < 0,01$ соответственно) в зависимости от степени селективности агонистов. Кроме того, выяснилось, что хроническая селективная активация 5-HT_{2A} рецепторов приводит к усилению тревожности и снижению межсамцовой агрессии, не влияя на двигательную активность и стереотипное поведение.

Таким образом, полученные нами данные указывают на то, что хроническая активация 5-HT_{2A} рецепторов оказывает влияние на поведение животных и приводит к выраженным изменениям механизмов нейропластичности.

Работа выполнена в рамках гранта РФ (№ 14-25-00038).

Научный руководитель - канд. биол. наук Цыбко А. С.

**Оценка онколитической активности природных апатогенных
изолятов вируса болезни Ньюкасла в отношении опухолевых клеток
человека *in vitro***

Чжоу П., Юрченко К. С., Шестопалова Л. В., Шестопалов А. М.

Новосибирский государственный университет

Научно-исследовательский институт экспериментальной и клинической
медицины, г. Новосибирск

Виротерапия представляет экспериментальный способ лечения злокачественных новообразований, использующий для селективного лизиса опухолевых клеток генетически-модифицированные инфекционные агенты или вирусы, проявляющие природные онколитические свойства. В связи с выявленной онколитической активностью и апатогенностью для человека вирус болезни Ньюкасла рассматривается как перспективный эффективный противоопухолевый агент для создания на его основе онкотерапевтических препаратов нового поколения. Внедрение этого таргетного метода терапии пациентов в России остается единичным. Вместе с тем в природных резервуарах Российской Федерации циркулирует большое количество диких, не адаптированных штаммов ВБН, обладающих различными по своей силе онколитическими свойствами. Мониторинг ВБН, циркулирующих в России, позволил выделить на предыдущих этапах работы новые природные изоляты. В настоящей работе проведена оценка онколитической активности природных изолятов вируса болезни Ньюкасла, выделенных от диких мигрирующих птиц на территории России, на опухолевых клеточных линиях человека различной этиологии (A549, HCT116, HELA, MCF7). В ходе исследования 30 изолятов вируса болезни Ньюкасла было наработано в аллантаоисной полости 10-дневных развивающихся куриных эмбрионов. Для каждого изолята определен инфекционный титр в тесте на определение TCID₅₀. Оценку онколитической активности штаммов проводили колориметрическим методом в тесте МТТ по определению жизнеспособности клеток опухолевой линии A549, HCT116, HELA, MCF7 после инкубации с различными дозами вируса.

Исследуемые опухолевые клеточные линии человека восприимчивы к онколитическим свойствам изолятов ВБН не зависимо от этиологии клеток. Однако онколитическая активность отдельных изолятов отличается для каждой культуры. Определено 7 изолятов с наиболее выраженным онколитическим потенциалом на всех опухолевых клеточных линиях.

Научный руководитель - д-р биол. наук, проф. Шестопалова Л. В.

Функциональная роль ядер шва в центральных системах управления двигательной активности лицевых мышц у белой мыши.

Чиркова С. П., Куркаков С. Н., Лошакова Т. С.
Удмуртский государственный университет, г. Ижевск

Насегодня известны две системы управления лицевыми мышцами (ЛМ) у белой мыши: кортико- и текто-фациальная, промежуточными структурами которых, как показали морфологические исследования, являются красное ядро, ядра Кахаля и Даркшевича, мезенцефалическое и моторное тройничные ядра, центральная серая субстанция среднего мозга и моста, ядра шва (ЯШ). Основным премоторным звеном выступают ЯШ, поскольку они, получая проекции от высших центров кортико- и текто-фациальной систем, а также от их промежуточных структур и имея прямые связи с ядром лицевого нерва (ЯЛН), связывают вышперечисленные образования с ЯЛН. В связи с этим, целью данной работы явилось изучение функциональной роли ЯШ в кортико- и текто-фациальной системах у белой мыши. Предпринято электрофизиологическое исследование с применением метода микростимуляции (МС) и распространяющейся депрессии, с последующей коагуляцией мозга мыши для гистологического контроля. Опыты проводились на 80 взрослых белых мышах обоего пола, весом 20-35 г. В качестве наркоза использовали золетил100 (70 мг/кг) внутривенно. Для местной анестезии вводили 0,5% новокаин. С помощью метода распространяющейся депрессии отключали высшие центры кортико- и текто-фациальной систем 20%-ым раствором хлорида калия, после чего осуществляли МС ЯШ стеклянным микроэлектродом с диаметром кончика 5-10 мкм, заполненным 1,5 М цитратом натрия, с сопротивлением 1,0-1,5 Мом. Для МС применяли 7 импульсов в пачке, длительностью 0,4 мсек., частотой 300 импульсов в сек., интенсивностью до 15 мкА.

МС ЯШ вызывала билатеральные двигательные ответы (ДО) ЛМ: вибрисс, кончика носа, верхней губы, нижней челюсти, век и ушных раковин, что отражено на плоскостных картах двигательных представлений (ДП) ЛМ в ЯШ. Характер ДО ЛМ указывал на общую закономерность и узкую специализацию ЯШ в управлении ЛМ. Распределение латентных периодов (ЛП) ДО вибрисс значительно отличалось от нормального ($p < 0,01$), что носит, в основном, полимодальный характер. ЛП ДО ЛМ свидетельствуют о различном характере рафафациальных влияний с одной стороны, а с другой – выявляют различный контроль в иннервации определенных групп мышц.

Научный руководитель – канд. биол. наук Мокрушина Е. А.

Отсутствие влияния обучения на уровень последующего нейрогенеза в обонятельной луковице

Широкова В. В., Шумаев А. Ю.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

В настоящее время показано, что в мозге взрослых млекопитающих постоянно образуются новые нервные клетки. Большое значение имеет изучение участия новых нейронов в когнитивной деятельности. Большинство научных работ исследует связь нейрогенеза с текущей деятельностью. В этой работе рассмотрена возможность связи образования новых нейронов и ранее приобретенной информацией. Изменение числа новых нейронов может быть косвенным признаком их участия в долговременной памяти, так как есть литературные данные о том, что активация нейрональной сети повышает выживаемость новых нейронов в ней. Маркером новых нейронов являлся даблкортин, который проявляется в молодых нейронах до трех недель, оценивали плотность этих клеток в двух слоях нейронов через месяц после обучения. В ходе анализа не было выявлено значимого повышения числа новых нейронов у обученных животных. Эти результаты могут быть показателем того, что новые нейроны не участвуют ни в каких процессах, связанных с хранением, консолидацией и модификацией ранее приобретённой памяти. С другой стороны, через месяц после обучения животные так же хорошо выполняли задание как в конце обучения, следовательно, замещение нейронов в обонятельной луковице не привело к забыванию. В совокупности полученные данные свидетельствуют о нейтральности новых нейронов по отношению к ранее приобретённой информации.

Научный руководитель – Немирович-Данченко Н. М.

ЦИТОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА

УДК 57.085.23

Изучение функций консервативных белков септинов в культуре клеток S2 *Drosophila melanogaster*

Алексеева А. Л.

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск
Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Септины – консервативные ГТФазы, обнаруженные во всех эукариотических организмах, за исключением растений. У дрозофилы обнаружены пять септиновых генов: *pnut*, *Sep1*, *Sep2*, *Sep4* и *Sep5*. Известно, что белки *Pnut*, *Sep1* и *Sep2* образуют гетеромерные комплексы, формирующие филаменты. О функции и локализации белков *Sep4* и *Sep5* практически ничего не известно.

Мы изучаем роль септиновых генов в митозе на фоне поочередного «выключения» каждого из них при помощи РНК-интерференции в культивируемых клетках S2 *D. melanogaster*. Методом Вестерн-блот анализа показано существенное снижение количества белков *Pnut*, *Sep2* и *Sep1* при поочередном «выключении» генов *pnut*, *Sep1*, *Sep2* и *Sep4*. Необходимо отметить, что при подавлении экспрессии гена *Sep1* количество белка *Sep2* снижается слабее. Обнаружено, что при «выключении» любого из генов *pnut*, *Sep1* или *Sep2* существенно снижается число транскриптов двух оставшихся генов. Эти результаты свидетельствуют о взаимном влиянии септиновых генов на уровень экспрессии каждого из них.

Предварительный цитологический анализ показал, что истощение белков *Sep1* и *Sep4* приводит к увеличению числа клеток, содержащих более двух centrosом и расположенных на двух противоположных полюсах деления, на 8-10%. В случае «выключения» гена *Sep1* число клеток в прометафазе уменьшается на 17% (с увеличением числа клеток в анафазе и телофазе), а для гена *Sep2* – увеличивается на 14%.

В ходе дальнейших исследований мы планируем завершить цитологический анализ нарушений митоза, к которым приводит «выключение» каждого септинового гена дрозофилы, и детально исследовать механизм взаимозависимой регуляции их экспрессии.

Автор выражает благодарность канд. биол. наук Андреевой Е. Н. за совместное получение данных по Вестерн-блот анализу, а также. Яринич Л. А за предоставление данных по количественной ПЦР.

Научные руководители – канд. биол. наук Пиндюрин А. В.,
канд. биол. наук Федорова С. А., канд. биол. наук Андреева Е. Н.

Влияние паразитирования трематоды *Plagiorchis mutationis* на иммунитет моллюска-хозяина *Lymnaea stagnalis*

Астапенко Д. А.

Институт систематики и экологии животных СО РАН, г. Новосибирск

Брюхоногие моллюски участвуют в многочисленных трофических цепях и в том числе трансмиссии паразитических червей – трематод, для которых они служат промежуточными хозяевами.

У паразитов сформирован комплекс приспособлений и выработан ряд стратегий, способствующих успешному поиску, проникновению в организм хозяина и сводящих к минимуму воздействие его защитных систем.

Целью работы было оценить возможные изменения в иммунном статусе моллюска-хозяина *Lymnaea stagnalis* под влиянием партеногенетического поколения трематоды *Plagiorchis mutationis*.

Было зафиксировано общее белковое истощение лимфы у зараженных моллюсков. При электрофоретическом разделении белков в полиакриламидном геле было показано, исчезновение или истощение определённых типов белков у заражённых моллюсков. Кроме того, у заражённых моллюсков отсутствует агглютинирующая активность в лимфе, в отличие от незараженных, у которых активность составила Ig7. При окрашивании микрофиламентов клеток с Phalloidine было обнаружено, что большая часть клеток заражённых моллюсков пребывала в стрессовом состоянии, о чём свидетельствует неравномерное распластывание и формирование агрегатов цитоскелета на периферии гемоцитов и стресс-фибрил в центре. При окрашивании клеток крови лектином WGA, способным связываться с гликопротеинами и гликолипидами клеточной поверхности, у заражённых моллюсков было зафиксировано незначительное уменьшение WGA-положительных клеток, что свидетельствует о частичной блокировке рецепторов, специфичных к N-ацетил D-глюкозамину.

Церкарии трематод *Plagiorchis mutationis* влияют на клеточный иммунитет моллюсков *Lymnaea stagnalis*, а именно подавляют жизнеспособность гемоцитов, способность гемоцитов к распластыванию и капсулообразованию. Поскольку агглютинины и лектин-подобные соединения выполняют роль рецепторов и опсоцинов, угнетение данной функции выгодно паразиту.

Научный руководитель – канд. биол. наук Крюкова Н. А.

Анализ синапсиса и рекомбинации у *Phodopus sungorus* и *Ph. campbelli* и их гибридов

Бикчурина Т. И., Тишакова К. В.
Новосибирский государственный университет

Стерильность у межвидовых гибридов, как правило, сопровождается различными нарушениями гомологичного синапсиса и рекомбинации хромосом в процессе мейоза. Однако причины и механизмы изоляции на самых ранних стадиях видообразования остаются малоизученными. Исследования поведения хромосом в мейозе у гибридов близкородственных видов может помочь в изучении этой проблемы.

В данной работе мы анализировали синапсис и рекомбинацию у самцов и самок гибридов *Ph. campbelli* и *Ph. sungorus* обоих направлений, а также у родительских видов (время дивергенции примерно 0,8-1 млн лет назад). Оба вида имеют одинаковый набор хромосом ($2n=28$) и практически идентичный кариотип. Анализ проводили с помощью метода иммулокализации ключевых белков мейоза: белка синаптонемного комплекса (СК) SYCP3, белка мисс-матч репарации, маркирующего сайты рекомбинации, MLH1, а также модифицированного гистона гамма H2AX, маркирующего районы нерепарированных двунитевых разрывов.

Ранее было показано, что для самцов гибридов *Ph. campbelli* x *Ph. sungorus* характерна высокая частота асинапсиса половых хромосом. В нашей работе мы обнаружили практически полное отсутствие спаривания у самцов и частичное – у самок, а также отсутствие явных нарушений в процессе синапсиса аутосом у гибридов. У родительских видов мы не наблюдали нарушений спаривания как аутосом, так и половых хромосом.

В результате проделанной работы мы обнаружили, что средняя частота рекомбинации у аутосом гибридных самцов по сравнению с самцами одного из родительских видов осталась практически неизменной ($19,51 \pm 2,43$ и $18,40 \pm 3,52$ соответственно) при средней длине СК $139,10 \pm 45,41$ и $120,28 \pm 17,17$. В дальнейшем мы планируем значительно расширить выборку данных.

Научный руководитель – канд. биол. наук Торгашева А. А.

Филогенетические особенности пространственной организации X-хромосомы у близкородственных видов малярийных комаров *Anopheles labranchiae* и *Anopheles atroparvus*

Бондаренко С. М.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Более одного миллиона людей в мире ежегодно гибнет от малярии. Глобальное потепление климата может способствовать распространению малярии в зоны с умеренным климатом. Основными возбудителями на территории Евразии и Северной Америки являются 6 из 25 видов комаров группы *Maculipennis*. Характеристика эпидемиологических особенностей этих видов не возможна без понимания филогенетических отношений между ними, которые на данный момент слабо изучены и противоречивы. Анализ пространственной организации хромосом трофоцитов и фолликулярного эпителия (ФЭ) может пролить свет на проблему филогенеза внутри данной группы комаров.

Цель исследования – выявить эволюционные особенности пространственной организации хромосомной территории (ХТ) X-хромосомы у двух близкородственных гомосеквентных видов (с идентичным паттерном дисков на политенных хромосомах), группы *Maculipennis*: *Anopheles atroparvus* и *Anopheles labranchiae*. Для визуализации ХТ использовали метод 3D-FISH полнохромосомных проб X-хромосомы с ядрами питающих клеток и фолликулярного эпителия яичников особой обоих видов. Меченные пробы получали посредством DOP-PCR. Матрицей для изготовления меченых проб являлась ДНК, полученная в ходе микродиссекции хромосом *An. atroparvus*. Оптические срезы ядер трофоцитов и ФЭ получали при помощи конфокального микроскопа LSM 780 («Carl Zeiss», Германия). Сегментация изображений и измерения проводились при помощи ПО Fiji (ImageJ) с комплектом плагинов «TANGO». Для статистического анализа использовали язык R.

В результате исследования получены данные о видоспецифичных особенностях размеров и формы ХТ X-хромосомы. В рассмотренных типах клеток у обоих видов ХТ занимает 13,9% объема и расположена на периферии ядра. Однако найдены межвидовые отличия компактизации, регулярности формы ХТ и степени вытянутости X-хромосомы трофоцитов и клеток ФЭ. Таким образом, не смотря на то, что *An. atroparvus* и *An. labranchiae* – гомосеквентные виды, они имеют различную пространственную организацию X-хромосомы в трофоцитах и клетках ФЭ.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №15-14-20011).

Научные руководители – канд. биол. наук. Артемов Г. Н.,
д-р биол. наук, проф. Стегний В. Н.

Эволюция половых хромосом у саранчовых семейства Pamphagidae (Orthoptera, Acridoidea)

Булзу О. Г.

Новосибирский государственный университет

По современным представлениям половые хромосомы возникли из пары аутосом. Ключевым моментом этого превращения могло быть подавление рекомбинации в данной паре, возникшее, вследствие инверсий на небольшом участке и распространившееся впоследствии на всю хромосому. Это привело к тому, что прото-Y-хромосома начала накапливать мутации, гетерохроматинизироваться и деградировать. У насекомых, за исключением некоторых видов рода *Drosophila*, процессы формирования гоносом практически не исследованы, несмотря на огромное разнообразие систем определения пола и половых хромосом.

Наше исследование посвящено анализу эволюции половых хромосом саранчовых семейства Pamphagidae. В этой группе возникновение XY/XX гетерогаметного пола из исходного XO/XX связано с реципрокной транслокацией акроцентрических X-хромосомы и аутосомы. При этом первоначальная X-хромосома становится метацентрической, а непарная аутосома у самца – Y-хромосомой.

Молекулярно-цитогенетический анализ 15 видов саранчовых семейства из Казахстана и Турции показал, что все исследованные представители трибы *Nocarodeini* (подсемейство Pamphaginae) и большинство видов подсемейства *Thrinchinae* имеют neo-XY♂/neo-XX♀ механизм определения пола. Совокупность исследованных нами видов демонстрирует серию промежуточных этапов миниатюризации и гетерохроматинизации вновь образованной Y-хромосомы. Так в подсемействе *Thrinchinae* Y-хромосома крупная, гомологичная по длине аутосоме и в проксимальном районе содержит мелкие глыбки гетерохроматина, а в подсемействе *Nocarodeini* Y-хромосома меньше своего гомолога и сильно гетерохроматинизирована. Гетерологичный FISH с микродиссекционными пробами из половых хромосом показал, что гетерохроматинизация Y-хромосомы у представителей подсемейств *Thrinchinae* и *Nocarodeini* происходит за счёт разных фракций повторённых последовательностей ДНК, что свидетельствует о независимых путях эволюции Y-хромосомы в этих видовых группах.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Бугров А. Г.

Выявление особенностей эволюции и организации генов биосинтеза флавоноидов в разных таксонах покрытосеменных растений

Глаголева А. Ю.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Полногеномное секвенирование широкого спектра видов покрытосеменных растений позволило существенно дополнить имеющиеся данные цитологического анализа и сравнительного генетического картирования и получить таким образом ясную картину преобразования геномов в ходе эволюции. Вместе с тем, эволюции отдельных генов растений пока еще уделено недостаточно внимания. При этом имеющиеся данные указывают на то, что даже в универсальных метаболических путях, распространенных у всех видов растений, могут возникать специфические особенности регуляции, что несомненно не может не отражаться и на характере эволюции структурных генов. Можно предположить, что на гены, участвующие в разных этапах биосинтеза, действует разное давление отбора. Возможно также что, соотношение синонимичных и несинонимичных замен меняется для одних и тех же генов в разных группах таксонов, в зависимости от регуляторных особенностей. Для проверки подобных гипотез подходящей моделью являются гены биосинтеза флавоноидов, как наиболее хорошо изученного с генетической точки зрения метаболического пути растений.

Целью работы было выявление взаимосвязи между особенностями регуляции синтеза флавоноидных пигментов антоцианов в разных таксономических группах покрытосеменных растений и скоростью эволюции генов, участвующих в этом метаболическом пути.

В ходе данного исследования идентифицированы нуклеотидные последовательности генов биосинтеза антоцианов (Chs, Chi, F3h, F3'h, Dfr, Ans) арабидопсиса, винограда, петунии, львиного зева, кукурузы, риса, ячменя и пшеницы, из них Chs и F3'h пшеницы идентифицированы и аннотированы впервые. Анализ скорости эволюции генов биосинтеза антоцианов путем подсчета отношения несинонимичных и синонимичных замен (Ka/Ks) показал в большинстве случаев обратную взаимосвязь между скоростью эволюции генов и числом классов флавоноидных соединений, в биосинтезе которых участвует кодируемый фермент. Однако были выявлены исключения для некоторых генов в отдельных таксонах. Обсуждается возможная взаимосвязь между неожиданно высоким или низким давлением отбора на отдельные гены и особенностями регуляции биосинтеза антоцианов у соответствующих видов.

Научный руководитель – д-р биол. наук. Хлесткина Е. К.

Популяционно-генетический анализ экзотов представителей якутского этноса

Злобин А. С.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Исследование генетического разнообразия в популяциях человека важно для решения как фундаментальных задач популяционной и эволюционной генетики, так и для медицинской генетики и судебной экспертизы. Исследование генетически изолированных популяций представляется интересным в рамках обнаружения генетических вариантов, распространенных с низкой частотой (<1%). Одной из таких популяций является якутская, представители которой в подавляющем своем большинстве проживают на территории Республики Саха (Якутия).

Целью данной работы являлось исследование генетического разнообразия якутской популяции путем анализа данных экзомного секвенирования 12 представителей якутского этноса. Нами был проведен популяционно-генетический сравнительный анализ якутской популяции и популяций, вошедших в проект “1000 Геномов”, а также идентифицированы аллели, характерные для якутской популяции. В результате было идентифицировано 746 396 полиморфизмов, из которых 56 949 не представлены в базе данных “dbSNP” и являются уникальными для якутской популяции. В результате проведения популяционно-генетического сравнительного анализа якутской популяции с популяциями вошедшими в проект “1000 Геномов” было установлено, что якутская популяция представляет собой обособленный кластер между европейцами и жителями Восточной Азии. Данный факт подтверждает то, что якутская популяция прошла период “бутылочного горлышка” в своем развитии.

Таким образом, было показано, что исследование генетически изолированной популяции (в данном случае якутской) может пополнить существующие базы данных информацией о новых полиморфизмах, которые могут быть ассоциированы с различными фенотипическими проявлениями. Также было установлено положение якутской популяции относительно других популяций человека.

Научный руководитель – д-р биол. наук Аульченко Ю. С.

Генетическая структура популяции и филогеография стерляди *Acipenser ruthenus* и сибирского осетра *Acipenser baerii* в бассейне реки Обь

Побединцева М. А.

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Стерлядь (*A. ruthenus*) и сибирский осетр (*A. baerii*) относятся к семейству осетровых (Acipenseridae) и имеют частично перекрывающиеся ареалы в реках Евразии. Для этих ценных в хозяйственном отношении рыб характерно позднее половое созревание, не ежегодное икрометание и жесткие рамки экологических требований для реализации жизненного цикла. Осетровые чрезвычайно уязвимы к воздействию разнообразных факторов, препятствующих их естественному воспроизводству. Кроме того, снижению численности способствует интенсивный промысел, в том числе незаконный.

Основная цель настоящей работы – описание генетической структуры популяций стерляди (*A. ruthenus*) и сибирского осетра (*A. baerii*) в Обь-Иртышском бассейне для выявления их популяционной организации и формирования действенной стратегии охраны и рациональной эксплуатации данных видов.

Для анализа был выбран контрольный район митохондриальной ДНК. В исследованных выборках стерляди (245 особей) и сибирского осетра (70 особей) по последовательности 628 пн контрольного района выявлен 61 гаплотип и 17 гаплотипов, соответственно. Проведение филогенетического анализа обнаруженных замен позволило выделить 11 основных гаплогрупп для стерляди и всего 2 гаплогруппы для сибирского осетра, представленных с разной частотой в разных районах бассейна.

Изучение гаплотипов стерляди показало значительные межрегиональные отличия по генетическому разнообразию и гаплотипическому составу, что свидетельствует об их сложной популяционной структуре. Обнаружено, что генетическое разнообразие сибирского осетра значительно меньше.

Необходимо дальнейшее сравнение изученных популяций стерляди и сибирского осетра Обь-Иртышского бассейна с популяциями Енисея, Волги, Дуная и Лены с целью изучения степени их изоляции.

Научный руководитель – канд. биол. наук Трифонов В. А.

**Определение пути формирования гибридных клеток мыши
фибробластного фенотипа: дифференцировка или
репрограммирование**

Побединцева М. А.

Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Репрограммирование – процесс конверсии дифференцированных клеток в плюрипотентное состояние, механизмы которого до конца не изучены. Гибридные клетки – удобная экспериментальная модель для изучения этого процесса. В системе гибридизации при слиянии плюрипотентных и соматических клеток ранее наблюдали образование исключительно плюрипотентных клеток. Это привело к устойчивому мнению о том, что результат гибридизации не может быть другим.

Нами было показано, что при гибридизации эмбриональных стволовых клеток и дифференцированных фибробластов мыши возможно появление гибридных клеток двух типов, соответствующих родительским фенотипам. Образование гибридных клонов с дифференцированным (фибробластоподобным) фенотипом ранее не было описано. Мы выдвинули две гипотезы, объясняющие появление гибридных клонов с фенотипом дифференцированных клеток: 1) Эти клетки являются результатом дифференцировки плюрипотентного генома под действием генома соматического партнера по гибридизации. 2) Появление гибридных клеток с соматическим фенотипом является результатом скачкообразного репрограммирования плюрипотентного генома.

Для проверки этих гипотез нами были созданы генно-инженерные конструкции и получены соответствующие клеточные линии, позволяющие детектировать экспрессию маркера дифференцировки *Brachyury* в ходе процесса репрограммирования.

Научный руководитель – канд. биол. наук Фишман В. С.

Определение первичной структуры ортологов гена FZP у линий и форм пшеницы и ржи с измененным и стандартным строением колоса

Попова К. И.

Новосибирский государственный аграрный университет

Зерновые являются важнейшим источником питания для населения. Поэтому ведение селекции в направлении увеличения урожайности, является приоритетным. Во многом, продуктивность зависит от строения колоса. Стандартные колосья пшеницы и ржи имеют по одному колоску на уступе стресса колоса, а ветвистоколосые формы имеют дополнительные колоски.

Целью настоящей работы является определение первичной структуры ортологов гена FZP пшеницы *T. turgidum* и ржи посевной *S. cereale*.

В работе использовали образцы пшеницы *T. turgidum* с ветвистым и простым колосом, самофертильные инбредные линии ржи посевной *S. cereale* со стандартным и монстрозным типом колоса. Растения выращивали в условиях гидропонной теплицы ИЦиГ СО РАН. Суммарную ДНК выделяли из листьев или проростков растений по опубликованной ранее методике (Plaschke et al. 1995). Проводили полимеразную цепную реакцию (ПЦР). Полученные фрагменты ПЦР секвенировали по методу Сэнгера в ЦКП автоматического секвенирования ДНК ИЦиГ СО РАН.

Сравнение первичной структуры гена WFZP обнаружило, что все ветвистоколосые образцы *T. turgidum* отличаются от образцов с простым колосом наличием однонуклеотидной несинонимической замены, приводящей к замене аминокислот в функциональном домене AP2/ERF. Все ветвистоколосые образцы не зависимо от происхождения несут одинаковую мутацию, из чего можно сделать вывод о том, что они возникли в результате одной мутации и после этого были распространены на разных территориях.

Выравнивание полученных последовательностей у изучаемых линий ржи показало, что кодирующая область гена у мутантной линии не несет перестроек, но в 5'- некодирующем районе гена была обнаружена инсерция мобильного элемента. Это может влиять на экспрессию гена, вплоть до полного замолкания (сайленсинга).

Таким образом, в результате проведенных исследований

- 1) была определена первичная структура гена WFZP-A у образцов с ветвистым и простым колосом тетраплоидного вида пшеницы *T. turgidum*
- 2) был впервые изолирован ген scFZP ржи, определена первичная структура ДНК этого гена у формы ржи с монстрозным колосом и линий со стандартным типом колоса.

Научный руководитель – канд. биол. наук Добровольская О. Б.

Создание химерного антигенного рецептора с антигенраспознающим модулем на основе 10-го домена фибронектина III человека

Сизенцова Я. Г.

Новосибирский государственный университет

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск

Проблема лечения онкологических заболеваний является одной из самых насущных в современной медицине. В последние годы активное развитие получила адоптивная иммунотерапия CAR T-клетками (CAR – химерный антигенный рецептор). Этот подход основан на *ex vivo* трансгенезе аутологических T-клеток, с последующим их введением пациенту. CAR T-клетки находят и избирательно уничтожают раковые клетки, пролиферируя и оставаясь в организме длительное время. Раковые клетки опознаются CAR T-лимфоцитами при помощи внеклеточной части химерного антигенного рецептора, которая обычно представлена одноцепочечными переменными фрагментами иммуноглобулинов (scFv). Применение последних, однако, имеет ряд ограничений: scFv спонтанно димеризуются, вызывают нежелательный иммунный ответ и имеют большой размер. В качестве альтернативы scFv для антигенраспознающей части CAR мы предлагаем использовать 10-й домена фибронектина III человека (Fn3), который лишен указанных недостатков.

Цель данной работы – проверка гипотезы о возможности замены традиционных scFv в составе CAR на Fn3. Были наработаны вирусные частицы с кассетой, кодирующей химерный антигенный рецептор с Fn3 против VEGFR2. Полученным вирусом были трансдуцированы в клетки T-лимфомы Jurkat, в результате чего была получена линия, стабильно экспрессирующая CAR с Fn3 против VEGFR2. Далее полученная линия была проинкубирована с клетками-мишенями, экспрессирующими VEGFR2 или с изогенными контрольными клетками. Уже через 4 часа после начала инкубации клетки-мишени вызвали активацию CAR T-лимфоцитов, что говорит о функциональности использованного CAR с Fn3. Таким образом, нами впервые показана возможность использования Fn3 в качестве антиген-распознающих модулей в составе CAR.

Научный руководитель – канд. биол. наук Кулемзин С. В.

Разработка тканеинженерных конструкций, заселенных эндотелиальными и муральными клетками человека

Смирнова А. М.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

В настоящее время в сосудистой хирургии существует проблема получения заменителей сосудов малого диаметра. Использование аутологических сосудов часто затруднено в силу медицинских показаний, а синтетические материалы имеют ряд физических недостатков и как следствие – неудовлетворительные показатели в отдаленном периоде. Тканевая инженерия предоставляет решение этой проблемы – это возможность создания клеточно-наполненного сосудистого трансплантата. Требования к прочности, долговечности и физиологичности трансплантата могут быть решены за счет заполнения их эндотелиальными и гладкомышечными клетками, которые в естественном сосуде представляют собой тесно взаимодействующую систему. В задачи тканевой инженерии сосудов особенно малого диаметра входит не только подбор источников клеток, но и подходящих для заселения материалов. Для этого был разработан эффективный метод получения тканеинженерных конструкций на основе мембран из поликапролактона и хитозана, заселенных эндотелиальными и гладкомышечными клетками кардиальных эксплантов человека. Проведены исследования способности пролиферации, жизнеспособности эндотелиальных клеток в составе полученных конструкций, анализ поверхностных антигенов и компонентов цитоскелета, оценка способности синтезировать компоненты межклеточного матрикса и формировать капиллярноподобные структуры. Полученные конструкции пригодны для заселения данными типом клеток и на их основе возможно создание сосудистых трансплантатов малого диаметра со свойствами, максимально приближенными к физиологическим.

Работа поддержана грантом РФФИ № 14-04-00082.

Научный руководитель – канд. биол. наук Захарова И. С.

Эпигенетический статус X-хромосом в плюрипотентных стволовых клетках человека

Стригина Е. В.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Плюрипотентные стволовые клетки (ПСК) человека 46,XX имеют разный эпигенетический статус X-хромосом, который нестабилен и может изменяться в ходе культивирования. В нашей работе мы показали, что условия культивирования способны влиять на эпигенетический статус X-хромосом в ПСК человека. В частности, показано, что от условий культивирования зависит обогащение неактивной X-хромосомы триметилированным гистоном H3 по лизину K9 (H3K9me3). Установлено, что в ПСК человека, культивируемых на матригеле, X-хромосома, обогащенная H3K9me3, ассоциирована с гистонметилтрансферазой SETDB1 и белком KAP1, ответственным за ее привлечение на хроматин. Из ЭСК линии NuES9 получены маркированные зеленым флуоресцентным белком плюрипотентные клоны единичных клеток. Выявлено, что в экспрессирующем зеленый флуоресцентный белок клоне X-хромосомы демонстрируют весь спектр эпигенетических состояний, характерный исходной культуре клеток, при этом доля клеток с X-хромосомой, обогащенной H3K9me3, статистически значимо не отличается от таковой в исходной культуре. Таким образом, можно заключить, что гетерогенность клеток по эпигенетическому статусу X-хромосом в культуре NuES9 связана с постоянно идущими в ней эпигенетическими процессами, затрагивающими одну из двух X-хромосом.

Научный руководитель – канд. биол. наук Шевченко А. И.

Анализ мутации ff16, вызывающей полную стерильность гомозигот *Drosophila Melanogaster*

Хрущева А. С.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Ранее в лаборатории Генетики клеточного цикла была получена мутация ff16, вызывающая полную стерильность у гомозиготных самцов и самок. Было предположено, что мутации ff16 соответствует рамке считывания CG10752 (69F2-69F2; 3L:12952686..12954647 [-]), кодирующей уникальный ген, не охарактеризованный ранее.

Нами был просеквенирован район, соответствующий рамке считывания CG10752, у мух дикого типа и гомозигот по мутации ff16. При сравнении полученных нуклеотидных последовательностей было выявлено 5 замен, находящихся во втором экзоне, среди которых только одна является несинонимичной и меняет полярность аминокислоты. Для того, чтобы доказать, что данная замена в гене CG10752 является мутацией ff16 и вызывает стерильность гомозигот, необходимо провести спасение фенотипа. Для этого полноразмерная копия гена CG10752 была встроена в вектор pUASP-attB, позволяющий ткане- и стадийспецифически запускать эктопическую экспрессию данного гена. Затем эмбрионы мух линии uw (uw; P{y[+7.7]=CaryP}attP40;M{vas-int.B}ZH-102D) были инъецированы полученной плазмидной ДНК и получены трансгенные линии мух, несущие встройку конструкции pUASP—attB-CG10752 в район 2L:5,108,448..5,108,448 2-ой хромосомы. Для эксперимента по спасению фенотипа в гонадах гомозигот по мутации ff16 будет индуцирована эктопическая экспрессия гена CG10752. Возвращение фертильности мутантным мухам после добавления полноразмерной копии гена CG10752 послужит доказательством того, что нуклеотидная замена в триplete, кодирующем 414 аминокислоту белка CG10752 является мутацией ff16.

Также для изучения функции гена CG10752 в делении соматических клеток была проведена РНК-интерференция в S2 культуре клеток дрозофилы. Эффективность эктопического подавления экспрессии была оценена при помощи количественного ОТ-ПЦР. Цитологический анализ показал, что эктопическое подавление экспрессии гена CG10752 не влияет на деление соматических клеток.

Научный руководитель – канд. биол. наук Фёдорова С. А.

Создание панели изогенных линий клеток, моделирующих болезнь Хантингтона *in vitro*

Шарипова Д. В., Маланханова Т. Б.
Новосибирский государственный университет

Создание клеточных моделей нейродегенеративных заболеваний является актуальной задачей современной биомедицины в связи с ограниченной доступностью биологического материала для исследований.

Болезнь Хантингтона является наследственным заболеванием, вызванным увеличением числа копий триплета CAG в первом экзоне гена HTT, что приводит к синтезу мутантного белка хантингтина и гибели нейронов стриатума.

С помощью гомологичной рекомбинации и современной технологии редактирования генома CRISPR/Cas9 возможно создание изогенных клеточных моделей наследственных заболеваний. Полученные таким образом линии клеток имеют одинаковый генетический фон и отличаются только определенной мутацией, изучаемой исследователем.

Целью данной работы было получение панели изогенных линий клеток, моделирующих болезнь Хантингтона *in vitro*.

Для внесения мутации были использованы плаزمиды рХ458–HTT, кодирующая компоненты системы CRISPR/Cas9, и донорная плаزمиды, несущая 215 повторов CAG, фланкированных плечами гомологии к гену HTT. Плазмидные векторы были трансфицированы в эмбриональные фибробласты кожи человека, которые в дальнейшем были субклонированы. В результате было получено 32 субклона. С помощью ПЦР анализа было показано, что 2 из 32 субклонов содержат удлиненные тракты тринуклеотидных повторов в гене HTT. Таким образом, были получены две изогенные линии фибробластов, содержащие мутантные аллели гена HTT. В дальнейшем данные линии клеток будут репрограммированы к плюрипотентному состоянию.

Научный руководитель – канд. биол. наук Малахова А. А.

МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ

УДК 577

ДНК-тестирование для определения цвета глаз у человека

Андрейчев В. В

Специализированный учебно-научный центр

Новосибирского государственного университета

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Цвет глаз у человека является полиморфным признаком среди людей европейского происхождения и находится под сильным генетическим контролем. В последние годы были выявлены гены, участвующие в развитии данного признака. Также была разработана система генотипирования из 6 полиморфных локусов - IrisPlex, которые являются наиболее информативными для определения цвета глаз в европейской популяции. Целью нашей работы было проверить точность генотипического определения цвета глаз в выборке жителей Сибири и Дальнего Востока.

Для выполнения поставленной цели, был разработан автоматический алгоритм определения цвета глаза по фотографии. Для всех участников эксперимента проводилось фотографирование, перевод цвета глаз в цифровой формат, а также была выделена ДНК и проведено генотипирование полиморфных локусов rs12913832, rs1800407, rs12896399, rs16891982, rs1393350 и rs12203592 в генах HERC2, OCA2, SLC24A4, SLC45A2 (MATP), TYR и IRF4 (IrisPlex) методом real-time ПЦР. На основании полученных данных, была рассчитана точность выявления различных оттенков глаз с помощью определения генотипа.

Научный руководитель - канд. биол. наук Воронина Е. Н.

Получение и характеристика рекомбинантного одноцепочечного человеческого антиидиотипического антитела к бензо[а]пирену

Арнст К. В.

Федеральный исследовательский центр угля и углекислоты СО РАН,
г. Кемерово

Антиидиотипические антитела (АТ2) специфичные к активным центрам идиотипических антител (АТ1), могут функционально и структурно заменять антиген и вызывать иммунный ответ. На этом основано использование АТ2 и создание противоопухолевых вакцин. Например, предлагается применять антиидиотипические антитела для иммунизации больных при раке яичников, при раке толстого кишечника, при меланоме. Для снижения иммунореактивности и неспецифического иммунного ответа чаще используют одноцепочечные антитела, содержащие активные центры тяжелой и легкой цепей, соединенных линкером (scFv). Целью работы является получение человеческого АТ2 scFv к бензо[а]пирену (БП), как наиболее представительному члену семейства полициклических ароматических углеводородов, канцерогенов, образующихся при пиролизе органических соединений. В дальнейшем предполагается использовать АТ2 scFv БП для создания иммунно профилактических и иммунно диагностических препаратов и тест-систем.

В ходе скринирования наивной фаговой библиотеки, созданной из лимфоцитов здоровых людей, мы получили антиидиотипическое одноцепочечное антитело к БП, названное В5. Анализ нуклеотидной и аминокислотной последовательностей В5 показал, что оно является уникальным и не похожим на известные антитела. В5 было экспрессировано двумя способами: с белком-носителем целлюлоза связывающим доменом и с His-хвостами. Первое очищено на целлюлозе, второе – на Ni-смоле. С помощью иммуноферментного анализа показано, что В5 связывало моноклональные, поликлональные, мышинные и человеческие одноцепочечные рекомбинантные антитела, специфические к БП, в прямом и конкурентном ИФА. На основании этого было доказано, что В5 является антиидиотипическим антителом и связывает активный центр идиотипического антитела против БП. Нами была предложена модель связывания В5 с антителами к БП для создания тест-систем.

Работа выполнена по Госзаданию № 0355-294-0001 и по гранту РФФИ № 76.00.00.

Научный руководитель – канд. биол. наук Устинов В. А.

Белки и белковые комплексы плазмы крови во время беременности

Аулова К. С.

Новосибирский государственный университет
Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

В плазме крови беременных женщин обнаружены различные белковые факторы, ассоциированные с данным состоянием. Они синтезируются как организмом матери, так и плацентой, а также органами плода. Такие белки могут выполнять специфические функции при беременности, не только индивидуально, но, возможно, и в различных комплексах. Изучение белковых комплексов крови беременных женщин представляется актуальной проблемой, решение которой позволит выявить особенности функционирования белков крови матери.

Целью настоящей работы является выделение белков и белковых комплексов крови беременных женщин, изучение их состава и свойств различными методами.

В ходе работы проведено разделение белков плазмы крови здоровых беременных женщин, а также здоровых мужчин и женщин с помощью последовательной гель-фильтрации на сорбентах Ultrogel и Superdex 200. Электрофоретический анализ, анализ с помощью MALDI-TOF масс-спектрометрии и сшивки белков несколькими реагентами показал, что некоторые фракции содержат не только индивидуальные белки, но и белковые комплексы.

Проведен анализ влияния различных фракций белков, полученных гель-фильтрацией, на клетки линии аденокарциномы молочной железы человека MCF-7. Обнаружено, что отдельные фракции проявляют цитотоксичность.

Было показано, что фракции, подавляющие рост раковых клеток, содержат комплексы с различной молекулярной массой. В составе комплексов идентифицированы сывороточный альбумин, иммуноглобулины и серотрансферрин.

Научный руководитель – д-р хим. наук, проф. Невинский Г. А.

**N-докозагексаноилдофамин как потенциальный
нейрозащитный агент**

Ашба А. М.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

N-докозагексаноилдофамин (DHA-DA) - представитель класса эндогенных сигнальных липидов, N-ацилдофаминов, обладающих широким спектром действия - от индукции гибели раковых клеток до защиты нейронов в стрессовых условиях. Для дофаминамида докозагексаеновой кислоты было продемонстрировано, что данное соединение участвует в процессах регенерации пресноводной гидры. Однако механизмы этого эффекта, а также его отношение к клеткам млекопитающих не были исследованы. Целью данной работы было изучение возможных морфогенетических эффектов DHA-DA и его аналогов на нервную ткань на модели долговременной стимуляции клеток феохромоцитомы PC12 и глиомы C6.

Клетки линий C6 и PC12 культивировали в соответствии с рекомендациями ATCC. Для экспериментов клетки высевали с плотностью 500 клеток / см², инкубировали с соединениями 10 дней. Жизнеспособность оценивали с помощью МТТ-теста. Морфологию оценивали с помощью световой микроскопии методом фазового контраста. Экспрессию генов анализировали с помощью ОТ-ПЦР с использованием коммерчески доступных наборов.

После одного дня инкубации DHA-DA индуцировал гибель клеток как C6, так и PC12 со значениями LD50 12 ± 2 и 4 ± 2 мкМ, соответственно. Долгосрочная инкубация с LD50 выявила его цитостатическое действие в отношении выживших клеток. Морфология их существенно изменилась: клетки увеличились и образовали отростки. Анализ экспрессии генов с использованием маркеров дифференцировки показал индукцию дифференцировки по астроцитарному (клетки C6) и нейрональному (клетки PC12) пути. Аналоги DHA-DA также продемонстрировали морфогенетическое действие. Причина столького различного действия данных соединений связана с тем, что в различных диапазонах концентраций молекулы воздействуют на разные типы рецепторов и активизируют различные киназы из каскадов Raf-Ras-ERK и JNK. Полученные в работе результаты имеют отношение к процессу регенерации нервной ткани и позволяют оценить перспективу использования DHA-DA в качестве потенциального нейрозащитного агента.

Научный руководитель - канд. хим. наук Акимов М. Г.

Получение рекомбинантных онколитических вирусов осповакцины с увеличенной продукцией внеклеточной оболочечной формы вируса

Бауэр Т. В.

Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор»,
г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет

Вирус осповакцины (ВОВ) в настоящее время представляет интерес, как новое средство в борьбе против онкологических заболеваний.

Разные штаммы вируса осповакцины различаются по эффективности формирования внеклеточных вирионов, покрытых липопротеидной оболочкой, которая обеспечивает большую эффективность распространения вируса. На примере штаммов WR и IND-J выявлено, что эффективность формирования внеклеточных вирионов зависит от аминокислотной последовательности белка A34R (K151E и D110N).

Ранее были получены рекомбинантные вирусы осповакцины на основе штамма Л-ИВП с делециями генов, кодирующих тимидинкиназу и вирусный фактор роста, и встройками генов, кодирующих гранулоцит-макрофагальный колониестимулирующий фактор (GM-CSF), флуоресцирующий белок (GFP), цитокин семейства факторов некроза опухоли (TRAIL), которые показали свою онколитическую активность.

Целью данной работы являлось создание методами генетической инженерии рекомбинантных вирусов осповакцины BOB_TK(-)_GFP(+) и BOB_TK(-)_GM-CSF(+)_VGF(-)_TRAIL(+), с введенными точечными нуклеотидными заменами в гене A34R, приводящими к аминокислотным заменам K151E и D110N в соответствующем белке.

Методами генетической инженерии была получена рекомбинантная плаزمиды интеграции, содержащая фрагмент вирусной ДНК с двумя введенными точечными нуклеотидными заменами в гене A34R ВОВ, приводящими к целевым аминокислотным заменам D110N, K151E.

Методом временной доминантной селекции были получены рекомбинантные ВОВ: BOB_TK(-)_GFP(+)_A34R_(D110N, K151E) и BOB_TK(-)_GM-CSF(+)_VGF(-)_TRAIL(+)_A34R_(D110N, K151E).

Полученные рекомбинантные онколитические ВОВ, отличаются от исходных вирусов повышенной эффективностью формирования внеклеточных оболочечных вирионов, что может усилить антиканцерогенные свойства вирусов.

Работа поддержана грантом РФФИ (грант № 15-04-01326).

Научные руководители – канд. биол. наук Максютов Р. А.,
д-р биол. наук, проф. Щелкунов С. Н.

Влияние мелатонина на старение семядолей проростков *Lychnis chalconica* L. в темноте и на синем свете

Бойко Е. В., Видершпан А. Н.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Особое значение в процессах старения клеток и целого организма имеет окислительный стресс, связанный с накоплением активных форм кислорода (АФК), которые запускают каскады окислительных реакций, губительно действующие на все системы организма. В качестве сильного поглотителя АФК выступает гормон сна человека мелатонин (Мел). Данный гормон также был найден у растений. Функции Мел в старении растений еще недостаточно изучены. В связи с этим целью данного исследования стало изучение влияния Мел на старение изолированных семядолей проростков *Lychnis chalconica* L. в темноте (Тем) и на синем свете (СС). Изолированные семядоли 5-дневных проростков с СС помещали на 2 сут в Тем или на СС в раствор с Мел («Sigma» США) (опыт) или без него (контроль). Критерием старения семядолей служил снижающийся уровень фотосинтетических пигментов, установленный спектрофотометрически. В результате показано, что культивирование семядолей в Тем повышало уровень хлорофилла в (Хл в), свидетельствуя об активации процессов окисления Хл а. В то же время на СС уменьшался уровень всех пигментов, указывая на деградацию фотосинтетического аппарата. Следует отметить, что вслед за разрушением каротиноидов, выполняющих защитную функцию, происходило снижение уровня Хл. Уровень Хл а понижался активнее, чем Хл в, поскольку последний является окисленной формой первого. 0,1 пМ Мел в Тем снижал уровень всех пигментов, проявляя прооксидантные свойства. В то же время 1 мкМ Мел увеличивал уровень Хл а и каротиноидов, выступая в роли антиоксиданта. На СС 0,1 пМ Мел также снижал уровень фотосинтетических пигментов, но в меньшей степени, чем в контроле. 1 мкМ Мел аналогично варианту в Тем увеличивал содержание пигментов. Полученные результаты исследования показали, что в стареющих семядолях *L. chalconica* на СС процессы окисления шли интенсивнее, чем в Тем. Мел изменял содержание пигментов фотосинтеза, регулируя целостность пигмент-белкового комплекса.

Научный руководитель – д-р. биол. наук, проф. Головацкая И. Ф.

Термофильный бактериофаг *Aeribacillus pallidus* AP45: биологические свойства, анализ генома

Боковая О. В.

Новосибирский государственный университет

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Термофильные микроорганизмы являются интересными объектами для изучения с целью дальнейшего применения в науке и промышленном производстве в силу термостабильности структурных белков или ферментов. Также многое неизвестно об отношениях бактериофаг-хозяин в высокотемпературных средах.

Ранее в лаборатории молекулярной микробиологии ИХБФМ СО РАН был выделен термофильный бактериофаг AP45 из почвенных образцов Долины гейзеров Камчатки. Целью данной работы являлось описание биологических свойств и анализ генома фага AP45.

Были выявлены два штамма-хозяина термофильного бактериофага AP45. Штаммы различались по биохимическим свойствам, но методом флотипирования по последовательности гена 16S рРНК оба были идентифицированы как штаммы термофильной бактерии *Aeribacillus pallidus*.

Бактериофаг AP45 обладает следующими биологическими свойствами: на газоне чувствительной культуры продуцирует прозрачные негативные колонии размером 0.5-1 мм и зону лизиса за счет продукции растворимого белка-лизина; константа адсорбции на штамме 1 составляет - $1,58 \times 10^{-7} \pm 0,01$ мл/мин, на штамме 3 - $8,45 \times 10^{-8} \pm 0,15$ мл/мин., показана чувствительность фага к хлороформу.

Был получен препарат очищенной геномной ДНК бактериофага AP45 и проведено полногеномное секвенирование. Анализ полученной полногеномной последовательности размером 51606 п.н. выявил 71 предполагаемую ОРТ. Геном содержит ОРТ, кодирующие белки рекомбинации и белки, предназначенные для лизиса бактериальной клетки. Выявлено сходство ОРТ структурных белков фага AP45 с соответствующими ОРТ термофильного бактериофага D6E, относящегося к семейству Myoviridae. Большинство ОРТ неструктурных белков фага AP45 имеют сходство с ОРТ микроорганизмов, относящихся к семейству Bacillaceae.

Таким образом, были выявлены некоторые биологические свойства фага AP45 и проанализирован его геном.

Научный руководитель – канд. биол. наук Морозова В. В.

Выделение и характеристика везикул плаценты человека

Буркова Е. Е.

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет

В последние годы исследование везикул плаценты привлекает к себе большой интерес в связи с их важной ролью при беременности. Показано, что основной и уникальный тип клеток в плаценте – синцитиотрофобласт, высвобождает различные внеклеточные везикулы в кровь матери, такие как экзосомы (40–100 нм) и микровезикулы (100 нм–1 мкм).

Целью настоящей работы было выделение везикул из плаценты человека, их очистка от совыделяющихся белков и белковых комплексов, а также анализ их морфологии и белкового состава.

Везикулы из плаценты выделяли дифференциальным центрифугированием предварительно ультрафильтрованного экстракта гомогената плаценты человека. Для дополнительной очистки везикул от совыделяющихся белков и белковых комплексов проводили гель-фильтрацию на колонке с сорбентом сефароза 4В ресуспендированного осадка, полученного ультрацентрифугированием при 100 000 g. Электронной микроскопией было показано присутствие везикул размером 30–180 нм, микрочастиц и аморфного вещества в одной из трех фракций, полученных гель-фильтрацией. С использованием одномерного, двумерного электрофореза и MALDI-TOF масс-спектрометрии был проанализирован белковый состав данной фракции. Среди белков были обнаружены как специфичные для плаценты, такие как плацентарная щелочная фосфатаза, так и другие белки, встречающиеся во многих тканях и жидкостях организма.

На данном этапе не удалось получить гомогенные препараты везикул, поэтому далее планируется провести ультрацентрифугирование в градиенте плотности сахарозы, аффинную хроматографию для дальнейшей очистки препаратов везикул.

Работа поддержана Программой ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 годы № VI 59.1.2, грантом РФФИ № 16-04-00609.

Научный руководитель – д-р хим. наук, проф. Невинский Г. А.

Изоэлектрическое осаждение, как способ очистки нитчатого бактериофага М13

Волкова Н. В.

Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор»,
г. Новосибирск

Нитчатые бактериофаги – это нелитические вирусы, инфицирующие бактерии и безопасные для человека. Они используются в технологии фагового дисплея, для иммунизации животных, генной терапии, а также в качестве матрицы для получения наночастиц.

Существующие методы осаждения бактериофага М13 из раствора основаны на использовании полиэтиленгликоля. Но этот подход имеет ряд очевидных недостатков: осаждение происходит длительное время, а в осадке фагов присутствует примесь ПЭГ. Очистка фагов от примесей после такого осаждения весьма затруднена, требует специальных расходных материалов и занимает продолжительное время.

Бактериофаг М13 имеет мажорный белок оболочки рVIII, изоэлектрическая точка которого была рассчитана и экспериментально установлена как рН 4,2. Наша гипотеза состоит в том, что такую же изоэлектрическую точку будет иметь весь бактериофаг М13.

Разработана методика осаждения бактериофагов с помощью натрий-ацетатного буфера со значением рН=4,2.

Этот способ сокращает время работы от суток до 1 часа. В работе экспериментально был определен объем натрий-ацетатного буфера, необходимый для осаждения фагов из питательной среды LB и раствора TBS. Питательная среда LB имела значение рН=7,4. При добавлении трех объемов буфера значение рН достигало 4,23.

Исходный раствор TBS для ресуспендирования бактериофагов имел значение рН=7,5. При добавлении одного объема натрий-ацетатного буфера значение рН достигало 4,24. При данных значениях рН бактериофаги полностью выпадали в осадок за 1 час.

Главными достоинствами данного метода являются то, что можно проводить осаждения бактериофага М13 в малых объемах (от 100 мкл), изоэлектрическое осаждение минимизирует потери нитчатого бактериофага М13, занимает меньше времени, чем ПЭГ/NaCl и низкое значение рН (4,2) не влияет на жизнеспособность нитчатого бактериофага М13, и что самое главное позволяет получать препарат бактериофагов высокой чистоты.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Щербаков Д. Н.

1-аминоциклопропан-1-карбоксилатдезаминазы аэробных метилотрофов: биохимические и филогенетические аспекты

Герасимова Ю. С., Екимова Г. А.

Уральский федеральный университет им. Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург
ИБФМ им. Г. К. Скрыбина РАН, г. Пушино

Этилен - один из основных фитогормонов, сверхпродукция которого в стрессовых условиях приводит к запуску программы преждевременного старения растений, опадению листьев и созреванию плодов. Предшественником в его биосинтезе является 1-аминоциклопропан-1-карбоновая кислота (АЦК).

Аэробные метилобактерии – группа микроорганизмов, использующих в качестве субстрата окисленные и замещенные производные метана (но не СН₄). Они широко распространены в природе и часто ассоциированы с растениями. Эти ассоциации постоянны и обусловлены тем, что с одной стороны, метилотрофы потребляют метанол, выделяемый растениями через устьица в окружающую среду, с другой стороны, стимулируют рост и развитие растений за счет биосинтеза фитогормонов и витаминов.

Также одним из ключевых механизмов влияния бактерий на развитие растений является способность снижать уровень этилена за счет активности 1-аминоциклопропан-1-карбоксилатдезаминазы (АЦК-дезаминазы). При активности данного фермента АЦК метаболизируется с образованием α -кетобутирата и ионов аммония.

В настоящее время уделяется особое внимание изучению АЦК-дезаминаз. Несмотря на то, что у многих бактерий обнаружена активность данного фермента, очищены и охарактеризованы только четыре.

Amycolatopsis methanolica 239 – представитель филума Actinobacteria, одна из немногих грамположительных бактерий, обитающих в почве и использующих метанол в качестве ростового субстрата.

В нашей работе впервые проведена очистка и исследованы основные биохимические свойства рекомбинантной АЦКдезаминазы факультативного метилотрофного актиномицета *A. methanolica* 239. Проведены: скрининг коллекции штаммов аэробных метилотрофов на наличие структурного гена АЦК-дезаминазы – *acdS*, анализ аминокислотных последовательностей и сравнительная характеристика ферментов, ранее выделенных из других бактерий, что позволило выявить закономерности в их структуре и свойствах.

Научный руководитель – канд. биол. наук Федоров Д. Н.

Исследование формирования вторичных структур ДНК в районе ломкого сайта FRAXA у пациентов с синдромом ломкой X-хромосомы

Грищенко И. В.

Новосибирский государственный университет

Экспансия тринкулеотидных повторов это особый тип мутаций, который заключается в резком увеличении количества повторов на сотни и даже тысячи единиц. Это явление приводит к ряду генетических заболеваний человека таких, как болезнь Гентингтона, боковой амиотрофический склероз, прогрессирующая миоклоническая эпилепсия и др. На сегодняшний день причина развития данной мутации неизвестна. Согласно одной из теорий экспансия связана с образованием термодинамически устойчивых вторичных структур ДНК. На участках с такими структурами происходит сбой работы систем репарации, репликации, что приводит к резкому увеличению размера повтора. Одним из распространенных заболеваний, связанных с экспансией является синдром ломкой X-хромосомы. Он обусловлен экспансией повтора CGG в промоторной области гена *fmr1*. Данное заболевание приводит к развитию у пациентов наследственной умственной отсталости, аутизму, эпилепсии, расстройствам речи и некоторым физическим аномалиям. Количество этих повторов в норме варьирует от 5 до 54 единиц, синдром развивается при количестве повторенных триплетов более 200. Для повтора (CGG)_n было показано формирование G-квадруплексов – устойчивых вторичных структур, образуемых гуанинами и стабилизированных одновалентными катионами *in vitro*. В 2013 году в Кембриджском университете был сконструирован scFv-фрагмент антитела специфичный к G-квадруплексам. Авторы подтвердили его сродство к этим структурам на геномной ДНК на фиксированных препаратах фибробластов человека.

Целью нашей работы являлось показать возможность формирования G-квадруплексов в районе вероятной экспансии повторов в живой клетке, а так же подтвердить высокую степень сродства scFv к этим вторичным структурам *in vitro*. Работа была проведена на культурах иммортализованных В-лимфоцитов пациентов и контрольных клеточных линиях. В ходе исследования нами проведен анализ колокализаций сигналов антител и ВАС клона (RP11-489K19), содержащего полную копию гена *fmr1* на фиксированных и нефиксированных препаратах ядер и метафазных хромосом клеток пациентов и контрольных линий. Был проведен иммуоферментный анализ и гель-шифт анализ связывания антитела с искусственно синтезированными олигонуклеотидами, имеющими разный GC-состав для подтверждения степени сродства.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект 15-15-10001).

Научный руководитель – канд. биол. наук Юдкин Д. В.

Влияние сульфата меди на величину осмотического потенциала в семядолях проростков *Brassica napus* в темноте и на селективном свете

Данилова Е. Д., Малофий М. К., Коломейчук Л. В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

В последнее время возрастающее поступление тяжелых металлов в окружающую среду, способствующее загрязнению почвы, приобретает глобальный характер. Под действием тяжелых металлов нарушается водный статус растения, вызывая осмотический стресс. Известно, что абиотические факторы способны индуцировать стрессоустойчивость растений. К таким факторам относится свет, который выступает регулятором всех процессов жизнедеятельности растений. Наиболее обстоятельно исследовано влияние красной области спектра на солеустойчивость растений. Показано, что синтез неферментативных антиоксидантов, флавоноидов и каротиноидов под контролем фоторецептора красного света фитохрома. Сравнение эффекта темноты и белого света при формировании механизмов стрессоустойчивости, а также действие света коротко- и средневолновой областей на данные механизмы изучено недостаточно.

В нашем исследовании оценивали эффект CuSO_4 (0, 10 и 25 мкМ) на 7-суточных проростках *Brassica napus*, выращенных в темноте, на белом, синем и зеленом свете. Осмотический потенциал определяли на криоскопическом осмометре Osmomat 030 (“Gonotec”, Германия) в соответствии с инструкцией производителя.

В семядолях этиолированных проростков *Brassica napus* в отсутствии ионов меди величина осмотического потенциала составляла -0,58 мПа, свет увеличивал данный параметр на 19 %. Добавление CuSO_4 (10 мкМ) в питательную среду снижала анализируемый показатель на 10-15 % вне зависимости от условий освещения. Увеличение концентрации тяжелого металла до 25 мкМ, прогнозируемо, негативно отразилось на величине осмотического потенциала. Наибольшее снижение показателя отмечено у проростков выращенных в условиях темноты, а наименьшее - на синем и зеленом свете.

Таким образом, нами впервые показано, что величина осмотического потенциала клеточного экссудата в семядолях проростков *Brassica napus* на фоне действия CuSO_4 определяется не только наличием или отсутствием освещения, но и зависит от его спектрального состава.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Ефимова М. В.

Митохондриально-направленный антиоксидант SkQ1 как противовоспалительное средство

Дворянинова Е. Е., Челомбитко М. А.

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

При многих патологических процессах, в том числе воспалительных, наблюдается развитие окислительного стресса, характеризующегося повышением уровня активных форм кислорода (АФК). Т.к. основным источником АФК является электрон-транспортная цепь митохондрий (ЭТЦ), было сделано предположение, что использование митохондриально-направленных антиоксидантов может оказывать противовоспалительный эффект.

В качестве исследуемого вещества был выбран SkQ1 (10-(6'-пластохинонил) децилтрифенилфосфония бромид). В роли препарата сравнения выступал C12TRP (децилтрифенилфосфоний) — фрагмент молекулы SkQ1, не обладающий прямым антиоксидантным действием.

В эксперименте по изучению влияния SkQ1 на параметры острого подкожного воспаления у мышей линии C57Bl/6 использовалась модель «воздушного мешка». Путём введения стерильного воздуха на 1-ый и 4-ый дни эксперимента в межлопаточной области у мышей были сформированы субдермальные полости. На 7-ой день в «воздушные мешки» ввели 1%-ный раствор λ -карагинана, активировав острое воспаление. Введение исследуемых веществ проводилось внутривенно в течение 7 дней в дозе 250 нмоль/кг. Через 4 часа с момента индукции воспаления животные выводились из эксперимента. Для анализа забирался экссудат из полости и кожный лоскут из верхней стенки «воздушного мешка».

Абсолютная численность клеток в экссудате группы животных, получавших SkQ1, была ниже по сравнению с контролем на 30,1%, а число гранулоцитов уменьшалось на 39,8%. Доля макрофагов и тучных клеток при этом возрастала на 31,3%. Отмечалась тенденция к уменьшению концентрации провоспалительного цитокина IL-6 на 43,8% в группе SkQ1 по сравнению с контролем.

На тканевом уровне эффект от применения SkQ1 выражался в снижении абсолютного количества тучных клеток в стенке «воздушного мешка» на 26,8% и увеличении доли дегранулирующих среди них на 64,8%. Действие C12TRP проявлялось в уменьшении абсолютной численности мастоцитов на 28,7%, а также в снижении среди них доли дегранулирующих на 59,5%.

Научный руководитель – канд. биол. наук, доцент Ильинская О. П.

Реактивация экспрессии гена *fmr1* в культурах клеток пациентов с синдромом ломкой X-хромосомы

Дольский А. А.

Новосибирский государственный университет

Синдром ломкой X-хромосомы наиболее распространенная причина наследственной умственной отсталости. Данный синдром характеризуется отсутствием белка FMRP, который участвует в развитии нейронов. В свою очередь, отсутствие этого белка связано с подавлением экспрессии гена *fmr1* вызванного экспансией тринуклеотидного повтора ЦГГ (более 200 единиц) в 5'-некодируемой области гена *fmr1*, метилированием ЦФГ островков в промоторной зоне гена и с деацетилированием N-концевых участков гистонов H3 и H4 вблизи метилированного участка. В настоящее время не существует способов лечения данного заболевания, но используются такие вещества, как фолиевая кислота, миноциклин и вальпроевая кислота, которые позволяют незначительно повысить внимательность и обучаемость пациентов, а также снизить гиперактивность. Однако все используемые вещества не восстанавливают работу гена *fmr1*. Поэтому актуальной задачей на сегодняшний день является разработка методов лечения синдрома ломкой X-хромосомы. В настоящее время в ряде лабораторий ведутся разработки методов восстановления экспрессии гена *fmr1*. Так, показано, что 5-азадезоксцитидин (ингибитор ДНК метилтрансфераз), 4-фенилбутират (ингибитор деацетилаз гистонов) реактивируют экспрессию гена. Однако, эти вещества не могут быть использованы в клинической практике из-за их высокой цитотоксичности. Существует ряд ингибиторов гистоновых деацетилаз – ромидепсин и вориностат, которые одобрены Управлением по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов в США для лечения онкозаболеваний в клинической практике. В связи с этим, особый интерес представляет исследование данных веществ на способность восстанавливать экспрессию гена *fmr1*.

Данная работа посвящена исследованию способности ромидепсина и вориностата (ингибиторов деацетилаз гистонов) реактивировать ген *fmr1* в культурах В-лимфоцитов пациентов с синдромом ломкой X-хромосомы.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФ (проект 15-15-10001).

Научный руководитель – канд. биол. наук Юдкин Д. В.

Механизм поиска субстратных оснований ДНК-гликозилазами семейства Fpg/Nei

Дятлова Е. А.

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

ДНК в клетках живых организмов постоянно подвержена воздействию экзогенных и эндогенных факторов, повреждающих структуру ДНК. К самым распространенным типам повреждений относятся одноцепочечные разрывы, апурин-апиримидиновые сайты и поврежденные основания. Такие повреждения репарируются с помощью ферментов системы эксцизионной репарации оснований. Этот процесс инициируется ДНК-гликозилазами, которые осуществляют гидролиз N-гликозидной связи между поврежденным основанием и остатком дезоксирибозы.

Недавно было обнаружено, что геномы высших эукариот содержат три гена, кодирующих белки, принадлежащие к суперсемейству бифункциональных ДНК-гликозилаз Fpg/Nei (NEIL1–3). Роль этих белков не вполне изучена, однако предполагается важность ферментов NEIL для репарации повреждений в структурах ДНК, отличных от канонической В-формы. Целью работы является исследование механизма поиска повреждений эндонуклеазой VIII *Escherichia coli* и гомологичными ей ферментами NEIL1 и NEIL2 человека. Для исследования процессивности использовался метод, основанный на расщеплении специально сконструированного ДНК-субстрата, позволяющий точно контролировать расстояние между фермент-специфическими сайтами расщепления, а также вводить в субстрат модификации практически любой химической природы. Для определения начальной скорости реакции проводились в условиях большого избытка субстрата над ферментом, затем рассчитывалась P_{ss} – вероятность коррелированного расщепления субстрата. Показано, что процессивность всех исследуемых ферментов зависит от ионной силы раствора. Однако, в отличие от урацил-ДНК-гликозилазы и апурин-апиримидиновых эндонуклеаз бактерий и человека, значение P_{ss} не убывало монотонно с ростом ионной силы, а имело оптимум при низких концентрациях KCl, что свидетельствует о вкладе неионных взаимодействий в связывание исследуемых ферментов с неспецифической ДНК.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Жарков Д. О.

Влияние ДДТ на экспрессию микроРНК и их генов-мишеней в разных органах самок крыс

Калинина Т. С.

Новосибирский государственный университет

Институт молекулярной биологии и биофизики СО РАН, г. Новосибирск

Все живые организмы находятся в постоянном взаимодействии с химическими факторами окружающей среды, которые не являются естественными компонентами физиологических процессов в клетках. Среди таких чужеродных веществ особый интерес для изучения представляет ДДТ – ксенобиотик, который ранее активно использовали для борьбы с сельскохозяйственными вредителями. Это соединение обладает разнообразными механизмами токсического действия: через изменение экспрессии микроРНК, активацию рецепторов CAR, PXR, ER α ДДТ влияет на экспрессию многих генов, которые кодируют белки, задействованные в основных клеточных процессах.

Целью настоящей работы стало изучение влияния ДДТ на экспрессию микроРНК в разных органах самок крыс.

Был определён уровень экспрессии ряда онкогенных микроРНК и miR-190a и -1843a, которые были обнаружены в ходе биоинформатического анализа, проведённого для поиска микроРНК, промоторная область которых содержит сайт связывания рецептора CAR, в печени, матке, яйчниках самок крыс при введении ДДТ. Выявлено изменение профиля экспрессии miR-21, -429, -190a в зависимости от органа и варианта воздействия: хронического или однократного. Во всех органах крыс при однократном воздействии ДДТ показано усиление экспрессии онкогенной miR-205, что подтверждает канцерогенные свойства ДДТ.

Также были выявлены изменения в экспрессии генов-мишеней микроРНК miR-21, -190a, -1843a при воздействии ДДТ и исследована экспрессия генов-хозяев для miR-190a и -1843a в разных органах самок крыс. На основании полученных данных построена схема взаимодействий: ксенобиотик – мишень (рецептор) – микроРНК – ген-мишень – изменения в клеточных процессах (пролиферация, апоптоз, дифференцировка).

Важно, что все выявленные в ходе эксперимента изменения могут приводить к нарушению экспрессии генов, которые участвуют в процессах канцерогенеза.

Работа поддержана грантом РФФИ № 15-15-30012.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Гуляева Л. Ф.

Распространенность наиболее часто встречающихся онкогенных мутаций при различных типах лейкозов у детей в Красноярском крае

Карнюшка А. А., Шайхутдинова Р. В.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск
Красноярский филиал гематологического научного центра
Министерства здравоохранения России

У детей лейкозы занимают ведущее место в структуре онкологических заболеваний. Одной из диагностических технологий является выявление химерных транскриптов, которые определяют патогенез и прогноз данного вида заболевания.

Целью работы явилась оценка распространенности наиболее часто встречающихся онкогенных мутаций, характерных для различных типов лейкозов у детей с лейкозами на территории Красноярского края. В исследование включены данные обследования 84 детей с подтвержденным диагнозом лейкоз, находившихся на стационарном лечении в отделении онкологии и гематологии КГБУЗ «Красноярского краевого клинического центра охраны материнства и детства» (г. Красноярск) в период с 09.2012г по 02.2016г. Из них 62 ребенка с диагнозом острый лимфобластный лейкоз (ОЛЛ), 20 – с диагнозом острый миелобластный лейкоз (ОМЛ), 2 – с диагнозом хронический миелолейкоз (ХМЛ) и 1 пациент с диагнозом лимфома. Средний возраст пациентов составил 8 ± 4 лет. Выделение тотальной РНК проводили из костного мозга с помощью комплекта реагентов «РИБО-золь-D». Обратную транскрипцию, две стадии ПЦР, гибридизацию на биологическом микрочипе проводили с помощью комплекта реагентов «ЛК-БИОЧИП» (ООО «Биочип-ИМБ», Москва). Из 84 пациентов мутации обнаружены у 30 детей. Среди 62 пациентов с ОЛЛ мутации выявлены у 17 детей (27% от всех случаев ОЛЛ). При этом, химерный транскрипт ETV6-RUNX1 выявлен у 9 детей, MLL-AF4 – у 5, TCF3-PBX1 – у 2, BCR-ABL1 – у 1, что составило 52,9%, 29,4%, 11,8% и 5,9% от всех случаев ОЛЛ с мутациями, соответственно. Среди 20 пациентов с ОМЛ мутации выявлены у 12 человек (60% от всех случаев ОМЛ). При этом, химерный транскрипт RUNX1-RUNX1T1 выявлен у 4 детей, MLL-MLLT3 – у 3, MLL-MLLT10 – у 2, PML-RARA – у 1, CBFB-MYH11 у 1, MLL-MLLT1 у 1, что составило 33,3%, 25%, 16,8%, 8,3%, 8,3% и 8,3% от всех случаев ОМЛ с мутациями, соответственно. Выявленные химерные транскрипты MLL-AF4 и MLL-MLLT10 являются крайне неблагоприятными в прогностическом отношении, в отличие от ETV6-RUNX1, при котором доля полных ремиссий приближается к 10%, подавляющее большинство переживает 5 лет.

Научные руководители - канд. биол. наук Субботина Т. Н.,
канд. мед. наук Ольховский И. А.

Клонирование, экспрессия кДНК-гена PKR-киназы человека (*HsPKR*) и очистка рекомбинантной *HsPKR*

Кислицин В. Ю., Бейсенов Д. К.

Институт молекулярной биологии и биохимии, г. Алматы, Казахстан

PKR – серин/треониновая киназа, экспрессия которой индуцируется интерферонами. Она активируется двуцепочечной (дц) РНК и фосфорилирует α -субъединицу фактора инициации трансляции 2 (eIF2 α). У млекопитающих это приводит к блокированию инициации трансляции за счёт ингибирования функции фактора eIF2B, катализирующего обмен GDP на GTP у eIF2. Однако, в растительных клетках до сих пор не обнаружено генов, гомологичных генам субъединиц eIF2B животных. Более того, из четырех киназ, способных фосфорилировать eIF2 α в клетках животных, у растений обнаружена лишь GCN2-киназа. Таким образом, механизм ингибирования биосинтеза белка у растений посредством фосфорилирования eIF2 α отличается от такового у млекопитающих и нуждается в тщательном исследовании.

Целью работы являлось клонирование, экспрессия кДНК-гена *HsPKR* в клетках *Escherichia coli* и выделение препарата рекомбинантного белка *HsPKR*, пригодного для использования в исследованиях механизма регуляции биосинтеза белка в растительных системах *in vitro*.

В ходе выполнения работы были получены следующие результаты:

1. кДНК-ген клонирован в экспрессионном векторе *pET23c* с добавлением 6-и гистидиновых кодонов на 3'-фланге ОРС;
2. кДНК-ген *HsPKR* экспрессирован в клетках *E. coli* штамма BL21 (D3);
3. рекомбинантный белок *HsPKR* выделен аффинной хроматографией (IMAC) на His-tag;
4. активность рекомбинантной PKR-киназы проверена в безмитохондриальном экстракте S23 зародышей пшеницы в присутствии дцРНК. Результаты киназной реакции подтверждены автордиографией и иммуноблоттингом с использованием антител к фосфо-форме eIF2 α .

Выводы: была разработана методика получения рекомбинантной *HsPKR*, доказано, что добавление последовательности из 6-и гистидинов на С-конец *HsPKR* не нарушает её функционирование. Полученный кДНК-ген *HsPKR* можно использовать для получения трансгенных растений, устойчивых к вирусам, а рекомбинантный белок *HsPKR* - при исследовании регуляции биосинтеза белка в растительных системах *in vitro*.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Исаков Б. К.

Анализ мутаций в гене BRCA1 у пациентов с диагнозом «рак молочной железы» методом массового параллельного секвенирования

Костякова Д. А.

Новосибирский государственный педагогический университет

Рак молочной железы (PMЖ) - самое частое онкологическое заболевание у женщин. В 5-10% случаев рак носит наследственный характер. Значительная часть наследственного PMЖ обусловлена наличием мутаций в генах BRCA1 и BRCA2. Для российской популяции известна мутация в гене BRCA1 - 5382insC, обладающая эффектом основателя, а также ряд высокопенетрантных мутаций, встречающихся с относительно высокой частотой: T300G, 4153delA, 185delAG. Эти мутации успешно детектируются с помощью высокоточного и экономичного метода - аллель-специфической ПЦР в режиме реального времени. Однако сотни других патогенных мутаций, «разбросанных» по протяжённым кодирующим участкам генов BRCA1/2 и не отличающихся повышенной частотой встречаемости в популяции, остаются проблемными для диагностики в виду высокой стоимости и низкой производительности наиболее подходящего в подобной ситуации метода - секвенирования по Сэнгеру.

Появление метода массового параллельного секвенирования (секвенирования следующего поколения, NGS) позволило существенно снизить затраты средств и времени на определение первичной структуры ДНК.

Целью нашего проекта явилась разработка системы анализа полной кодирующей части гена BRCA1 методом массового параллельного секвенирования, а также применение созданной системы для поиска мутаций в гене BRCA1 у пациентов с PMЖ. Для анализа была сформирована выборка, состоящая из 130 образцов ДНК пациентов, диагноз которым был поставлен в возрасте 19-40 лет.

В результате проделанной работы была создана система, позволяющая выявлять однонуклеотидные замены, небольшие делеции и инсерции в кодирующей последовательности гена BRCA1. В результате анализа образцов ДНК пациентов были выявлены 3 клинически значимые мутации: 427G>T, IVS18+1 и 4153delA. Кроме того, было выявлено несколько десятков мутаций с неясным или отсутствующим клиническим эффектом.

В настоящее время готовим к анализу новые образцы ДНК, а также разрабатываем систему для поиска мутаций в гене BRCA2.

Научный руководитель – Анисименко М. С.

Анализ тромбогенных полиморфизмов в генах II и V факторов свертывания крови у пациентов с ХМО

Кочмарева Г. Ю.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Красноярский филиал гематологического научного центра Министерства здравоохранения России

Важную роль в развитии тромботических осложнений у пациентов с хроническими миелопролиферативными опухолями (ХМО) могут иметь наследственные факторы риска, предрасполагающие к повышенной активности плазменного звена гемостаза. К настоящему времени данный вопрос изучен недостаточно.

Цель настоящего исследования – анализ полиморфизмов в генах II и V факторов свертывания крови у пациентов с ХМО.

Выделение ДНК и ПЦР-РВ проводили с использованием реагентов НПО «Литех». В исследование были включены 70 пациентов с подтверждённым диагнозом ХМО, которые ранее поступали на консультативный прием врачей-гематологов в амбулаторно-поликлинические учреждения г. Красноярска и в Красноярскую краевую клиническую больницу. Также для данных пациентов в лаборатории Красноярского филиала Гематологического центра ранее был проведен анализ на наличие соматических мутаций, обуславливающих развитие ХМО, в частности: 44 пациента имеют мутацию V617F в гене JAK2, 9 – в гене MPL (W515L у 8 пациентов, W515K у 1 пациента) и 4 – в гене CALR (инсерция – у двух пациентов, делеции – у двух пациентов). У 14 человек не выявлено мутаций, обуславливающих развитие ХМО. Все участники тестировались на наличие тромбогенных полиморфизмов в генах коагуляционного фактора II – протромбина (FII, 20210 G->A; rs1799963) и фактора V – генотип Leiden (FV, 1691 G->A; rs6025).

При обследовании 70 пациентов с диагнозом ХМО мутация в гене FII выявлена у двух пациентов. Оба пациента имеют диагноз эссенциальная тромбоцитемия, при этом один из них имеет мутацию в гене MPL, у второго пациента не выявлено мутаций, обуславливающих ХМО. В качестве лечения один пациент принимает интерферон альфа, второй – дезагреганты. Мутация в гене FV выявлена у одного пациента с диагнозом истинная полицитемия, но отсутствием соматических мутаций, обуславливающих ХМО. Пациент принимает дезагреганты. На настоящий момент все 3 пациента не имеют тромботических осложнений. В то же время необходимо учитывать, что наличие выявленных тромбогенных полиморфизмов у пациентов с ХМО ещё более увеличивает риск развития венозных тромбозов.

Научные руководители - канд. биол. наук Субботина Т. Н.,
канд. мед. наук Ольховский И. А.

Изучение активности поли(АДФ-рибозо)полимеразы 1 методом флуоресцентной спектроскопии

Кургина Т. А.

Алтайский государственный университет, г. Барнаул

Система репарации повреждений ДНК поддерживает стабильность генома. Одним из ключевых ферментов, регулирующих активность репарационных машин, является поли(АДФ-рибозо)полимераза 1 (PARP1). Основной функцией PARP1 считается обнаружение разрывов ДНК. Фермент осуществляет поли(АДФ-рибозил)ирование ядерных белков (в том числе самого себя) используя в качестве субстрата NAD⁺, при возникновении повреждений ДНК. Полимер поли(АДФ-рибозы) имеет отрицательный заряд, его ковалентное присоединение к PARP1 приводит к диссоциации из комплекса с ДНК.

Целью работы являлось изучение активности PARP1 на модельных ДНК-субстратах, содержащих различные повреждения, с помощью флуоресцентной спектроскопии, а также апробация данного метода для изучения комплексообразования ДНК с другими ферментами системы репарации ДНК. Помимо фундаментального, данная тема имеет прикладной аспект: PARP1, регулирующий многие процессы (в том числе репарацию ДНК) является перспективной клеточной мишенью для поиска новых противораковых препаратов. На данный момент не существовало методики изучения активности PARP1 в реальном времени. Предложенный метод позволяет наблюдать за активностью PARP1 на двух важных этапах: связывании с ДНК и диссоциации при поли(АДФ-рибозил)ировании. Это позволит лучше понять суть происходящих при повреждении ДНК процессов, а также позволит определить механизм действия предполагаемых ингибиторов PARP1.

Изучено связывание PARP1 с различными ДНК-субстратами и диссоциация при поли(АДФ-рибозил)ировании. Данная тест-система опробована для исследования комплексообразования PARP1 и других ферментов системы репарации на данных субстратах.

Полученные данные говорят о возможности применения данного метода для изучения активности PARP1, скрининга ингибиторов и изучения комплексообразования PARP1 с ДНК. На основании полученных данных рассчитаны основные кинетические константы. Наибольшее сродство PARP1 и скорость катализируемой им реакции наблюдается на ДНК с однопочечным разрывом.

Научные руководители – д-р хим. наук, чл.-корр. РАН Лаврик О. И.,
канд. хим. наук, доцент Анарбаев Р. О.

Конструирование препаратов на основе наночастиц селена и изучение их биодинамических параметров

Курилова А. А.

Саратовский государственный аграрный университет им. Н. И. Вавилова
Институт биохимии и физиологии растений и микроорганизмов, г. Саратов

Прямая поставка лекарств и биомолекул к органам - мишеням мало эффективна, поэтому поиск эффективных и безопасных переносчиков является важной областью исследования. Такими переносчиками могут стать наночастицы: их можно легко транспортировать, присоединять к их поверхности лекарственные вещества. Наиболее предпочтительными в качестве наносносителей на наш взгляд являются коллоидные частицы селена: коллоидный селен хорошо усваивается во внутриклеточном пространстве, проявляя антиоксидантные свойства.

Целью нашей работы явилась разработка и изучение новой лекарственной формы биологически активного вещества (силимарин), конъюгированного с наночастицами селена.

В результате нашей работы был получен стабильный прототип препарата «Коллоидный селен и силимарин» (стабильность оценивали величиной дзета - потенциала, - 40,8 мВ). В результате проведения электронной микроскопии полученного нами соединения установлено, что наночастицы селена имеют размер в пределах 60-100 нм. Исследования жизнеспособности гепатоцитов, инкубированных с препаратом, при поражении культуры клеток тетрахлометаном показали, что изучаемый препарат обладает гепатопротекторным эффектом. В ходе исследования, проводимого на клетках перитонеальных макрофагов и лимфоидных клеток селезенки мыши, было установлено, что препарат не оказывает отрицательного действия на клеточные культуры. В экспериментальном гепатите на лабораторных животных доказано, что прототип препятствует токсическому действию тетрахлолорметана, увеличивая концентрацию глутатиона (0,25 г/л - контроль, без применения препаратов; 0,55 г/л - опыт). Результаты исследования токсического действия препарата на организм животного свидетельствуют о низкой опасности острого смертельного отравления данным средством (4 класс опасности).

Научные руководитель - канд. ветеринар. наук, доцент Козлов С. В.

Скрининг плазмидосодержащих штаммов бактерий, окисляющих нефтепродукты

Ларькова А. Н., Коростелева Н. С.
Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Проблема очищения природной среды от нефтяных загрязнений приобретает все более острый и актуальный характер. В настоящее время нефть и нефтепродукты являются одними из самых распространённых и опасных загрязнителей окружающей среды. Нефтяное загрязнение отрицательно воздействует на происходящие в почвах процессы, изменяет ее микроценоз. Наиболее эффективным методом очистки окружающей среды от нефтяных загрязнений является биологический метод, основанный на использовании микроорганизмов, способных к биотрансформации углеводородов нефти и нефтепродуктов.

Присутствие специфических плазмид увеличивает метаболическую активность микроорганизмов и ускоряет процессы трансформации нефти. Изучение наличия плазмид у бактерий-деструкторов нефтепродуктов позволит подобрать сообщество микроорганизмов, эффективно разрушающих поллютанты, и обосновать механизмы деструкции этих загрязнителей.

Цель настоящей работы – скрининг плазмидосодержащих штаммов бактерий, способных использовать нефть в качестве единственного источника углерода. Пять штаммов бактерий-деструкторов нефти было выделено из почвы г. Красноярска на минеральной питательной среде с добавлением нефти. С помощью стандартных микробиологических методов и MALDI-TOF масс-спектрометрии выделенные бактерии были идентифицированы и отнесены к родам *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Rhodococcus*, *Nocardia*. Биомассу каждого штамма исследуемых бактерий получали путем культивирования в течение суток на минеральной питательной среде с глюкозой и минеральной питательной среде с добавлением стерильной нефти. Для выделения плазмид использовали коммерческий набор Isolate II Plasmid Mini Kit (Bioline, USA). Размер и наличие плазмид определяли методом электрофореза в агарозном геле, визуализацию проводили с помощью системы Bio-Rad Gel Doc XR с компьютером.

Согласно результатам исследования, плазмиды были обнаружены только у одного штамма, представителя р. *Pseudomonas*, культивированного на минеральной среде с добавлением нефти.

Научные руководители - д-р биол. наук, проф. Прудникова С. В.,
канд. биол. наук, доцент Гусейнов О. А.

**Подбор условий для piggyBac-опосредованной транспозиции
репортёрных генов в геном культивируемых клеток
*Drosophila melanogaster***

Лебедев М. О.

Новосибирский государственный университет

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск

Разработанный ранее метод TRIP (Thousands of Reporters Integrated in Parallel) позволяет исследовать влияние локального окружения хроматина на активность генов в масштабе генома в культивируемых клетках мышей. Этот подход основан на использовании интегрированных в геном репортёрных генов, созданных на основе транспозона piggyBac. Целью данной работы являлась адаптация метода TRIP к культивируемым клеткам дрозофилы, которые представляют собой удобный модельный объект для изучения регуляции экспрессии генов. Соответственно, необходимо было создать генно-инженерные конструкции, обеспечивающие продукцию достаточного количества транспозазы, но в течение ограниченного промежутка времени, в клетках дрозофилы Kc167 и S2.

Были сконструированы плазмиды для продукции транспозазы под контролем промоторов *actin5c*, *scp1a*, *hr5-IE1* и *hsp70*. Особенностью последнего промотора является возможность его индукции посредством теплового шока. Транскрипционную активность каждой полученной конструкции анализировали после кратковременной трансфекции клеток посредством количественной ПЦР. Для ограничения продукции транспозазы во времени, все конструкции одновременно кодировали транспозазу и репортёрный ген на основе транспозона piggyBac. Это позволило отключить экспрессию гена, кодирующего транспозазу, сразу после интеграции репортёрного гена в геном клетки. Эффективность транспозиции репортёрного гена в геном оценивали с помощью количественной ПЦР после трёх недель культивирования трансфицированных клеток.

Обнаружено, что уровень транскрипции гена, кодирующего транспозазу, и частота интеграции в геном репортёрного гена зависят не только от использованного промотора, но и от клеточной линии. На основе полученных данных определены наиболее оптимальные плазмидные конструкции для последующего применения метода TRIP к культивируемым клеткам дрозофилы Kc167 и S2.

Научный руководитель – канд. биол. наук Пиндюрин А. В.

**Репарация объемных повреждений в клетках млекопитающих.
Анализ субстратных свойств модельных ДНК *in vitro***

Лукьянчикова Н. В.

Институт химической биологии и фундаментальной медицины, г.
Новосибирск

Экзцизионная репарация нуклеотидов (nucleotide excision repair, NER) в клетках высших эукариот — многостадийный процесс, с помощью которого распознается и удаляется из ДНК широкий спектр повреждений, вызывающих значительные нарушения ее регулярной структуры, такие как УФ-повреждения и объемные химические модификации. Нарушения в работе системы NER ассоциированы с появлением таких заболеваний как пигментная ксеродерма, синдром Коккейна и трихотиодистрофия, для которых характерны повышенная чувствительность к УФ-облучению и высокая предрасположенность к онкологическим заболеваниям, а также множественные системные неврологические сбои.

Эффективным подходом к изучению процесса NER является использование синтетических аналогов поврежденной ДНК с заданным положением повреждения.

В ходе работы было создана серия модельных ДНК-дуплексов, содержащих новое фотоактивное фторазидобензоильное производное дезоксицитидина, а также хорошо распознаваемые данной системой репарации нуклеозидные повреждения, проанализированы их свойства и взаимодействие с белками репарации. Показано, что модельные ДНК обладают пониженной термостабильностью, искаженной геометрией и повышенным сродством к ХРС-HR23В. Протяженная дцДНК, содержащая фторазидобензоильный аддукт, является эффективным субстратом системы NER, при этом дцДНК, содержащие близко расположенные повреждения в обеих цепях, представляют собой труднорепазируемые и нерепарируемые структуры.

Работа выполнена при финансовой поддержке гранта РФФ № 142400038.

Научный руководитель - канд. хим. наук Петрусёва И. О.

Получение опухолеспецифических пептидов для адресной доставки противоопухолевых лекарственных средств

Макарцова А. А., Немудрая А. А.

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Адресный подход в диагностике и лечении онкологических заболеваний является одним из наиболее перспективных направлений биомедицинских исследований.

Опухолеспецифические агенты, доставляющие цитотоксические лекарственные средства, позволяют обеспечить непосредственное воздействие на опухоль и избежать неблагоприятных токсических воздействий на здоровые клетки организма. При этом доза препарата, необходимая для достижения терапевтического эффекта, значительно снижается.

Перспективными адресующими агентами в настоящее время считают короткие пептиды, отобранные из фаговых пептидных библиотек.

Ранее мы провели скрининг комбинаторной фаговой пептидной библиотеки на культурах раковых клеток человека MCF-7 и MDA-MB-231 и отобрали фаговые клоны, экспонирующие пептиды, специфически связывающиеся с этими клетками.

Целью данной работы является отбор пептидов, специфически связывающихся с опухолью MDA-MB-231 в модели ксенографтов.

В ходе работы был проведен скрининг фаговой пептидной библиотеки в системе *in vivo* на мышах с трансплантированной опухолью человека MDA-MB-231. Изучено накопление отобранных *in vitro* и *in vivo* фаговых клонов в опухолевой ткани MDA-MB-231 по сравнению с контрольными органами (печень, лёгкое). Методом иммуноцитохимического анализа показано, что фаг, экспонирующий пептид, обладающий наибольшей специфичностью *in vivo*, способен проникать в раковые клетки линии MDA-MB-231, в отличие от бактериофага дикого типа.

Научный руководитель – канд. биол. наук Кулигина Е. В.

Активность ДНК-гликозилаз NEIL1 и NEIL2 человека по отношению к субстратам, моделирующим интермедиаты транскрипции

Макашева К. А.

Новосибирский государственный университет

Окислительные повреждения широко распространены в клетках эукариот, что обусловлено постоянным присутствием в них активных форм кислорода. ДНК-гликозилазы человека NEIL1 и NEIL2 (эукариотические гомологи белков Fpg и Nei *Escherichia coli*) проявляют повышенную активность в удалении окислительных повреждений из «глазков» — двуцепочечных участков, не стабилизированных комплементарными связями. Предполагается, что это может указывать на участие белков NEIL в репарации поврежденных оснований в транскрибируемых и реплицируемых последовательностях ДНК, но прямые доказательства такого участия отсутствуют.

Цель работы заключалась в определении активности ферментов NEIL1 и NEIL2 по отношению к ДНК-субстратам, моделирующим интермедиаты транскрипции.

Олигонуклеотидные субстраты содержали поврежденное основание (8-оксогуанин или 5,6-дигидроурацил) в «глазках» разного размера (6–30 нуклеотидов) или в D-петлях, образованных с третьей цепью ДНК или РНК.

Как NEIL1, так и NEIL2 активно удаляли повреждения из одноцепочечного участка D-петли с РНК или ДНК, причем активность NEIL1 была заметно выше активности NEIL2. Наличие в D-петле дополнительного 5'-концевого одноцепочечного участка, имитирующего участок РНК, вышедший из состава транскрипционного «глазка», никак не влиял на активность ДНК-гликозилаз по отношению к субстрату. Для обоих ферментов 5,6-дигидроурацил был лучшим субстратом, чем 8-оксогуанин. Было показано также влияние размера «глазка» на активность ферментов.

Полученные результаты показывают, что белки NEIL действительно могут быть задействованы в репарации повреждений в ходе транскрипции, однако для прямого определения возможности этого необходимо исследование активности этих ферментов на истинных интермедиатах транскрипции в комплексе с РНК-полимеразой.

Научный руководитель – д-р. биол. наук Жарков Д. О.

Получение линии *Drosophila melanogaster*, содержащей делецию boundary-элемента в регуляторном участке гена *Notch*

Мальцева С. В.

Новосибирский государственный университет

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск

Ген *Notch* – консервативный ген, присутствующий как у дрозофилы, так и у млекопитающих. *Notch* кодирует трансмембранный рецептор, который участвует в запуске ответа на специфические сигналы во время развития организма и определяет судьбу широкого спектра клеток в онтогенезе. Данный сигнальный путь подробно описан в научной литературе, однако регуляция экспрессии самого гена *Notch* дрозофилы изучена мало.

Физическое расположение хромосом в ядре существенно влияет на экспрессию генов. Boundary-элементами принято называть границы топологического домена хромосомы – участка хроматина с большим количеством внутридоменных контактов. Изменение структуры boundary-элемента может влиять на организацию топологического домена и на экспрессию генов, входящих в этот домен.

Целью работы является создание делеции размером 609 пар нуклеотидов в предполагаемом районе расположения boundary-элемента в регуляторном участке гена *Notch*.

Молекулярная конструкция для встраивания в геном дрозофилы создавалась на основе плазмиды, содержащей встройку регуляторного участка и первого экзона гена *Notch* размером около 4000 пар нуклеотидов, а также специфичный attB-сайт для встраивания конструкции в геном дрозофилы.

Делеция размером 609 нуклеотидных пар была получена разрезанием плазмиды по двум уникальным сайтам рестрикции и последующим сшиванием. Наличие делеции было подтверждено с помощью ПЦР, рестрикционного анализа и секвенирования.

Плазида с полученной делецией использовалась для трансформации линии *Drosophila melanogaster*, содержащей делецию, затрагивающую регуляторный участок и первый экзон гена *Notch*. В данную линию также встроены attP-сайт для специфичного встраивания плазмиды.

Полученная линия в дальнейшем может использоваться для исследования паттерна экспрессии гена *Notch* в различных тканях и его изменения в результате удаления границы топологического домена.

Научный руководитель – канд. биол. наук Андреевкова Н. Г.

Исследование кинетики тепловой денатурации ацетилхолинэстеразы мембран синапсом коры головного мозга крыс при ишемии

Махмудова Х. М.

Дагестанский государственный университет, г. Махачкала.

Ацетилхолинэстераза нейронов головного мозга – синаптический фермент, расположенный на внешней поверхности постсинаптической мембраны холинэргических синапсов, и регулирующий временной профиль концентрации медиатора ацетилхолина в синаптической щели. Термостабильность белка является его важной характеристикой, весьма чувствительной к структурным изменениям в самой молекуле и ее окружении. Была исследована кинетика тепловой денатурации АХЭ мембран синапсом коры головного мозга крыс при температурах 43°C, 46°C и 49°C и найдены соответствующие константы скорости денатурации. Активность АХЭ определяли методом Эллмана. Неполную глобальную ишемию головного мозга крыс вызывали окклюзией общих сонных артерий. Синапсомы выделяли по методу Хайеша.

Кинетика тепловой денатурации АХЭ синаптических мембран мозга крыс в норме и при ишемии имеет две стадии – быструю и медленную. Константа скорости денатурации АХЭ быстрой стадии примерно в 5-10 раз больше медленной. При этом эффективная энергия активации быстрой стадии денатурации меньше таковой медленной стадии. При ишемии константа скорости быстрой стадии денатурации АХЭ синаптических мембран мозга крыс увеличивается: при 43°C на 12,5 %, при 46°C на 33,3 %, а при 49 °C на 41,1 % . При ишемии константа скорости медленной стадии денатурации АХЭ синаптических мембран мозга крыс увеличивается: при 43°C на 22,0%, при 46°C на 75,6 %, при 49 °C на 31,4 %. Эффективные энергии активации денатурации при ишемии снижаются: для быстрой фазы на 28,6 %, а для медленной фазы на 24,6 %. Параметр β , характеризующий время жизни промежуточного состояния АХЭ, с повышением температуры денатурации снижается: у контрольных крыс примерно в 1,7 раз, у ишемированных в 3,5 раз. Изменение активности АХЭ, скорее всего, осуществляется за счет химической модификации молекулы фермента. Например, это могло бы быть фосфорилирование/дефосфорилирование фермента.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Кличханов Н. К.

**Сайт-специфическое расщепление миРНК под действием
олигонуклеотид-пептидных конъюгатов**

Мирошниченко С. К.

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет

В последнее десятилетие пристальное внимание ученых в области молекулярной биологии обращено к миРНК, играющим одну из ключевых ролей в регуляции фундаментальных физиологических процессов внутри клетки. Отклонения в экспрессии этих малых некодирующих РНК нередко приводят к инициации и прогрессированию широкого спектра заболеваний, в том числе онкологических.

Перспективной стратегией подавления развития неоплазий является избирательное разрушение онкогенных миРНК в клетке с помощью специфических агентов. В качестве подобных соединений с целью получения высокоэффективных регуляторов количества онкогенных миРНК в опухолевых клетках могут выступать конъюгаты на основе комплементарно-адресованных к миРНК олигонуклеотидов и пептидов, катализирующих расщепление РНК.

В настоящей работе был проведен скрининг адресующих олигонуклеотидов по эффективности связывания с миРНК-мишенью и осуществлён дизайн различных вариантов олигонуклеотид-пептидных конъюгатов на их основе. Была определена рибонуклеазная активность и специфичность разработанных конъюгатов, а также исследована эффективность подавления онкогенной миРНК в опухолевых клетках под их действием.

Данная работа поддержана грантом РФФ № 14-44-00068

Научный руководитель – канд. биол. наук, Патутина О. А.

Клонирование кДНК фрагмента гена ROS1 *Nicotiana tabacum* и экспрессия 5-метилцитозин-ДНК-гликозилазы ROS1

Петрова Д. В.

Новосибирский государственный университет

К частным примерам появления мутаций в ДНК относится дезаминирование цитозина и его модификации 5-метилцитозина. 5-метилцитозин представляет собой обратимую эпигенетическую метку, которая необходима для регуляции экспрессии генов и защиты генома от мобильных элементов. Ошибки в процессе метилирования ДНК, в частности, глобальное деметилирование ДНК и гиперметилирование генов-онкосупрессоров, входят в число важнейших маркеров онкозаболеваний.

У млекопитающих деметилирование 5-метилцитозина происходит разными путями: либо за счет дезаминирования, либо за счет окисления с участием нескольких ферментов. В обоих случаях след за этим измененное основание удаляется системой репарации ДНК.

В отличие от млекопитающих, у растений обнаружены два уникальных фермента с ДНК-гликозилазной активностью, специфичной для 5-метилцитозина, DEMETER и REPRESSOR OF SILENCING 1 (ROS1), принимающие участие в регуляции статуса метилирования отдельных участков ДНК, от которого зависит импринтинг генов и сайленсинг или активация промоторов отдельных генов.

Целью работы было получение фрагмента гена ROS1 *N. tabacum*, последующее его клонирование и экспрессия белка ROS1.

Для получения фрагмента гена ROS1 длиной 3129 п. н., кодирующего все известные функциональные домены белка, была выделена общая РНК из табачного листа, который предварительно подвергали солевому стрессу в 300 мМ растворе NaCl, проведена реакция обратной транскрипции и ПЦР. Продукт ПЦР клонировали методом безлигазного клонирования в плазмиду pLATE31 для экспрессии под промотором индуцибельной РНК-полимеразы T7.

В результате было подтверждено, что синтез мРНК ROS1 индуцируется в ответ на солевой стресс; был получен каталитически активный фрагмент ДНК-гликозилазы ROS1 с молекулярной массой 115 кДа, специфичный по отношению к 5-метилцитозину.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Жарков Д. О.

Полный митохондриальный геном двух древних лошадей с плато Укок; применение новых методов получения библиотек для секвенирования

Попова К. О.

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск
Новосибирский государственный университет

Высокопроизводительное секвенирование древней ДНК значительно осложняется постмортальными модификациями нуклеотидов, приводящими к неправильному включению и блокированию ПЦР и наличием значительной доли однонитчатой ДНК, которая теряется при стандартной подготовке библиотек для секвенирования.

Мы использовали набор ферментов для эксцизионной репарации, разработанный сотрудниками ИХБФМ СО РАН, для понижения частоты ошибок и фирменный кит для полногеномной амплификации (WGA) для вовлечения однонитчатой древней ДНК в состав библиотек для секвенирования при исследовании митохондриальных геномов двух лошадей, возрастом около 2,4 тыс. лет из скифских захоронений на плато Укок (Россия, республика Алтай).

Нами была выделена древняя ДНК, получены индексированные библиотеки, проведено обогащение ДНК библиотек искомыми последовательностями с помощью гибридизации с биотинилированными фрагментами современной митохондриальной ДНК.

Мы получили полные митохондриальные геномы и определили их филогенетическое положение среди современных и древних лошадей. Из двух скифских лошадей с плато Укок, исследованных нами, одна представляет собой новый, неизвестный до сих пор гаплотип, а вторая принадлежит к достаточно редкому для Азии гаплотипу I.

Предложенные нами методические усовершенствования позволяют значительно увеличить выход древней ДНК. Применение комплекса ферментов, осуществляющих эксцизионную репарацию, приводит к 4-5 кратному понижению частоты ошибок и вдвое большему выходу древней ДНК в составе библиотек для секвенирования, а полногеномная амплификация позволяет увеличить выход целевого продукта примерно в 4 раза.

Научный руководитель – канд. биол. наук Воробьева Н. В.

Локализация повторов *Acipenser ruthenus* с помощью флуоресцентной *in situ* гибридизации

Прокопов Д. Ю.

Новосибирский государственный университет

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск

Отряд осетрообразных (*Acipenseriformes*) – реликтовая группа рыб, которая представляет значительный интерес с точки зрения эволюции геномов. Изучение геномов осетровых затруднено высокой фрагментированностью кариотипа, хромосомы не идентифицируются с помощью окраски, молекулярные хромосомоспецифичные маркёры отсутствуют, причём до сих пор остаётся неизвестным способ определения пола у всех видов отряда осетровых.

Стерлядь (*A. ruthenus*) является ценным промысловым видом рыбы. Изучение биологии стерляди важно для аквакультуры и определения стратегии охраны данных видов.

В нашей лаборатории было произведено секвенирование геномов самца и самки стерляди, был идентифицирован ряд повторов, количество которых различно у мужских и женских особей. Предполагалось, что локализация таких повторов с помощью FISH поможет идентифицировать половые хромосомы стерляди.

Целью данной работы является выявление и идентификация хромосом, имеющих полоспецифичную картину распределения повторов, а также оценка возможности использования повторов для идентификации хромосом. При помощи метода FISH было локализовано 14 повторов. 8 из них локализируются на множестве мелких хромосом, наблюдается полиморфизм внутри популяции по характеру их распределения. 3 из 14 повторов локализируются в перицентромерной области хромосомы Arut14. При колокализации с зондами 18S и 28S рДНК было выяснено, что 3 повтора локализируются на хромосомах, несущих ядрышковый организатор.

Было обнаружено 6 хромосомоспецифичных повторов, которые в дальнейшем могут быть использованы для идентификации хромосом.

Особенный интерес представляет картина локализации повтора Arut434, которая косвенно указывает на явление частичной тетраплоидности стерляди.

Научный руководитель – канд. биол. наук Воробьёва Н. В.

Белки и нуклеиновые кислоты экзосом молока

Пурвиньш Л. В.

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет

Молоко млекопитающих содержит все необходимые вещества для полноценного питания и развития новорожденного. Помимо белков, жиров и углеводов в молоке содержатся разнообразные везикулярные структуры, выделяемые клетками молочных желез. Одной из групп везикулярных частиц, обнаруженных в молоке, являются экзосомы – мембранные везикулы эндоцитозного происхождения. Экзосомы участвуют в межклеточной коммуникации, посредством переноса белков и нуклеиновых кислот из клетки в клетку, регулируют физиологические и патологические процессы в клетках, координируют процессы клеточного старения. Способность экзосом переносить факторы иммунной системы предполагает их непосредственное участие в развитии иммунной системы ребенка.

Целью работы было получение препаратов экзосом и других везикул из молока человека и лошади, анализ их морфологии, белкового и нуклеинового состава.

Выделение везикул из молока человека и лошади проводили по стандартному протоколу, который включает в себя серию центрифугирований с последующей ультрафильтрацией и ультрацентрифугированием. Также был разработан модифицированный протокол для получения препаратов, более очищенных от примесных белков.

Для анализа белков проводили электрофоретический анализ, нуклеиновые кислоты анализировали на Agilent Bioanalyzer 2100.

В дальнейшем планируется получить подтверждение наличия экзосом в препаратах при помощи иммуноцитохимического анализа, иммунопреципитации и аффинной хроматографии с использованием антител к маркерным белкам. С помощью трипсинолиза и масс-спектрометрического анализа будет установлен белковый состав, при помощи методов массового параллельного секвенирования будет установлен нуклеиновый состав везикул.

Научный руководитель – канд. биол. наук Седых С. Е.

Исследование влияния свободных радикалов на активность ацетилхолинэстеразы мембран синапсом мозга крыс

Рашидова М. А.

Дагестанский государственный университет, г. Махачкалы

Ацетилхолинэстераза (АХЭ) - это фермент, биологическая роль которого заключается в прекращении передачи нервного импульса в синапсах, где сигналы передаются с помощью нейротрансмиттера ацетилхолина, одного из основных компонентов холинергической нейромедиаторной системы мозга. Известно, что при ишемии с последующей реперфузией активность и кинетические характеристики АХЭ значительно изменяются, однако, механизмы таких изменений неизвестны. Поскольку одной из причин повреждения нейронов при ишемии-реперфузии является окислительный стресс, связанный с интенсивной генерацией активных форм кислорода (АФК), можно предположить, что изменения активности АХЭ связаны с ее окислительной модификацией. Для проверки этой гипотезы, нами были предприняты исследования, позволяющие оценить возможность и степень влияния АФК, генерируемых в среде Фентона, на активность АХЭ синаптических мембран мозга крыс. Исследование показало, что инкубирование мембран синапсом в среде Фентона приводит к снижению активности АХЭ в течение 10 минут на 35%, 20 минут – 73,08%, 30 минут – 89,7%, 40 минут – 92,4%. Наблюдаемое снижение активности АХЭ может быть связано либо с прямым влиянием АФК на фермент, либо с пероксидацией его липидной подложки. Для оценки возможности повреждения фермента свободными радикалами кислорода исследовали содержание маркеров окислительной модификацией белков (ОМБ) – карбонильных групп. Оказалось, что их концентрация в мембранах синапсом, экспозируемых в среде Фентона возрастает за 20 минут на 43,4%, 40 минут – 52,7%, 60 минут – 51,9%. Для определения опосредованного влияния АФК на липидную подложку фермента исследовали интенсивность процессов ПОЛ в мембранах синапсом, инкубируемых в среде Фентона. Об интенсивности ПОЛ судили по уровню малонового диальдегида (МДА). Оказалось, что в течение всего периода инкубации в среде, генерирующей свободные радикалы, существенного нарастания содержания МДА не наблюдается. Таким образом, обнаруженные ранее изменение активности АХЭ при ишемии-реперфузии могут быть связаны, скорее всего, с непосредственной окислительной модификацией АХЭ, а не с изменением состояния её липидной подложки.

Научные руководители – д-р биол. наук, проф. Кличханов Н. К.,
канд. биол. наук, доцент Джафарова А. М.

Формирование специфического противоопухолевого иммунного ответа при индукции иммуногенного апоптоза

Троицкая О. С., Ткаченко А. В.

Институт химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН,
г. Новосибирск

Новосибирский государственный университет

В последние десятилетия одной из успешных противоопухолевых стратегий, отличных от хирургического вмешательства, рассматривают стратегию «двойного действия», когда с одной стороны, противоопухолевый препарат напрямую индуцирует апоптоз и гибель большинства раковых клеток, а с другой стороны, активирует иммунную систему, клетки которой далее распознают, атакуют и уничтожают раковые клетки. Ранее в лаборатории биотехнологии ИХБФМ СО РАН из молока человека был выделен белок – лактаптин – протеолитический фрагмент каппа-казеина человека, вызывающий гибель раковых клеток в культуре.

Целью работы являлось изучение возможности применения рекомбинантного аналога лактаптина RL2 в качестве индуктора иммуногенной гибели клеток.

Исследована возможность индукции иммуногенного апоптоза аналогом лактаптина RL2. Экспозиция калретикулина на внешнюю клеточную мембрану (CRT), увеличение уровня внеклеточного АТФ и HMGB1 являются ключевыми событиями для реализации иммуногенного апоптоза. Методом проточной цитометрии показано, что при инкубации клеток аденокарциномы молочной железы человека MCF-7, MDA-MB-231 и рабдомиосаркомы мыши MX7 с RL2 происходит увеличение CRT-положительной популяции клеток, что свидетельствует в пользу экспозиции CRT на внешней мембране, характерной для иммуногенного апоптоза. Также показано увеличение уровня внеклеточного АТФ после инкубации клеток MDA-MB-231 и MX7 с RL2 в течение 20-24 ч, что является характерным признаком иммуногенной гибели клеток. Методом вестерн-блота было установлено уменьшение клеточного эндо- HMGB1 в процессе инкубации с RL2 в клетках MDA-MB-231 и MX7. В экспериментах на животных показано, что RL2 способен к индукции иммуногенного апоптоза *in vivo*.

Научный руководитель – канд. биол. наук Коваль О. А.

Трансгенные растения осины с экспрессией гена грибной лакказы

Тугбаева А. С.

Уральский федеральный университет им. первого Президента России
Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург

Лигнин – сложный природный гетерополимер. Его полимеризацию осуществляют пероксидазы и лакказы. Роль растительных лакказ в данном процессе остается спорной. Показано, что грибные лакказы участвуют в деградации лигнина. Изучение экспрессии гена грибной лакказы в модельных растениях осины позволит оценить роль фермента в функционировании растений.

Цель работы – исследовать влияние экспрессии гена грибной лакказы на фенотип трансгенных растений осины.

Экспрессия гена *lac-072* была подтверждена в 7 из 11 трансгенных линий осины методом ОТ-ПЦР. Клоны с экспрессией грибной лакказы были адаптированы к условиям защищенного грунта, использованы для дальнейших исследований.

Анализ ферментативной активности лакказы показал ее увеличение в растениях *in vitro* у 5 линий на 26 – 120% по сравнению с нетрансгенным контролем; в растениях *ex vitro* увеличение у 4 линий на 8,86 – 44,73%. Наблюдается корреляция между повышением ферментативной активности рекомбинантной лакказы *in vitro* и *ex vitro*.

Высота растений *ex vitro* 3 линий выше контроля на 26,47%; для 4 линий высота ниже контроля на 63,43%.

Укоренение в условиях *in vitro* на уровне контроля у 5 линий трансформантов (80 – 100% укоренение на 12 день); для 2 линий укоренение ниже уровня контроля наблюдалось на протяжении всего эксперимента (20%).

Химический анализ состава древесины выявил снижение пентозанов на 8,65% для 6 линий, повышение целлюлозы на 5,88 – 25,29% для 6 линий, снижение общего лигнина на 8,22 – 13,8% для 4 клонов осины с экспрессией целевой конструкции.

Суммируя вышесказанное, можно отметить, что экспрессия гена грибной лакказы способствует изменению содержания лигнинов и целлюлозы в древесине трансгенных растений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 14-08-31667 и стипендии Президента РФ.

Научный руководитель - канд. биол. наук Ковалицкая Ю. А.

Изучение системы биосинтеза гепарансульфатов в опухолях головного мозга человека

Ушаков В. С.

Новосибирский государственный университет
Институт молекулярной биологии и биофизики, г.Новосибирск

Изучение молекулярных механизмов злокачественной трансформации клеток является крайне актуальной задачей. В настоящее время в данном процессе наиболее хорошо изучена роль нуклеиновых кислот и белков, тогда как полисахариды, липиды и сложные молекулы исследованы недостаточно. Протеогликаны (ПГ) – сложные белково-углеводные молекулы, осуществляющие взаимодействие клеток с внеклеточным матриксом. Одним из основных классов ПГ являются гепарансульфат протеогликаны (ГС ПГ). Биосинтез ГС осуществляется нематрично сложной системой ферментов. Известно, что при злокачественных новообразованиях структура ГС и система их биосинтеза подвергается значительным изменениям.

Целью данной работы было оценить функциональность системы биосинтеза ГС в опухолевых тканях головного мозга человека. Экспрессию основных ферментов системы биосинтеза ГС (*EXT1*, *EXT2*, *NDST1*, *NDST2*, *GLCE*, *2OST1*, *3OST1*, *3OST2*, *6OST1*, *6OST2*, *SULF1*, *SULF2*, *HPSE*) на уровне мРНК определяли методом ОТ-ПЦР реальном времени. На белковом уровне изучение проводилось методом иммуногистохимического анализа. Было показано, что в опухолевой ткани наблюдаются как качественные, так и количественные изменения экспрессии исследуемых генов по сравнению с нормальной тканью головного мозга. Некоторые опухоли демонстрируют общее снижение транскрипционной активности исследуемых генов при сохранении паттерна их экспрессии, в то время как у других происходят качественные изменения паттерна экспрессии ферментов биосинтеза ГС. Наиболее значительным изменениям подвергается экспрессия генов *NDST2*, *GLCE*, *HPSE*, что будет приводить к нарушению структуры углеводных молекул ГС и микроокружения опухолевых клеток. Таким образом данные гены могут быть предложены в качестве потенциальных маркеров прогрессирования злокачественных опухолей головного мозга человека и прогнозирования течения заболевания.

Научный руководитель – канд. биол. наук Григорьева Э. В.

Изучение биологически активных веществ каллусной культуры и семян *Conium maculatum* L.

Филонова М. В.

Национальный исследовательский Томский государственный университет

Болиголов пятнистый (*Conium maculatum* L.) — растение семейства зонтичных, токсичные свойства которого обусловлены наличием алкалоидов. Традиционно в народной медицине болиголов используется для лечения широкого спектра заболеваний, в том числе онкологических.

Целью работы явилось исследование биологически активных веществ (БАВ) основного характера в каллусной культуре и семенах интактного растения болиголова пятнистого.

На кафедре физиологии растений и биотехнологии получена продуктивная жизнеспособная каллусная культура болиголова, которая выращивается на среде MS с добавлением гормонов 2-НУК и 6-БАП.

Образцы каллусной культуры и семян обрабатывали подкисленной водой и затем последовательно экстрагировали БАВ хлороформом из кислой и щелочной среды.

БАВ в каллусной культуре и семенах болиголова пятнистого изучали с применением метода газовой хромато-масс-спектрометрии (ГХ/МС) на приборе Trace DSQ (Thermoelectron corp., США), с программным обеспечением Xcalibur 1.4. В работе использовали колонку TR-5MS (30м*0,25мм*0,25мкм).

В результате ГХ/МС – анализа в щелочном извлечении из каллусной культуры болиголова обнаружены БАВ: эфиры фталевой (преимущественно дибутилфталат), фосфорной и миристиновой кислот, алифатические углеводороды. В извлечении из каллусной культуры алкалоидов не обнаружено.

В щелочном извлечении из семян интактного растения болиголова выявлены БАВ: производные пиперидиновых алкалоидов, эфиры фталевой и миристиновой кислот, производные фенола, алифатические углеводороды (в частности гексадекан).

Научный руководитель – д-р мед. наук, проф. Чурин А. А.

Сравнительный анализ метаболомных профилей водянистой влаги и сыворотки крови

Хличкина А. А.

Новосибирский государственный университет

Международный томографический центр СО РАН, г. Новосибирск

Водянистая влага (ВВ) – это жидкость, заполняющая переднюю и заднюю камеры глаза. Она содержит вещества, необходимые для питания бессосудистых частей глаза. «Исходным сырьем» для секреции ВВ является кровь, однако данные, касающиеся механизмов ее образования, ограничены. Соотношение количества образованной ВВ к выведенной обуславливает внутриглазное давление, поэтому нарушения в циркуляции водянистой влаги приводят к повышению внутриглазного давления и к развитию глаукомы – заболевания, приводящего к потере зрения. Развитие патологических процессов отражается в снижении уровней одних и/или увеличении содержания других метаболитов. Таким образом, понимание механизмов, которые регулируют циркуляцию ВВ, очень важно для понимания и предотвращения глаукомы. Целью данной работы являлся сравнительный анализ метаболомных профилей водянистой влаги и сыворотки крови (serum) человека.

Методами ЯМР и ВЭЖХ-МС был проанализирован метаболомный состав сыворотки крови и водянистой влаги 6 человек post-mortem и 6 человек при жизни. Определены концентрации 60 соединений. Выявлены соединения, преобладающие по концентрации, как в ВВ, так и в serum. Установлены отношения концентраций метаболитов в serum к ВВ. Для большинства метаболитов было установлено, что отношение концентраций serum/ВВ близко к единице. Это означает, что барьер между serum и ВВ работает как ультрафильтрационная решетка, которая способна пропускать малые молекулы и тем самым поддерживать одинаковую концентрацию метаболитов в крови и ВВ. Однако, концентрация некоторых метаболитов в ВВ выше, чем в сыворотке. Что свидетельствует о том, что данные соединения образуются в тканях, которые омываются водянистой влагой.

После смерти наблюдается резкое увеличение концентрации отдельных метаболитов как в крови, так и в ВВ, что подтверждает тесную взаимосвязь крови и ВВ, проявляющуюся в эффективном обмене метаболитами.

Работа поддержана грантом РФФИ 14-03-00027.

Научный руководитель - канд. хим. наук Снытникова О. А.

Создание сенсорной В-клеточной линии с поверхностной экспрессией зародышевой версии ВИЧ-специфичного широко нейтрализующего антитела VRC01

Черникова Д. С.

Новосибирский государственный университет

Институт молекулярной и клеточной биологии СО РАН, г. Новосибирск

Создание эффективной вакцины против ВИЧ-1 является актуальной и до сих пор нерешенной задачей инфекционной иммунологии. Антитела, нарабатываемые при инфекции или иммунизации традиционными ВИЧ-антигенами, являются штамм-специфичными и их нейтрализующие свойства легко преодолеваются в силу высокой генетической изменчивости ВИЧ. Для эффективной защиты против ВИЧ-инфекции вакцина должна индуцировать антитела, способные нейтрализовать максимальное разнообразие генетических вариантов вируса. Такие антитела, демонстрирующие высокую нейтрализующую способность, направлены против консервативных областей (так называемых областей уязвимости, необходимых вирусу для проникновения в клетку-мишень), и называются широко нейтрализующими антителами (далее bnAb). Появление данных антител наблюдается только у части ВИЧ-инфицированных и по истечении длительного времени после проникновения вируса в организм (спустя 1-3 года), что связано с длительным путем созревания уникальных комбинаций зародышевых V-генов иммуноглобулинов человека, соответствующих bnAb. Антигены ВИЧ не взаимодействуют с продуктами таких зародышевых генов и не способны стимулировать соответствующие крайне редкие В-клетки.

В рамках стратегии вакцинации, направленной на генерацию в организме пула bnAb, необходимо разработать серию иммуногенов, способных стимулировать зародышевые формы bnAb и обеспечить направленное созревание зародышевых предшественников в зрелые формы bnAb. Способность иммуногенов стимулировать зародышевые предшественники bnAb может быть протестирована на специально созданных сенсорных В-клеточных линиях с поверхностной экспрессией зародышевой формы ВИЧ-специфичного широко нейтрализующего антитела. В данной работе проводится создание сенсорной линии для тестирования невирусных иммуногенов, направленных против широко нейтрализующего антитела VRC01, обладающего исключительной нейтрализующей активностью (по разным оценкам достигающей 88-93%).

Работа выполнена при поддержке РФФИ (грант № 16-04-00915).

Научный руководитель – канд. биол. наук Горчаков А. А.

Дизайн ДНК-гликозилаз с измененной субстратной специфичностью

Юдкина А. В.

Новосибирский государственный университет

ДНК-гликозилазы — ферменты, удаляющие модифицированные основания из ДНК — представляют собой ключевое звено системы репарации ДНК. Однако в последнее время ДНК-гликозилазы начинают находить применение и как инструменты молекулярной биологии, биотехнологии и биоаналитики. В этом свете большой фундаментальный и практический интерес представляет дизайн ДНК-гликозилаз с новыми субстратными специфичностями.

Антиметаболиты тиопуринового ряда — 6-тиогуанин (thioG) и его предшественник азатиоприн — одни из самых успешных химиотерапевтических средств и иммуносупрессантов. Цитотоксичность thioG обусловлена его включением в ДНК, однако не существует удобных методов определения thioG в ДНК, что затрудняет анализ его фармакокинетики и распределения.

Цель работы заключается в дизайне ДНК-гликозилазы, способной узнавать thioG, на основе белкового скаффолда формаидопиримидин-ДНК-гликозилазы (Fpg). В молекуле Fpg центр узнавания субстрата и активный центр пространственно разделены. Активный центр содержит инвариантные остатки Pro1 и Glu2 и несколько высококонсервативных остатков, образующих контакты с фосфатами ДНК. В центре узнавания субстрата находится петля из 4 аминокислотных остатков, которая связывает атом O6 в основном субстрате Fpg — 8-оксогуанине (охоG). Было сконструировано 100 структур комплексов Fpg/охоG-ДНК, в которых данный тетрапептид заменен на 100 случайных тетрапептидов. Все структуры были проанализированы методами молекулярной динамики. На основе метода ранжирования локальной геометрии была построена функция качества модели, позволяющая определять близость конформации активного центра мутантных форм Fpg к каталитически компетентной конформации активного центра белка дикого типа. На следующем этапе методами дискретной оптимизации были исследованы окрестности случайных тетрапептидов петли Fpg в отношении их способности узнавать thioG и охоG.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Жарков Д. О.

БИОИНФОРМАТИКА

УДК 57.032+57.087.1+004.942

Математическое моделирование переходных состояний эмбриональных стволовых клеток с использованием современных данных полногеномного секвенирования РНК

Бабич М. Д.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Эмбриональные стволовые клетки (ЭСК) — это плюрипотентные клетки млекопитающих, которые появляются на ранних стадиях эмбриогенеза и составляют внутреннюю клеточную массу бластоцисты. Понимание механизмов самообновления и дифференцировки ЭСК, репрограммирования дифференцированных клеток в индуцированные плюрипотентные стволовые клетки (ИПСК) составляет основу для создания методов точного и эффективного управления данными процессами при решении фундаментальных и прикладных биомедицинских задач.

В настоящее время предпринято множество попыток описания возможных механизмов поддержания плюрипотентности и дифференцировки ЭСК и экспрессии генов при их взаимной регуляции с помощью метода математического моделирования. Стоит отметить, что существующие модели имеют ряд недостатков: содержат биологически неинтерпретируемые параметры, не включают явных молекулярных механизмов регуляции экспрессии компонента «коровой геномной сети» Nanog. Реконструированные ранее регуляторные контуры основывались на данных, полученных на массиве клеток – в результате, сформировано некое усредненное представление о структуре и динамике молекулярно-генетических процессов, которые могут как на количественном, так и на качественном уровне значительно отличаться на уровне одной клетки. Однако, ранее предложенные модели можно корректировать, основываясь на новейших результатах полногеномного секвенирования РНК (RNA seq) в единичной ЭСК. Благодаря статистическому анализу данных RNA seq была показана значимость регуляторного контура, состоящего из трех транскрипционных факторов: Oct4, Nanog и Sall4. В связи с этим, сеть регуляторных взаимодействий между данными факторами выбрана в качестве стартовой коровой геномной сети, описывающей механизмы переключения между переходными состояниями ЭСК.

Целью данной работы является исследование динамики функционирования регуляторной сети, полученной на основе современных данных RNA seq в единичной ЭСК, методами математического моделирования.

Научный руководитель – канд. биол. наук Акбердин И. Р.

**Предварительные результаты аннотации транскриптома
лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.) и его кластерный
анализ**

Бирюков В. В.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Объект. Объектом данного исследования стал транскриптом лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ledeb.), который был впервые секвенирован и собран в Лаборатории лесной геномики СФУ в рамках проекта полногеномного секвенирования хвойных бореальных лесов [1].

Методы. Аннотация полученного транскриптома включала в себя поиск гомологов в базах SwissProt и Uniref 90, идентификацию белковых доменов при помощи программного обеспечения HMMER, идентификацию трансмембранных и сигнальных пептидов, поиск генов, связанных с рРНК, а также поиск соответствий в базах данных eggNOG и GO Pathways.

Для кластерного анализа отбирались последовательности, длина которых превышала 2000 п.н.о.; их общее число составило 1436 последовательностей. Для каждой последовательности составлялся частотный словарь триплетов и изучалось разбиение методом динамических ядер множества указанных элементов на классы.

Результаты. В базах SwissProt и Uniref 90 была найдена информация для 24 % и 23 % юнигенов, соответственно. Для 25 % последовательностей найдены соответствия в базе PFAM, и для 20 % — в базе GO Pathways. Также были обнаружены 14 транскриптов, ассоциированных с рРНК, 2346 предположительно трансмембранных белков, из которых 630 идентифицированы как сигнальные. В результате кластерного анализа была обнаружена необычная симметрия в структуре набора последовательностей, составляющих транскриптом. Построенная классификация была очень устойчивой с высокой различимостью классов.

Работа выполнена в рамках проекта «Геномные исследования основных бореальных лесообразующих хвойных видов и их наиболее опасных патогенов в Российской Федерации», финансируемого Правительством РФ (договор №14.Y26.31.0004).

1. Krutovsky K. V. et al. Preliminary results of de novo whole genome sequencing of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) and Siberian stone pine (*Pinus sibirica* Du Tour.) // Siberian Journal of Forest Science. – 2014. – 1(4). – С. 79-83.

Научный руководитель – д-р физ.-мат. наук Садовский М. Г.

Поиск семикластерной структуры в хлоропластном геноме лиственницы сибирской

Бондар Е. И.

Сибирский федеральный университет, г. Красноярск

Идентификация и нахождение структур в последовательности ДНК является одной из основных задач математической биоинформатики. При этом новая функция (или связь между функцией и структурой) может быть обнаружена путем поиска новых закономерностей в символьных последовательностях молекул ДНК. В частности, такая кластеризация позволяет оценивать местонахождение кодирующих и некодирующих участков в геноме. Целью нашего исследования было проведение кластеризации частотного словаря хлоропластного генома *Larix sibirica* Ledeb. методом упругих карт и методом динамических ядер.

Для построения частотных словарей и проведения кластерного анализа использовался полученный нами ранее хлоропластный геном *Larix sibirica*. Производилось выделение фрагментов заданной длины с определенным шагом; для каждого фрагмента подсчитывалась частота встречаемости в нем непересекающихся триплетов. При помощи программы VidaExpert была проведена кластеризация методом упругой карты. Для определения «качественного состава» кластеров использовалась полученная нами ранее аннотация генома.

Семикластерная структура в распределении фрагментов, ранее определенная для бактериальных геномов [1], была найдена и нами. В отличие от предыдущих результатов, хлоропластный геном обладает другим составом кластеров. Узлы семикластерной структуры могут быть расположены в виде двух треугольников, где первый треугольник содержит фрагменты из кодирующих областей, второй – из некодирующих, центральный кластер оказывается смешанным. Таким образом, используя данные кластеризации, можно проводить быструю оценку расположения кодирующих областей в геноме.

Работа выполнена в рамках проекта «Геномные исследования основных бореальных лесообразующих хвойных видов и их наиболее опасных патогенов в Российской Федерации», финансируемого Правительством РФ (договор № 14.У26.31.0004).

1. Gorban A. N. et al. Four basic symmetry types in the universal 7-cluster structure of microbial genomic sequences // *In Silico Biology*. – 2005. – 3. – С. 25-37.

Научные руководитель – д-р. физ.-мат. наук Садовский М. Г.

Структурные особенности узнавания AP-сайтов в ДНК AP-эндонуклеазой zApe из *Danio rerio*

Вабищевич К. А.

Новосибирский государственный педагогический университет

Участие AP-эндонуклеаз в процессах эксцизионной репарации оснований является биологически значимым путем репарации окислительных повреждений ДНК. Белок zApe из *Danio rerio* (Zebrafish) расщепляет содержащие AP-сайты ДНК-дуплексы.

С целью выяснить, какие аминокислотные остатки в активном центре фермента zApe участвуют в узнавании AP-сайта в ДНК, мы провели молекулярное моделирование комплексов фермента с ДНК-дуплексом, содержащим AP-сайт.

К настоящему моменту ни 3D-структура фермента, ни структурные особенности узнавания zApe повреждений в ДНК не известны. Первая часть работы, предшествующая MD-симуляции, состояла из трёх последовательных стадий: получение координат аминокислотных остатков в zApe; создание и оптимизация структуры ДНК-дуплекса, связанного с ферментом (в центральной части дуплекс содержит остаток тетрагидрофурана); определение положения и количества ионов Mg^{2+} , связанных в активном центре фермента.

3D-структуру zApe получали с помощью protein homology/analogy recognition engine Phyge. Существенным, возможно критичным для формирования правильного каталитического комплекса является наличие и расположение ионов Zn^{2+} . Показано, что ионы Mg^{2+} принимают непосредственное участие в координации в активном центре фермента, вывернутого из двойной спирали ДНК AP-сайта. Кроме того, они участвуют в формировании переходного состояния вследствие перераспределения электронной плотности на фосфате рядом с расщепляемой связью. Результаты моделирования показывают, что в связывании Zn^{2+} принимают участие кислороды фосфатной группы AP-сайта ДНК.

Молекулярное моделирование комплекса zApe с ДНК по механизму молекулярной динамики проводили с помощью программного пакета AMBER 14. Длительность молекулярно-динамической траектории составила 100 нс.

Полученные данные позволяют нам рассматривать комплекс zApe-ДНК как сеть непрерывных взаимодействий, которые отражают локальную подвижность и способность комплекса к глобальной структурной пластичности.

Научный руководитель – канд. хим. наук, доцент Коваль В. В.

Разработка плагина для пакета ImageJ для анализа многокадровых 3D изображений растительных тканей

Верман П. Ю.

Новосибирский государственный университет

Работа посвящена разработке программного обеспечения для автоматической обработки 3D-изображений клеток эпидермальных растительных тканей, полученных с помощью конфокального лазерного сканирующего микроскопа. Программное обеспечение, поставляемое с микроскопом, осуществляет фиксацию изображения и сохраняет полученный результат в специальный файл в формате lsm. Для того чтобы обрабатывать полученные снимки необходимо вручную проделывать большую работу, которая может быть автоматизирована.

Целью работы является разработка плагина для пакета ImageJ, предназначенного для анализа многокадровых 3D изображений растительных тканей. Практическая ценность разработанного плагина объясняется необходимостью многократно передвигать область сканирования микроскопа относительно исследуемого образца при изучении клеточной структуры эпидермиса листьев растений. Данная работа мотивирована необходимостью получения экспериментальных данных для моделей морфодинамики растительных тканей.

В рамках работы разработан плагин для пакета ImageJ для обработки и анализа многокадровых 3D конфокальных цифровых изображений в формате lsm, полученных с помощью лазерного сканирующего микроскопа. Плагин позволяет одновременно вывести на экран в текущее окно все кадры многокадрового 3D изображения и строить пайплайн из других плагинов ImageJ для дальнейшей обработки и анализа.

С помощью разработанного плагина для пакета ImageJ были проведены вычислительные эксперименты по семантической сегментации изображений эпидермиса листа пшеницы различных сортов. Таким образом, автоматизация процесса извлечения данных из изображений позволяет накапливать большой объем информации о структуре растительных тканей, которая может быть использована для построения математических моделей.

Научные руководители – канд. биол. наук Николаев С. В., Зубаирова У. С.

Биоинформатическое исследование механизмов генетического контроля N-гликозилирования иммуноглобулина G человека

Грищенко А. К.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Одним из современных направлений в развитии фундаментальной биологии и персонализированной медицины является гликомика – изучение совокупности гликанов клетки. Известно, что гликом клетки связан со многими заболеваниями человека: артритом, аутоиммунными заболеваниями, раком, нейродегенеративными заболеваниями, болезнями обмена веществ. Все это актуализирует проблему изучения генетической архитектуры процессов гликозилирования, и поиска функциональных генетических вариантов, вовлеченных в формирование аномального гликомного статуса у человека. Полногеномный анализ ассоциации (ПГАА) является одним из основных методов идентификации аллелей, влияющих на сложные признаки, в том числе на риск проявления болезней у человека. За последние несколько лет с помощью ПГАА были найдены тысячи локусов, ассоциированных с различными признаками, что внесло значительный вклад в развитие биологии, генетики, и медицины.

Проект сфокусирован на систематическом функциональном анализе и интерпретации результатов мета-анализа ПГАА профилей N-гликозилирования иммуноглобулина G человека, а также на применении современных методов многомерного статистического анализа для идентификации новых локусов и поиска наиболее вероятных функциональных вариантов в ассоциированном локусе. Был проведен сбор данных ПГАА с 4 когорт по гликозилированию иммуноглобулина G плазмы крови человека (~ 9 тыс. человек, 77 измеренных признаков и ~ 2.5 млн. однонуклеотидных полиморфизмов). Был отработан и проведен контроль качества данных и сделан мета-анализ результатов. Предварительный анализ выявил как минимум 9 значимо ассоциированных локусов, расположенных в генах, связанных с гликозилированием и метаболизмом углеводов.

Научные руководители – Цепилов Я. А., д-р биол. наук, Аульченко Ю. С.

Программная система для моделирования социальных аспектов распространённости генетической глухоты

Дьяченко И. С.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Глухота, как врожденная, так и приобретенная, затрагивает более чем 10% населения мира. Частота форм врожденной глухоты варьирует в разных регионах мира и может определяться генетико-популяционными параметрами населения. Предполагается, что распространенность наиболее частой генетической формы потери слуха, обусловленной мутациями, связана с адаптацией общества для жизни глухих и замкнутостью сообществ глухих людей, преимущественно заключающих браки между собой. Следовательно, изучение социальных и генетических характеристик сообществ глухих людей имеет важное значение для прогнозирования распространенности различных форм наследственной глухоты, и понимания роли социальных факторов в эволюционных процессах, происходящих в популяциях человека [1].

Для исследования наследуемости потери слуха в популяции разработан прототип компьютерной модели, базирующейся на платформе имитационного моделирования «Диплоидный эволюционный конструктор» [2]. Базовые объекты модели – индивидуум (агент) и структура популяции. Фенотип агента вычисляется по его генотипу, представленному двумя аллелями, стратегией вычисления фенотипа. Это позволяет менять механизм проявления генотипа без изменения общей архитектуры модели. Выбор брачного партнера определяется стратегией выбора партнера, учитывающей как общие для всех людей признаки, так и специфичные для данной задачи. С помощью разработанной программной системы будут исследованы тренды распространенности наследуемых форм потери слуха (с учетом полученных фактических, социальных, демографических, молекулярно-генетических и популяционно-генетических параметров).

1. Посух О.Л. и др. Роль социально-демографической структуры сообществ глухих людей в распространенности наследуемых форм потери слуха // Вавиловский журнал генетики и селекции, 2016, Т. 20 (в печати)

2. Lashin S.A., Matushkin Yu.G. Multi-layer computer models of gene network evolution in diploid populations // FEBS Journal, 2013, Vol. 280 (Suppl. 1), p. 563.

Научный руководитель – канд. биол. наук Лашин С. А.

Численное исследование модели поддержания функционального состояния эмбриональных стволовых клеток

Лескова Н. Е.

Новосибирский государственный университет

Понимание основных механизмов поддержания дифференцировки и плюрипотентности эмбриональных стволовых клеток (ЭСК) составляет основу для создания эффективных методов управления данными процессами при решении современных прикладных задач биологии развития. В работе проведено численное исследование нелинейной автономной системы дифференциальных уравнений, моделирующей динамику функционирования «коровой регуляторной сети» поддержания функционального состояния ЭСК. Модель была разработана в Институте цитологии и генетики СО РАН на основе последних литературных и экспериментальных данных по регуляции поддержания плюрипотентности и дифференцировки ЭСК мыши.

Данная работа содержит новые результаты исследования модели на основе изучения свойств стационарных решений автономной системы и их устойчивости в зависимости от параметров, определяющих интенсивность молекулярного сигнального пути. Для построения диаграмм стационарных решений использовался метод продолжения решения по параметру для системы нелинейных уравнений с параметром, основанный на теореме о неявной функции. Метод позволяет строить гладкую кривую в пространстве компонент решения и параметра, включая точки поворота. В итоге найдены области изменения параметров, в которых имеет место множественность решений (до пяти), а также области, в которых все стационарные решения неустойчивы. В этом случае потеря устойчивости приводит к возникновению автоколебаний. Проведённые исследования позволили определить области параметров, где из соотношения концентраций факторов плюрипотентности и дифференцировки следует стволовое состояние клетки.

Полученные результаты позволяют выявить не только ряд причинно-следственных связей для фундаментальных свойств ЭСК, но и могут быть использованы при разработке эффективных методов получения стабильных гомогенных культур ЭСК.

Научные руководители – д-р физ.-мат. наук, проф. Фадеев С. И.,
канд. биол. наук Акбердин И. Р.

**Разработка компьютерных методов анализа альфа-сателлитной ДНК
в геноме человека на основе данных высокопроизводительного
секвенирования**

Ойдопова Б. С.

Новосибирский государственный университет

Центромерные районы хромосом играют важную роль в процессах деления клетки. Центромерная ДНК человека состоит из повторов, представляющих собой фрагменты длиной 171 пар нуклеотидов, формирующие повторы высокого порядка. Нарушения структуры центромер могут влиять на возникновение у людей заболеваний, таких как рак или нейродегенеративные патологии. Структура ДНК может быть эффективно реконструирована на основе высокопроизводительного секвенирования. Однако высокая повторность центромерной ДНК существенно затрудняет ее реконструкцию и изучение на основе этих методов. Тем не менее, анализ фрагментов ДНК центромерных районов, представленных в библиотеках ДНК, полученных в результате высокопроизводительного геномного секвенирования, может дать полезную информацию о структурной организации этих районов.

Целью данной работы являлась разработка компьютерных методов анализа структуры центромерной ДНК в геноме человека на основе данных высокопроизводительного секвенирования.

Был разработан конвейер обработки данных высокопроизводительного геномного секвенирования. Элементы конвейера были реализованы на языке C++ с использованием сторонних библиотек. Была проведена работа по подбору оптимальных параметров анализа и оценке точности реконструкции структуры центромерных повторов. Предложенный подход продемонстрировал высокую вычислительную эффективность, приемлемую для массового анализа данных. Был предложен метод оценки качества идентификации альфасателлитной ДНК. На данный момент с помощью реализованных компьютерных методов были обработаны данные 74 индивидов из проекта «1000 геномов».

Авторы благодарны Александрову И.А. (ФГБНУ НЦПЗ) за предоставленные последовательности фрагментов центромерной ДНК и ценные советы в процессе работы.

Научный руководитель – канд. биол. наук Афонников Д. А.

Математическое моделирование регуляторных механизмов поддержания плюрипотентности и дифференцировки эмбриональных стволовых клеток мыши

Петрова К. О.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Эмбриональные стволовые клетки (ЭСК) и практически не отличающиеся от них индуцированные плюрипотентные стволовые клетки (ИПСК) способны дифференцироваться в производные трёх зародышевых листков, что представляет интерес не только для фундаментальных исследований, но и для регенеративной медицины.

Поскольку поддержание плюрипотентности и дифференцировка ЭСК являются комплексными молекулярно-генетическими процессами, то метод математического моделирования является наиболее перспективным не только для выявления их ключевых механизмов, но и для поиска альтернативных механизмов индукции плюрипотентности.

Целью работы является выявление ключевых молекулярных механизмов, определяющих функционирование генной сети поддержания плюрипотентности и дифференцировки ЭСК мыши.

На первоначальном этапе был проведён анализ литературных данных по механизмам взаимодействия между факторами плюрипотентности (Nanog, Oct4, Dax1) и факторами дифференцировки в трофоэктодерму (Cdx2) и эндодерму (Gata6) и осуществлён поиск кинетических параметров. Были учтены процессы транскрипции и трансляции для всех участников регуляторной сети, что позволило более точно описать регуляторные взаимодействия между ними. На основе структурной организации генной сети и оригинального метода обобщённых функций Хилла [1] была разработана соответствующая математическая модель. Удалось найти области параметров, соответствующих плюрипотентному состоянию, а также переходу в трофоэктодермальный и эндодермальный пути развития. Был проведён анализ роли Dax1 в индукции и увеличении эффективности получения ИПСК. Таким образом, модель успешно описывает различные состояния клетки, определяемые различными комбинациями стационарных концентраций транскрипционных факторов.

1. Likhoshvai, V. A., Ratushny, A. V. Generalized Hill function method for modeling molecular processes // J Bioinform Comput Biol. – 2007 – V. 5. – N 2b. – P. 521-531.

Научный руководитель – канд. биол. наук Акбердин И. Р.

Разработка метода предсказания биомаркеров на основе анализа биологических сетей

Самбилова Е. О.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Целью работы является разработка метода предсказания биомаркеров на основе анализа локальных топологических свойств вершин в биологических сетях, используя информацию о генной сети циркадного осциллятора (ЦО), сети белок-белковых взаимодействий, экспрессионных данных генов суточного ритма млекопитающих.

В ходе работы проведены расчеты и сравнение топологических характеристик узлов сети, которые наиболее качественно описывают структуру анализируемых биологических сетей, включая локальные топологические характеристики узлов сети: графлеты, различного вида центральности узлов, коэффициенты кластеризации и ассортативности узлов и др. Для дальнейшего упрощения расчетов и интерпретации результатов было проведено сокращение количества признаков биологической сети и построена интегральная структурная характеристика сети, используя метод главных компонент. Для сильносвязных компонент генной сети ЦО проведено сравнение значений интегральных структурных характеристик вершин с вершинами структурной модели в виде случайных графов (модель Реньи), имеющих то же самое распределение степеней вершин.

Эти подходы к структурному сравнению биологических сетей предполагается использовать для предсказания биомаркеров заболевания на основе реконструкции и анализа сетей белок-белковых взаимодействий человека в норме и патологии в 6 временных точках суточного ритма с учетом экспрессионных и протеомных данных.

Научные руководители – канд. биол. наук Подколотная О. А.,
канд. биол. наук Подколотный Н. Л.

Взаимосвязь эпигенетического состояния хроматина и его 3D упаковки

Сидоренко И. А.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Информация о трехмерной упаковке хроматина в клеточном ядре необходима для понимания фундаментальных свойств организации и функционирования генома. От пространственной структуры ДНК напрямую зависят такие важные биологические процессы как регуляция экспрессии генов, репликация ДНК и тд. Пространственная укладка хромосомы в ядре во многом зависит от эпигенетических модификаций гистонов и ДНК. Наряду с экспериментальными методами изучения пространственной организации генома также применяется и моделирование.

Цель работы – создание модели петли хроматина с учетом его физико-химических свойств и суперспирализации для изучения особенностей ее упаковки. Разработана компьютерная модель структуры хроматиновой петли на основе модификации ранее предложенной модели *Benedetti et al* (2014). Петля представлена как гетерополимер, мономеры которого находятся в различных эпигенетических состояниях. Суперспирализация ДНК моделируется потенциалом торсионных углов с помощью «фантомных» частиц; также вводится потенциал Леннарда-Джонса для взаимодействий между мономерами и потенциал, зависящий от длин связей между соседними мономерами.

Модель дает возможность имитировать динамику петель хроматина за счет модификации заряда мономера с учетом эффекта суперспирализации ДНК. Разрабатываемая модель может обеспечить основу для понимания того, как регуляция эпигенома в ходе развития может привести к вариациям клеточных фенотипов через масштабную реорганизацию генома.

Научный руководитель – канд. биол. наук Афонников Д. А.

ExpGene - компьютерная программа для обработки, анализа и визуализации данных экспрессии генов

Спицина А. М.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Данные об уровнях экспрессии генов, полученные с помощью ДНК-микрочипов и секвенирования транскриптомом, находят новое все применение в области биоинформатики и биомедицины. Их обработка и анализ помогут ответить на вопросы, связанные с проблемами развития различных заболеваний, в том числе онкологических и нейро-дегенеративных. С развитием постгеномных технологий быстро растет объем данных, не поддающийся ручной обработке. Необходимо создание программных комплексов для анализа и визуализации транскриптомных данных. Компьютерный анализ экспрессии генов включает несколько стадий – сопоставление численных и текстовых данных, фильтрация, статистический анализ и визуализация. Использовалась серия микрочипов Affymetrix U133, данные по геному человека и модельным геномам мыши и крысы. Разработан программный комплекс, который включает в себя набор опций для работы с большим массивом микрочиповых данных:

- сопоставление данных экспрессии генов из нескольких баз;
- фильтрация данных: удаление проб-дублей; удаление изоформ;
- расчет матрицы корреляций по группе генов (заданная или случайная выборка);
- построение графика тканеспецифичности экспрессии гена;
- визуализация генных сетей на основе коэффициентов корреляции экспрессии генов;
- поиск и анализ расположения генов относительно сайтов связывания транскрипционных факторов.

Написанная ранее на языке C++ в среде программирования Microsoft Visual Studio 2010 программа была улучшена с использованием JavaScript, а также новейших скриптов на языке Python, с использованием модулей для обработки биоинформатических и больших текстовых данных, таких, как BioPython и pandas, что позволило повысить производительность и точность вычислений. В программу был добавлен интерфейс взаимодействия с пользователем (меню). С помощью данной программы были проанализированы уровни экспрессии и корреляции экспрессии генов в составе нескольких аннотированных в ИЦиГ СО РАН генных сетей, а также проведено исследование генов, отвечающих за агрессивное поведение на моделях лабораторных животных.

Научный руководитель – д-р биол. наук, проф. Орлов Ю. Л.

Моделирование фолдинга белка виллина методом молекулярной динамики

Урсул А. С.

Новосибирский государственный университет

Благодаря значительному прогрессу в области компьютерной техники стало возможно не только определять пространственную структуру белков по их аминокислотным последовательностям, но и исследовать сам процесс укладки белков в функциональное (нативное) состояние.

В данной работе моделировалась укладка белка виллина, имеющего малый размер (36 аминокислотных остатков), известную пространственную структуру (PDB ID: 1VII) и малое время фолдинга (4.3 мкс [1]). Для моделирования использовался метод молекулярной динамики (МД) в среде специализированного пакета GROMACS с полем сил Amber03 и приближением неявного растворителя.

Было смоделировано несколько МД траекторий, которые начинались в развернутом состоянии белка. Было получено, что при длине траектории в 6 мкс конечная структура близка к нативной структуре виллина, что находится в удовлетворительном согласии по времени фолдинга как с экспериментом (4.3 мкс [1]), так и с результатами гораздо более массивных вычислений в рамках проекта *foldings@home* (15-20 мкс [2]) и расчетов на специализированном суперкомпьютере ANTON (68 мкс [3]).

Анализ траекторий фолдинга, основанный на вычислении пространства коллективных переменных, позволил выделить основные этапы фолдинга: формирование вторичной структуры, компактизацию белка и формирование нативных контактов.

Таким образом, показано, что структура и динамика фолдинга такого небольшого белка, как виллин, адекватно воспроизводятся с помощью программы GROMACS и приближения неявного растворителя. Можно ожидать, что эти средства могут использоваться для исследования структуры и фолдинга и других небольших белков.

Работа выполнена при поддержке Российского научного фонда (№ 14-14-00325).

-
1. Kubelka J., Eaton W. A. and Hofrichter J., *Mol. J. Biol.* 329 (2003) 625.
 2. Zagrovic B., Snow C. D., Shirts M. R., Pande V. S., *Mol. J. Biol.* 323 (2002) 927.
 3. Shaw D. E. et al., *Science* 330 (2010) 341.

Научный руководитель – канд. биол. наук Бакулина А. Ю.

Поиск регуляторных мотивов, ассоциированных с ответом на ауксин у *Arabidopsis thaliana* L.

Черенков П. А.

Новосибирский государственный университет
Институт цитологии и генетики СО РАН, г. Новосибирск

Фитогормон ауксин играет ключевую роль в регуляции роста и развития растений. Ауксин осуществляет контроль активности генов через транскрипционные факторы семейства ARF (Auxin Response Factor), которые связываются с ауксин-чувствительными регуляторными элементами (AuxRE) в промоторах генов растений. Нуклеотидным консенсусом AuxRE являются гексамеры TGTCNN (N = A,T,G,C). Эти мотивы присутствуют в промоторах не всех генов, меняющих свою экспрессию в ответ на ауксин, поэтому предполагается, что в ауксиновом ответе играют роль и другие регуляторные элементы. Целью данной работы является поиск неканонических гексамерных AuxRE (отличных от TGTCNN) в геноме *Arabidopsis thaliana* L.

В данной работе были созданы программы для поиска новых AuxRE и их анализа. Для поиска мотивов анализировалась корреляция между присутствием мотива в промоторах генов и изменением их экспрессии в 35 полногеномных экспериментах из базы GEO. Эксперименты отличались по длительности обработки, стадии развития, ткани, типу ауксина и дозе. Для выявления композиционных регуляторных элементов исследовалось, являлись ли найденные неканонические AuxRE независимыми, либо же они были ассоциированы с ответом на ауксин только в композиции с каноническими AuxRE. Промоторы генов *A. thaliana* были взяты из базы данных TAIR.

Были предсказаны 23 гексамера, связанных с повышением экспрессии в ответ на ауксин, в том числе канонические AuxRE TGTCTC, TGTCCTC, и 54 гексамера, ассоциированных с уменьшением экспрессии. Из них 6 и 12 неканонических мотивов, ассоциированных, соответственно, с повышением и понижением экспрессии генов, влияют на регуляцию независимо от канонических TGTCNN. С другой стороны, было показано, что CCGCGT играет роль в ауксиновом ответе только в составе композиционного элемента с TGTCCTC на расстоянии до 15 пар нуклеотид.

Научный руководитель – канд. биол. наук Миронова В. В.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Kuznetsova T. N.	53	Геро И. В.	12
Rafikova E. R.	89	Глаголева А. Ю.	103
Stepina T. A.	53	Голиков К. А.	63
Агарина Н. П.	69	Горошко Ю. М.	13, 14
Айриянц К. А.	70	Григорян Л. Н.	15
Алексеева А. Л.	98	Грищенко А. К.	160
Арнст К. В.	113	Грищенко И. В.	123
Астапенко Д. А.	99	Гулевич Д. Г.	16
Аулова К. С.	115	Гурков Н. А.	73, 83
Ашба А. М.	116	Данилова Е. Д.	124
Аюшеева Т. С.	5	Дворянинова Е. Е.	125
Бабич М. Д.	155	Дектерёв А. А.	59
Баблюк Е. В.	69	Делашинская К. В.	17
Балданова Т. Б.	6	Дольский А. А.	126
Бауэр Т. В.	117	Дрозд У. С.	74
Башкатова М. В.	71	Дурова А. С.	18
Бедулина Д. С.	9	Дыленова Е. П.	48
Бейсенов Д. К.	130	Дьяченко И. С.	161
Бикчурина Т. И.	100	Дятлова Е. А.	127
Бирюков В. В.	156	Евсюкова В. С.	75
Бирюкова М. Г.	7	Егорова Н. Н.	19
Бойко Е. В.	118	Екимова Г. А.	122
Боковая О. В.	119	Елгаева Е. Е.	20
Бондар Е. И.	157	Елемесова А. Н.	21
Бондаренко С. М.	101	Ермолов С. А.	22
Булэу О. Г.	102	Зебницкий А. А.	42
Буркова Е. Е.	120	Злобин А. С.	104
Буслаева Н. С.	8	Золотенкова Е. А.	33
Быкова Е. И.	72	Зыблева Е. В.	76
Вабищевич К. А.	158	Иванов И. М.	23
Варфоломеева А. С.	13	Имамутдинова Н. Г.	24
Васильченко В. Ю.	17	Калинина Т. С.	128
Верещагина К. П.	9	Каманова Е. П.	25
Верман П. Ю.	159	Карнюшка А. А.	129
Ветрова А. А.	10	Карпова И. А.	77
Видершпан А. Н.	118	Карпушина А. А.	78
Войцеховская И. В.	34	Кислицин В. Ю.	130
Волкова Н. В.	121	Ковецкая А. И.	79
Галушко А. В.	11	Кожевникова В. В.	80
Галымина А. Г.	78	Колобова А. В.	26
Герасимова Ю. С.	122	Коломейчук Л. В.	124

Коростелева Н. С.....	135	Побединцева М. А.	105, 106
Костякова Д. А.	131	Поликарпов И. А.	42
Котлярова А. А.	81	Пономарев Е. И.	59
Кочмарева Г. Ю.....	132	Попова К. В.	43
Кошкина В. А.	27	Попова К. И.	107
Кузьмина Т. П.....	28	Попова К. О.	144
Куклиновская Н. А.....	63	Попова Т. В.....	86
Кулешова А. Е.	82	Приводнова Е. Ю.	87
Куляшов М. А.....	29	Приходько Т. А.	24
Кургина Т. А.....	133	Прокопов Д. Ю.....	145
Курилова А. А.	134	Пронина И. А.	44
Куркаков С. Н.....	96	Протасов Е. С.	34
Лазуто Е. В.....	30	Пупкова А. Е.	88
Лаптева М. И.	73, 83	Пурвиньш Л. В.	146
Ларькова А. Н.	135	Разуванова А. В.....	77
Лебедев М. О.	136	Ринчинова С. Ж.....	6
Лескова И. Б.....	84	Романова А. Г.	45
Лескова Н. Е.	162	Рудченко А. Е.	46
Лошакова Т. С.	96	Рымарева Ю. М.....	90
Лукьянчикова Н. В.....	137	Рюпина А. А.	91
Макарцова А. А.	138	Сальников П. А.	47
Макашева К. А.	139	Самеева А. Б.	48
Максимова А. Ю.	32	Самбилова Е. О.	165
Маланханова Т. Б.	112	Сарачаков А. Е.	49
Малофий М. К.	124	Сарыглар Н. Д.	50
Мальцева С. В.....	140	Сбоева М. Д.	92
Матыцин М. Д.	33	Селиванова А. В.....	16
Махмудова Х. М.....	141	Сидоренко И. А.....	166
Мирманов Р. З.	34	Сизенцова Я. Г.	108
Мирошниченко С. К.	142	Синьсинь Ли.....	31
Мункоева Т. Г.....	35	Слатинская О. В.	51
Немирович-Данченко Н. М.	97	Смердова О. С.	77
Немудрая А. А.	138	Смирнова А. М.....	109
Николаева Ю. А.	36	Соловьева Е. И.	16
Николенко С. О.	37	Сорока А. О.	52
Новолодский И. В.	38	Спицина А. М.....	167
Новоселова А. А.	39	Стригина Е. В.	110
Овчинникова Н. А.	85	Сухарева Е. В.	70
Ойдопова Б. С.	163	Таратайко А. И.	16
Павлова А. А.....	40	Ташкинова К. А.....	54
<i>Павлова Т. Б.</i>	<i>41</i>	Телегина Я. Р.....	<i>55</i>
Петрова Д. В.....	143	Тимофеев М. А.....	9
Петрова К. О.....	164	Тишакова К. В.....	100

Ткаченко А. В.	148	Черняев Р. В.	62
Третьяков Б. А.	56	Чжоу П.	95
Троицкая О. С.	148	Чиркова С. П.	96
Трофимова А. Л.	57	Чуприн Е. Н.	63
Тугбаева А. С.	149	Шайхутдинова Р. В.	129
Тур Д. А.	93	Шарипова Д. В.	112
Тургамбеков Г. М.	21	Шатилина Ж. М.	9
Урсул А. С.	168	Шашкова Ю. И.	64
Усатая Ю. О.	59	Швецов Е. Г.	59
Ушаков В. С.	150	Шепелева И. М.	65
Филимонова Е. А.	94	Шестопалов А. М.	95
Филонова М. В.	151	Шестопалова Л. В.	95
Форина Ю. Ю.	60	Широкова В. В.	97
Хличкина А. А.	152	Шмидт А. А.	66
Хрущева А. С.	111	Шумаев А. Ю.	97
Цыбенова Ц. М.	35	Эрдынеева И. А.	67
Челомбитько М. А.	125	Юдкина А. В.	154
Чердонова А. М.	61	Юрченко К. С.	95
Черенков П. А.	169	ютрина О. И.	58
Черникова Д. С.	153	Янахов Д. Ф.	68

ОГЛАВЛЕНИЕ

ЭКОЛОГИЯ	5
Kuznetsova T. N., Stepina T. A.	5
Аюшеева Т. С.	6
Балданова Т. Б., Ринчинова С. Ж.	7
Бирюкова М. Г.	8
Буслаева Н. С.	9
Варфоломеева А. С., Горошко Ю. М.	10
Верещагина К. П., Шатилина Ж. М., Бедулина Д. С., Тимофеев М. А.	11
Ветрова А. А.	12
Галушко А. В.	13
Геро И. В.	14
Голиков К. А., Куклиновская Н. А., Чуприн Е. Н.	15
Горошко Ю. М.	16
Григорян Л. Н.	17
Гулевич Д. Г., Таратайко А. И., Селиванова А. В., Соловьева Е. И.	18
Делашинская К. В., Васильченко В. Ю.	19
Дурова А. С.	20
Егорова Н. Н.	21
Елгаева Е. Е.	22
Ермолов С. А.	23
Золотенкова Е. А., Матьцин М. Д.	24
Иванов И. М.	25
Имамутдинова Н. Г., Приходько Т. А.	26
Каманова Е. П.	27
Колобова А. В.	28
Кошкина В. А.	29
Кузьмина Т. П.	30
Куляшов М. А.	31
Лазуто Е. В.	32
Максимова А. Ю.	33
Мирманов Р. З., Войцеховская И. В., Протасов Е. С.	34
Мункоева Т. Г., Цыбенова Ц. М.	35
Николаева Ю. А.	36
Николенко С. О.	37
Новолодский И. В.	38
Новоселова А. А.	39
Павлова А. А.	40
Павлова Т. Б.	41
Поликарпов И. А., Зебницкий А. А.	42
Попова К. В.	43
Пронина И. А.	44

Романова А. Г.	45
Рудченко А. Е.	46
Сальников П. А.	47
Самаева А. Б., Дыленова Е. П.	48
Сарачаков А. Е.	49
Сарыглар Н. Д.	50
Синьсинь Ли.....	51
Слатинская О. В.	52
Сорока А. О.	53
Ташкинова К. А.	54
Телегина Я. Р.	55
Третьяков Б. А.	56
Трофимова А. Л.	57
Тургамбеков Г. М., Елемесова А. Н.	58
Тютрина О. И.	59
Усатая Ю. О., Швецов Е. Г., Дектерёв А. А.	60
Форина Ю. Ю.	61
Чердонова А. М.	62
Черняев Р. В.	63
Шашкова Ю. И.	64
Шепелева И. М.	65
Шмидт А. А.	66
Эрдынеева И. А.	67
Янахов Д. Ф.	68
ФИЗИОЛОГИЯ ЧЕЛОВЕКА И ЖИВОТНЫХ	69
Агарина Н. П., Баблюк Е. В.	69
Айриянц К. А., Сухарева Е. В.	70
Башкатова М. В.	71
Быкова Е. И.	72
Гурков Н. А., Лаптева М. И.	73
Дрозд У. С.	74
Евсюкова В. С.	75
Карпушина А. А., Галямина А. Г.	76
Ковецкая А. И.	77
Кожевникова В. В.	78
Котлярова А. А.	79
Кулешова А. Е.	80
Лаптева М. И., Гурков Н. А.	81
Лескова И. Б.	82
Приводнова Е. Ю.	83
Пупкова А. Е.	84
Рымарева Ю. М.	85

Сбоева М. Д.	86
Тур Д. А.	87
Филимонова Е. А.	88
Чжоу П., Юрченко К. С., Шестопалова Л. В., Шестопалов А. М.	89
Чиркова С. П., Куркаков С. Н., Лошакова Т. С.	90
Широкова В. В., Шумаев А. Ю.	91
ЦИТОЛОГИЯ И ГЕНЕТИКА	92
Алексеева А. Л.	92
Астапенко Д. А.	93
Бикчурина Т. И., Тишакова К. В.	94
Бондаренко С. М.	95
Булзу О. Г.	96
Глаголева А. Ю.	97
Злобин А. С.	98
Побединцева М. А.	99
Побединцева М. А.	100
Попова К. И.	101
Сизенцова Я. Г.	102
Смирнова А. М.	103
Стригина Е. В.	104
Хрущева А. С.	105
Шарипова Д. В., Маланханова Т. Б.	106
МОЛЕКУЛЯРНАЯ БИОЛОГИЯ И БИОХИМИЯ	107
Андрейчев В. В.	107
Арнст К. В.	108
Аулова К. С.	109
Ашба А. М.	110
Бауэр Т. В.	111
Бойко Е. В., Видершпан А. Н.	112
Боковая О. В.	113
Буркова Е. Е.	114
Волкова Н. В.	115
Герасимова Ю. С., Екимова Г. А.	116
Грищенко И. В.	117
Данилова Е. Д., Малофий М. К., Коломейчук Л. В.	118
Дворянинова Е. Е., Челомбитько М. А.	119
Дольский А. А.	120
Дятлова Е. А.	121
Калинина Т. С.	122
Карношка А. А., Шайхутдинова Р. В.	123
Кислицин В. Ю., Бейсенов Д. К.	124
Костякова Д. А.	125

Кочмарева Г. Ю.	126
Кургина Т. А.	127
Курилова А. А.	128
Ларькова А. Н., Коростелева Н. С.	129
Лебедев М. О.	130
Лукьянчикова Н. В.	131
Макарцова А. А., Немудрая А. А.	132
Макашева К. А.	133
Мальцева С. В.	134
Махмудова Х. М.	135
Мирошниченко С. К.	136
Петрова Д. В.	137
Попова К. О.	138
Прокопов Д. Ю.	139
Пурвиньш Л. В.	140
Рашидова М. А.	141
Троицкая О. С., Ткаченко А. В.	142
Тугбаева А. С.	143
Ушаков В. С.	144
Филонова М. В.	145
Хличкина А. А.	146
Черникова Д. С.	147
Юдкина А. В.	148
БИОИНФОРМАТИКА	149
Бабич М. Д.	149
Бирюков В. В.	150
Бондар Е. И.	151
Вабищевич К. А.	152
Верман П. Ю.	153
Грищенко А. К.	154
Дьяченко И. С.	155
Лескова Н. Е.	156
Ойдопова Б. С.	157
Петрова К. О.	158
Самбилова Е. О.	159
Сидоренко И. А.	160
Спицина А. М.	161
Урсул А. С.	163
Черенков П. А.	164
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ	165
ОГЛАВЛЕНИЕ	168

МАТЕРИАЛЫ
54-Й МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНОЙ
СТУДЕНЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ

МНСК–2016

БИОЛОГИЯ

Материалы конференции публикуются в авторской редакции

Подписано в печать 31.03.2016

Офсетная печать

Заказ № _____

Формат 60x84/16

Уч.-изд. л. 8,6. Усл. печ. л. 10,6.

Тираж 140 экз.

Редакционно-издательский центр НГУ
630090, г. Новосибирск, ул. Пирогова, 2