

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение

Федеральный исследовательский центр

КРАСНОЯРСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

Обособленное подразделение

ИНСТИТУТ БИОФИЗИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

**ТЕЗИСЫ
КОНКУРСА-КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ И АСПИРАНТОВ**

26 марта 2019 г.

Красноярск

ПРОГРАММА
НАУЧНОЙ СЕССИИ МОЛОДЫХ УЧЁНЫХ
ИБФ СО РАН 2019 ГОДА

Открытие конкурса-конференции 26 марта (вторник), ауд. 1-08 в 10:00

Вступительное слово:

Председатель конкурсной комиссии, д.б.н., Надежда Николаевна Сущик

Доклады молодых учёных (10 мин. доклад + 5 мин. вопросы):

- | | | |
|--|---|--|
| Андрущенко Павел Юрьевич | | |
| 1 | Сезонная изменчивость параметров отношения длина/масса сибирского хариуса (<i>Thymallus arcticus</i>), обитающего в среднем течении реки Енисей | 10⁰⁵ – 10²⁰ |
| Гончарова Наталья Сергеевна | | |
| 2 | Ca ²⁺ -регулируемый фотопротеин обелин как инструмент для мониторинга селекса и оценки аффинности ДНК аптамеров | 10²⁰ – 10³⁵ |
| Бульхин Александр Олегович | | |
| 3 | Алкенены донных отложений соленых озер Северо-Минусинской котловины как потенциальный биоиндикатор палео-климата | 10³⁵ – 10⁵⁰ |
| Мурзова Анна Евгеньевна | | |
| 4 | Конструирование и характеристики композитов на основе хитозана и ПГА | 10⁵⁰ – 11⁰⁵ |
| Гардт Мария Витальевна | | |
| 5 | Изучение влияния трития на биолюминесцентную реакцию бактериальной люциферазы | 11⁰⁵ – 11²⁰ |
| Емельянов Дмитрий Владимирович | | |
| 6 | Расчет содержания гумуса по спутниковым и наземным спектрометрическим данным | 11²⁰ – 11³⁵ |
| Рудченко Анастасия Евгеньевна | | |
| 7 | Определение происхождения икры стерляди <i>Acipenser ruthenus</i> , Linnaeus, 1758 с помощью анализа состава биомаркерных жирных кислот | 11³⁵ – 11⁵⁰ |
| Юшкова Анастасия Дмитриевна | | |
| 8 | Анализ ассоциаций полиморфизмов в генах CAT, PON2, NCL, HSPA1L, PCSH15 с риском развития профессиональной нейросенсорной тугоухости биолюминесцентным методом | 11⁵⁰ – 12⁰⁵ |
| Болобанщикова Галина Николаевна | | |
| 9 | Диатомовые водоросли как индикатор состояния озера Заповедное (Эвенкия, Россия) в прошлом | 12⁰⁵ – 12²⁰ |

Ертилецкая Наталья Леонидовна

10 Материалы для упаковки на основе биоразрушаемого поли-3-гидроксипропиридата и пластификатора

12²⁰ – 12³⁵

Подведение итогов конференции экспертной комиссией:

д.б.н. Надежда Николаевна Сущик – Председатель

д.т.н. Анатолий Петрович Шевырнов

к.б.н. Елена Владимировна Еремеева

к.б.н. Татьяна Анатольевна Зотина

к.б.н. Людмила Петровна Буракова

Заключительное слово:

Председатель конкурсной комиссии, д.б.н., Н.Н. Сущик

Сезонная изменчивость параметров отношения длина/масса сибирского хариуса (*Thymallus arcticus*), обитающего в среднем течении реки Енисей

Андрущенко П.Ю., Зуев И.В., Зотина Т.А.

Институт биофизики СО РАН

Сибирский федеральный университет

Анализ отношения длины и массы тела (LWR) - важный инструмент ихтиологических исследований, вовлекающий в анализ данные промысловой статистики. Параметры LWR используются для реконструкции биомассы, оценки упитанности, для сравнения развития рыб в популяциях из разных регионов [2, 6]. Для получения статистически значимых коэффициентов LWR рекомендуется использовать большие выборки рыб в широком диапазоне размеров. Вместе с тем, нет единого мнения о корректности повышения объема выборки за счет объединения рыб, собранных в разные сезоны года. Данные о сезонной изменчивости параметров LWR единичны, а раздел базы данных FishBase, агрегирующей такие данные, не содержит поля о дате отлова рыб. В настоящем исследовании предпринята попытка оценить размах сезонной изменчивости параметров LWR сибирского хариуса из одной популяции. Выборка хариуса была собрана из рыб, ежемесячно отлавливаемых в р. Енисей на участке среднего Енисея в 2007-2017 гг. Определяли абсолютную длину тела (TL, см) и массу (W, г). Коэффициенты регрессии для LWR получали из уравнения: $\log(W) = \log(a) + b \cdot \log(TL)$. Для анализа изменчивости полученных коэффициентов использован графический подход, предложенный Froese [6]. В результате проведенного исследования были показаны значительные сезонные изменения параметров LWR в пределах одной популяции, размах которых превосходит географическую изменчивость аналогичных коэффициентов для хариуса из других популяций (Рис.). Таким образом, при анализе географической изменчивости параметров LWR, необходимым условием является указание даты отлова рыб.

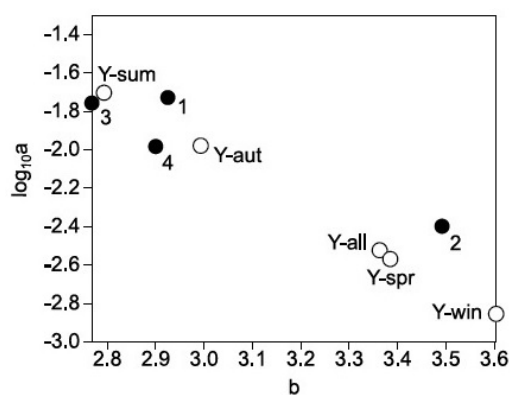


Рис. Диаграмма рассеяния $\log_{10}a$ относительно b . Белыми кружками обозначены наши данные для р. Енисей: Y-all – все образцы, Y-win - зима, Y-spr - весна, Y-sum - лето, Y-aut - осень; 1 – река Енисей, сезон не указан [7]; 2 - река Эргис, Китай, годовая выборка [3]; 3 - озеро Греб, США [1]; 4 - байкальский хариус, озеро Хубсугул, Монголия, июль [5].

Литература:

- [1] Carlander, K. D. (1969). Handbook of freshwater fishery biology, Vol 1. Ames, IA, The Iowa State University Press, 752 pp.
- [2] Froese, R., Tsikliras, A. C., Stergiou, K. I. (2011). Acta Ichthyologica et Piscatoria, 41 (4), 261–263.
- [3] Huo, T. B., Yuan, M. Y., Jiang, Z. F. (2011). J. Appl. Ichthyol., 27 (3), 937–938.
- [4] Tesch, F. W. (1971). Age and growth. In: W. E. Ricker (Ed), Methods for assessment of fish production in fresh waters (pp. 98–130). Oxford, UK, Blackwell Scientific Publications., 313 pp.
- [5] Tsogtsaikhan, P., Mendsaikhan, B., Jargalmaa, G. et. al. (2017). J. Appl. Ichthyol., 33, 108–115.
- [6] Zuev I., Trofimova E., Zotina T. (2019). Turk. J. Fish. Aquat. Sci. 19(10), xxx-xxx
- [7] Подлесный, А. В. (1958). Известия ВНИОРХ, 44, 97–178.

Ca²⁺-регулируемый фотопротейн обелин как инструмент для мониторинга селекса и оценки аффинности ДНК аптамеров

Н.С. Гончарова, В.В. Красицкая, Л.А. Франк

Сибирский федеральный университет

Институт биофизики СО РАН

Аптамеры – короткие одноцепочечные фрагменты ДНК или РНК, обладающие определенной пространственной структурой, и способные с высокой аффинностью и специфичностью связываться с молекулами различной природы. Благодаря этим свойствам, а также стабильности и возможности химического синтеза, аптамеры представляют собой перспективную альтернативу антителам при создании аналитических систем на их основе [1]. Аптамеры получают направленным отбором *in vitro* из комбинаторных библиотек олигонуклеотидов, методом SELEX (Systematic Evolution of Ligands by EXponential enrichment). Ключевыми моментами при этом являются эффективный мониторинг обогащения библиотеки последовательностями, аффинными к мишени, а также определение аффинности индивидуальных аптамеров. На сегодня для этого используют ряд методов: высокоэффективную жидкостную хроматографию, круговой дихроизм, поверхностный плазмонный резонанс, анализ сдвига электрофоретической подвижности, иммуноферментный анализ с заменой антител на аптамер с флюоресцентной или колориметрической детекцией сигнала и другие [2].

В настоящей работе для мониторинга процесса обогащения библиотеки, а также оценки аффинности и специфичности индивидуальных аптамеров предложен биолюминесцентный твердофазный анализ, где в качестве репортерной молекулы используется Ca²⁺-регулируемый фотопротейн обелин. Это стабильная молекула (нековалентный комплекс белка, субстрата и кислорода), биолюминесцентный сигнал которой возникает при присоединении ионов кальция и не зависит от присутствия других соединений – кислорода, каких-либо субстратов или кофакторов. Высокий квантовый выход биолюминесцентной реакции и низкий уровень шума обеспечивают высокую чувствительность анализа на основе этого белка в качестве репортера [3]. Разработанный биолюминесцентный микроанализ использовали при получении ДНК аптамеров, аффинных к сердечному тропонину I (сTnI). сTnI является одним из высокоспецифичных кардиомаркеров, появление которого в периферической крови свидетельствует о повреждении кардиомиоцитов при инфаркте миокарда [4].

С помощью предложенного биолюминесцентного твердофазного анализа контролировали обогащение ДНК библиотеки последовательностями, аффинными к сTnI в ходе отбора; оценивали аффинность отобранных индивидуальных аптамеров, а также их укороченных вариантов: были рассчитаны константы диссоциации комплексов аптамер – сTnI и выбраны аптамеры с наилучшей аффинностью; изучена специфичность выбранных аптамеров; проведен поиск аптамеров, связывающихся с разными эпитопами тропонина I. Предложенный биолюминесцентный анализ позволяет быстро и просто проводить исследования по отбору и характеристике аптамеров и может быть использован для разработки аптамеров к другим мишеням.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, проект №18-38-00531.

Литература:

[1] Radom F, Jurek P.M., et al. *Biotechnol Adv.* 31(8):1260–1274 (2013).

[2] Jing M., Bowser M.T. *Anal. Chim. Acta*, 686:9–18 (2011).

[3] Frank L.A., Krasitskaya V.V. *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.* 144:175–197 (2014).

[4] Antman E.M., Tanasijevic M.J., et al. *N. Engl. J. Med.* 31, 335(18):1342-1349 (1996).

Алкены донных отложений соленых озер Северо-Минусинской котловины как потенциальный биоиндикатор палео-климата

А.О. Бульхин, науч. рук. д.б.н. Д.Ю. Рогозин

Институт биофизики СО РАН

Изменения климата приобрели глобальный характер и решение этой проблемы является одной из важнейших задач XXI века [1]. Для прогнозирования будущих климатических изменений необходимы знания о климате прошлого. В Институте биофизики СО РАН ведутся работы по реконструкции климата Южной Сибири по донным отложениям стратифицированных соленых озер.

На данный момент в мире для палео-климатических реконструкций используются термо- и солечувствительные биохимические индикаторы – алкены, которые являются полиненасыщенными длинноцепочечными углеводородами C37-C40 с кетогруппой у 2-го или 3-го углерода алифатической цепи. Данные вещества синтезируются исключительно микроводорослями отдела *Hauphyta*. Доказано, что гаптофиты изменяют уровень ненасыщенности и количество углерода в цепи своих липидов в зависимости от солености и температуры среды, в которой они обитают. Алкены могут храниться в донных отложениях, не меняя уровень своей ненасыщенности тысячелетиями. Количественными величинами, характеризующими степень ненасыщенности, являются индексы ненасыщенности: Uk37, и другие [2].

Цель данной работы - выявить вертикальное распределение количества и состава алкенов в донных отложениях озер Учум, Шира, Утичье, Белё и оценить возможность использования этих показателей в качестве биоиндикаторов состояния озер в прошлом.

Отбор кернов донных отложений осуществлялся из центральной глубоководной части озер. В лаборатории керны разделяли на поперечные образцы через интервал 1 см. Пробы анализировались методом газовой хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием. На примере озер Учум и Шира (рисунок 1) было показано, что вертикальные распределения как общего содержания, так и состава алкенов в кернах неравномерны. Фракции C37, C38 и 39 представлены соединениями с 4, 3 и 2-мя двойными связями, а C40 только с 3 и 2-мя. За некоторыми исключениями, содержание алкенов колебалось в пределах от 0.1 – до 4 мкг/г. Преобладающим алкеном является нечетный кетон C37. Неоднородность состава и индексов ненасыщенности алкенов в донных отложениях различного возраста свидетельствует о возможности использования этой группы соединений в палео-лимнологических реконструкциях, для чего требуется исследование экологии их продуцентов (гаптофитовых водорослей) в лабораторных экспериментах.

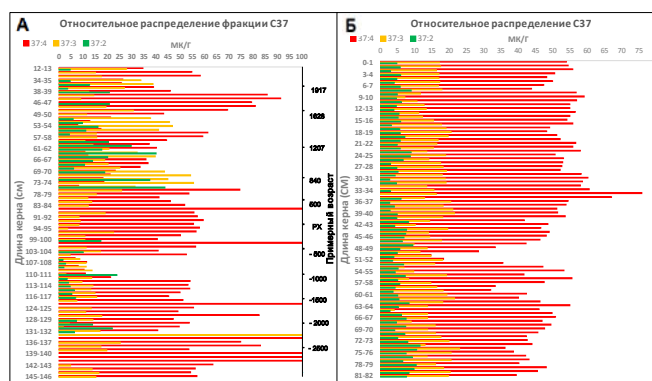


Рисунок 1. Долевое распределение алкенов C37: А – озеро Шира; Б – озеро Учум

Литература:

- [1] Мохов И. И. Российские климатические исследования в 2003–2006 гг. Известия РАН. Физика атмосферы и океана. Институт физики и атмосферы им. А. М. Обухова РАН. – 2009. – том 45. №2. – С. 180–192.
- [2] Eglinton, T. Molecular proxies for paleoclimatology / T. I. Eglinton, G. Eglinton // Earth and Planetary Science Letters. – 2008. – P. 1–16

Конструирование и характеристики композитов на основе хитозана и ПГА

А.Е. Мурзова, науч. рук. к.б.н. А.А. Шумилова

Сибирский федеральный университет

На сегодняшний день возрастает интерес к природным полимерам и способам использования их в медицине. Особое место занимают полигидроксиалканоаты (ПГА) – полимеры гидроксипроизводных алкановых кислот и их композиты с другими натуральными полимерами, такими как хитозан. Хитозан – продукт деацетилирования хитина, выделяемый из наружного скелета ракообразных. Смешивание гидрофильного биополимера (хитозана) с гидрофобным полиэфиром (поли-3-гидроксибутиратом) – это простой и эффективный способ получения полимерных материалов с желаемыми свойствами.

Цель работы – получение и исследование свойств композитных пленок на основе разрушаемого поли-3-гидроксибутирата (П(ЗГБ)) и хитозана.

Образец П(ЗГБ) имел следующие свойства: средневесовая молекулярная масса 723 кДа, полидисперсность 1,66; $T_{пл} = 177,1^\circ\text{C}$; кристалличность 76%; и хитозан (М.м 500 кДа, СД 80%), Китай. Пленки получали методом литья растворов на обезжиренную поверхность чашек Петри. В качестве общего растворителя для П(ЗГБ) и хитозана использовали ГФИПС (1,1,1,3,3,3-гексафторизопропиловый спирт). Получали 1% и 3% растворы при соотношении П(ЗГБ)/хитозан как 1:0,5 и 1:0,25. Полученные композитные пленки высушивали в беспылевом боксе-ламинаре «Labsonco» (США) при комнатной температуре в течение нескольких суток. Исследовали свойства и микроструктуру поверхности, физико-механические характеристики. Способность полученных композитных матриц поддерживать рост и адгезию клеток изучена *in vitro* в культуре мультипотентных мезенхимальных стволовых клеток костного мозга (ММСК-КМ), выделенных из бедренной кости крыс.

Получена серия композитных пленок на основе ПЗГБ и хитозана в различных соотношениях. Визуально поверхность композитных пленок из ПЗГБ/Хитозан отличалась от пленок из чистого П(ЗГБ). Композитные пленки имели неоднородную поверхность из-за «хлопьев» хитозана, при этом структура пленок была плотной без видимых пор, что доказано электронной микроскопией (рис 1).

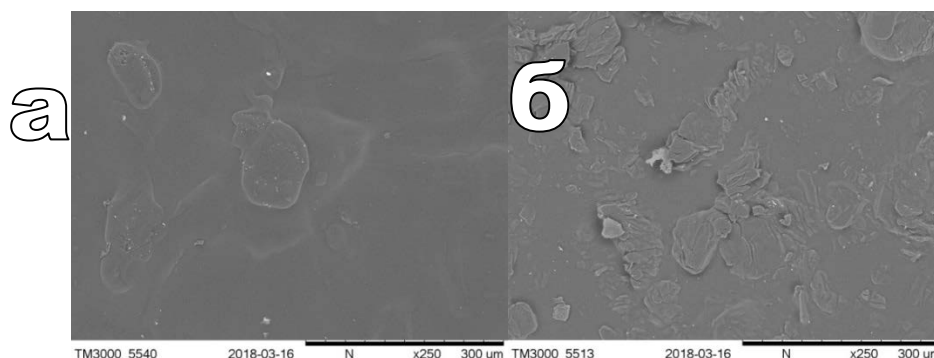


Рис 1 – СЭМ - снимки поверхности пленки: а – ПЗГБ с хитозаном 3% (1:0,5); б – Хитозан + ГФИПС 1%

Величины краевых углов смачивания водой поверхности композитных пленок были достоверно ниже ($74,9 \pm 6,4$; $53,4 \pm 10,95$) по сравнению с пленкой из П(ЗГБ) – $88,9 \pm 4$. Установлено, что включение хитозана приводит к уменьшению гидрофобных свойств гомополимера и увеличению гидрофильных характеристик поверхности у композитных пленок (таблица 1).

Результаты исследования физико-механических свойств смесей представлены в табл. 2, из которой следует, что прочность композитных пленок, полученных из 1% раствора, к по результатам замера модуля Юнга, предела прочности и удлинения при разрыве на в отличие от пленок П(ЗГБ) снижается с включением хитозана значительно, соответственно, в 6, 16 и 3 раза. Однако при увеличении концентрации раствора до 3% отмечено менее выраженное падение прочностных характеристик.

Таблица 1 – Свойства поверхности пленочных матриц из ПГА и хитозана

Состав	Краевой угол (вода), град	Поверхностная энергия, мН/м	Дисперсная составляющая мН/м	Полярная составляющая, мН/м
ПЗГБ 1%	88,9 ± 4	52,2 ± 1,17	43,5 ± 0,83	8,7 ± 0,34
ПЗГБ+ХИТОЗАН+ГФИПС 1% (1:0,5)	74,9 ± 6,4	44,5 ± 1,06	38,4 ± 0,68	6,1 ± 0,38
ПЗГБ+ХИТОЗАН+ГФИПС 1% (1:0,25)	53,4 ± 10,95	55,6 ± 1,61	38,5 ± 0,61	17,1 ± 1,01
ПЗГБ+ХИТОЗАН+ГФИПС 3% (1:0,5)	71,6 ± 5,4	47,6 ± 1,5	40,7 ± 1,09	6,9 ± 0,41

Таблица 2 – Физико-механические характеристики пленочных матриц

Образец	Модуль Юнга [МПа]	Предел прочности [МПа]	Удлинение при разрыве [%]	T _{пл} , °С	T _{дегр} , °С
ПЗГБ 1%	1952,41 ± 360,11	18,13 ± 1,17	1,40 ± 0,61	177,1	287,1
ПЗГБ+ХИТОЗАН+ГФИПС 1%(1:0,5)	304,78±26,15	1,58±0,34	0,68±0,02	169,5	285,3
ПЗГБ+ХИТОЗАН+ГФИПС 1%(1:0,25)	790,14±319,64	0,66±0,08	0,71±0,54	143,8	249,7
ПЗГБ+ХИТОЗАН+ГФИПС 3% (1:0,5)	1427,30±111,21	15,20±4,18	1,22±0,06	171,5	284,2

Температуры плавления и термической деградации для композитных пленок с включением 25% хитозана имели несколько сниженные значения (T_{пл}=143,8 °С, T_{дегр}= 249,7 °С) относительно пленки из П(ЗГБ) (T_{пл}=177,1 °С, T_{дегр}=287,1 °С).

Адгезивные свойства композитных пленок исследованы в культуре ММСК-КМ крыс. По данным МТТ-теста на 3-е и 7-е сутки, наибольшее значение оптической плотности (показатель количества жизнеспособных клеток) зарегистрировано для пленок из чистого хитозана и композитной пленки (1:0,5), в отличие от пленок из гомополимера (рис. 2). Следовательно, наполнение полимера хитозаном повышает его биосовместимость по отношению к исследованным клеткам.

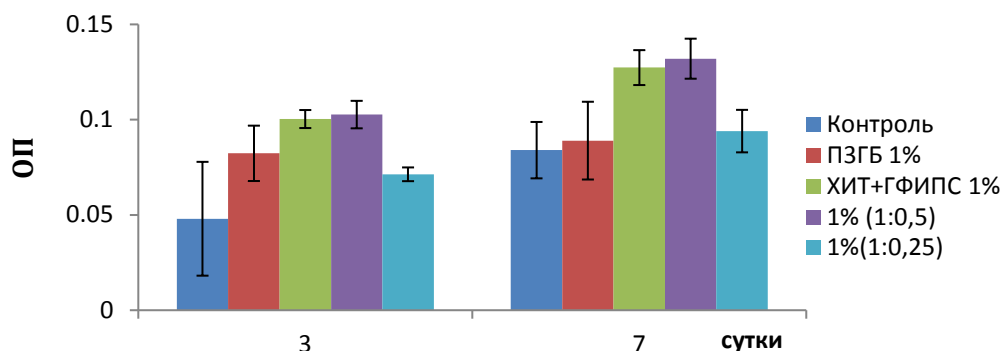


Рис 2 – МТТ-тест. Количество жизнеспособных клеток на композитных пленках, изготовленных из П(ЗГБ) и Хитозана

Таким образом, были получены композитные пленки на основе П(ЗГБ) и хитозана и установлено, что включение хитозана приводит к снижению механических свойств композитных пленок, однако увеличение гидрофильности поверхности обеспечивает более высокую адгезию культивируемых клеток.

Литература:

- [1] Коновалова М. В. Получение и исследование противоспаечных барьерных материалов на основе биополимеров пектина и хитозана. Диссертация канд.биолог. наук : 03.01.06, 2017, С. 24
- [2] Волова, Т. Г, Полиоксиканоаты (ПОА) - биоразрушаемые полимеры для медицины / Севастьянов В.И., Шишацкая. Е. И. Научное издание. Издательство СО РАН, 2003, С. 327.

Изучение влияния трития на биолюминесцентную реакцию бактериальной люциферазы

М.В. Гардт, Е.И. Ноговицына, Т.В. Рожко, Н.С. Кудряшева

Сибирский федеральный университет

Институт биофизики СО РАН

Низкодозовая радиация может оказывать воздействие на живые организмы. Тритий – радиоактивный изотоп водорода, который распространен в природе в основном в составе тритиевой воды и обладает высокой проникающей способностью. Так как энергия бета-частиц трития мала, он является удобным объектом для изучения защитных реакций организма в условиях низких и средних доз облучения.

Люминесцентные бактерии и их ферментативные системы используют потому, что их свечение чрезвычайно чувствительно к присутствию токсичных соединений, поэтому для мониторинга токсичности различных сред они являются универсальными биотестами, которые характеризуются высокой скоростью анализа (1-5 мин), чувствительностью, воспроизводимостью результатов, а также возможностью приборной регистрации и количественной оценки токсичности.

Ранее было исследовано низкодозовое (<0,1 Грей) воздействие трития (в составе тритиевой воды, НТО) на биолюминесценцию морских бактерии и сопряженной системы реакций, катализируемых бактериальными ферментами [1]. Показано, что воздействие трития на эти системы соответствует модели радиационного гормезиса, т.е. он может как активировать, так и ингибировать эти системы. Целью работы является изучение влияния трития на простейшую биолюминесцентную систему - реакцию бактериальной люциферазы, и сравнение с более сложными биолюминесцентными системами.

Измерения биолюминесценции проводили для 10 радиоактивностей НТО (<200 Мбк/л), спектры биолюминесценции регистрировали методом остановленного потока. Выявлена активация биолюминесценции в реакции бактериальной люциферазы, не превышающая 20%, в отличие от биферментной системы (до 250%) и клеток морских бактерий (до 60%). Не наблюдали ингибирования биолюминесценции бактериальной люциферазы, в то время как биферментная система подавлялась при радиоактивностях трития, больших 10 Мбк/л. Не наблюдали зависимости эффекта трития от времени инкубирования НТО с ферментом люциферазой. Таким образом, простейшая биолюминесцентная реакция оказалась менее чувствительна к низкодозовому воздействию трития, чем сопряженная система ферментативных реакций и бактериальные клетки.

Литература:

- [1] М.А. Selivanova, О.А. Mogilnaya, G.A. Badun, G.A. Vydryakova, А.М. Kuznetsov, N.S. Kudryasheva. Effect of tritium on luminous marine bacteria and enzyme reactions. Journal of Environmental Radioactivity, 2013, V.130. - P. 19-25.

Расчет содержания гумуса по спутниковым и наземным спектрометрическим данным

*Д.В. Емельянов, науч. рук. д.т.н. А.П. Шевырногов
Институт биофизики СО РАН*

Содержание гумуса в почве является основным показателем ее плодородия, поэтому оценка его количества и состава необходима при проведении почвенно-экологического мониторинга и последующих агротехнических мероприятий по сохранению и восстановлению почвенного плодородия (В.А. Малышевский и др., 2013). Установлено, что значения коэффициента спектральной яркости в видимой и ближней инфракрасной областях спектра (0,4-1,4 мкм) хорошо коррелируют с концентрацией органического вещества в почве [1]. К настоящему времени известен ряд методов моделирования содержания гумуса в верхнем воздушно-сухом слое почвы по данным ДЗЗ с применением парных, множественных, линейных и нелинейных регрессий, но использование линейной множественной регрессии является наиболее простым в применении [2].

В данном исследовании используется моделирование содержания гумуса в верхнем пахотном слое почв по данным дистанционного зондирования земли (Sentinel-2, Spectral Evolution PSR-1100F).

Объектом исследования выбрано паровое поле, расположенное на территории Красноярского НИИСХ ФИЦ КНЦ СО РАН вблизи п. Миныно. Почва опытного парового участка представлена черноземом выщелоченным, маломощным слабогумусированным среднедеградированным тяжелосуглинистого гранулометрического состава.

На опытном поле произведен отбор 107 образцов (8 августа 2018 г.) для выполнения агрохимического анализа. Спутниковая информация подбиралась максимально синхронно с датой отбора почвенных проб. Наиболее приближенными к дате полевых исследования являются данные Sentinel-2 от 19 августа 2018г. с пространственным разрешением до 10м. Для верификации спутниковой информации проводилась наземная спектральная съемка спектрорадиометром Spectral Evolution PSR-1100F. Для построения модели использовались спектры отражения каналов Sentinel-2 с пространственным разрешением 10 и 20м.

Наземные измерения подтверждают спутниковую информацию. Коэффициент корреляции между каналами спутника и соответствующими диапазонами наземного спектрорадиометра составлял от 0,52 до 0,66.

Расчет и построение регрессионных моделей с использованием данных космической съемки и агрохимического анализа включал в себя предварительную обработку данных ДЗЗ, вычисление параметров регрессии и проверку адекватности полученной модели результатам наблюдений.

Множественный коэффициент корреляции составил 0,71, что говорит о высокой связи между измеренными и рассчитанными данными. Точность определения содержания гумуса в почве на данном поле $\pm 0,6\%$. Для уточнения полученных результатов требуется продолжение исследований на других полях данного хозяйства с отбором дополнительных образцов почв.

Использование данной методики дает возможность моделировать содержание гумуса в пахотном слое почвы, что позволит снизить количество агрохимических анализов. Полученная модель может использоваться для выравнивания плодородия почвы в конкретных условиях путем дифференцированного внесения органических удобрений.

Литература:

- [1] С. Л. Кравцов, Л. В. Орешкина, Оценка концентрации органических веществ в почве методом дистанционного зондирования Земли // Информатика, №4, 2009.
- [2] В. А. Малышевский, Ю. П. Федулов, Н. В. Островский, И. А. Лебедевский, Расчет содержания гумуса с использованием данных дистанционного зондирования // Научный журнал КубГАУ, №92(08), 2013.

Определение происхождения икры стерляди *Acipenser ruthenus*, Linnaeus, 1758 с помощью анализа состава биомаркерных жирных кислот

А.Е. Рудченко, науч. рук. д.б.н. Н.Н. Сущик

Институт биофизики СО РАН

Осетровые виды рыб, и стерлядь (*Acipenser ruthenus*, Linnaeus, 1758) в частности, являются одними из самых ценных представителей ихтиофауны. Однако численность популяций осетровых рыб в бассейнах российских рек снижалось с середины прошлого века из-за больших объемов вылова и загрязнения окружающей среды [1]. Восстановление популяций осетровых рыб затрудняется значительным браконьерским выловом, для добычи ценной икры этих видов. Для усиления контроля при не законной добыче и реализации икры осетровых рыб необходимо развивать методы идентификации аквакультурного и дикого происхождения рыбной продукции. Одним из таких методов может быть анализ состава и содержания жирных кислот (ЖК) в рыбной продукции. Целью данного исследования являлось изучение состава и содержания жирных кислот в икре стерляди из аквакультуры и природных местообитаний.

Для биохимических анализов отбирали икру (0,5 - 1 г) дикой популяции стерляди из реки Енисей, а также икру стерляди, выращенной на рыбоводных предприятиях Красноярского края. Часть икры засаливали для проверки влияния консервации на содержание ЖК в икре. Для экстракции липидов использовали метод Фолча в модификации. Анализ содержания ЖК проводили на газовом хроматографе, оснащённом масс-спектрометрическим детектором (модель 6890/5975С, «Agilent Technologies», США).

В икре стерляди р. Енисей было отмечено достоверно более высокое содержание биомаркерных ЖК, источниками которых были диатомовые водоросли (16:1n-7, 20:5n-3), цианобактерии и зеленые водоросли (18:3n-3, 16:3n-3), а также гетеротрофные бактерии (С15-17 разветвленные ЖК, 18:1n-7), присутствующие в цепях питания самок стерляди. В ЖК составе икры стерляди, выращенных в условиях аквакультуры, обнаружены достоверно более высокие уровни 18:1n-9, 18:2n-6, 18:3n-6, источниками которых являются растительные масла, содержащиеся в аквакультурных кормах в большом количестве [2,3]. Также были отмечены высокие уровни ЖК биомаркеров морских копепод (20:1 и 22:1). Изучение состава и содержания ЖК в соленой икре стерляди показало сходную динамику ЖК состава. Стоит отметить, что указанные отличия были выявлены как для относительного (% от суммы ЖК), так и для абсолютного (мг/г) содержания ЖК.

Таким образом, для идентификации аквакультурного происхождения икры осетровых видов рыб можно использовать ЖК биомаркеры растительных масел. Для икры пресноводных видов рыб, маркерами аквакультурного происхождения могут быть ЖК морских копепод, содержащиеся в аквакультурных кормах в большом количестве, но отсутствующие в организмах пресных водоемов. Свидетельством происхождения рыбной продукции из природных экосистем являются высокое содержание ЖК биомаркеров диатомовых водорослей и бактериопланктона. При этом, консервация икры (посол) не влияет на возможность использования указанных ЖК, как маркеров аквакультурного и дикого происхождения икры.

Литература:

- [1] Г.И. Рубан, Астраханский вестник экологического образования, №1 (31). 42-50. (2015).
- [2] M. Abaad, V.M. Tuset, D. Montero, A. Lombarte, J. L. Otero-Ferrer, R. Haroun, *Hydrobiologia*, V. 765, 343–358 (2016).
- [3] L. Rincon, P. L. Castro, B. Alvarez, M. D. Hernandez, A. Alvarez, A. Claret, L. Guerrero, R. Gines, *Aquaculture*, V. 451, 195–204 (2016).

Анализ ассоциаций полиморфизмов в генах CAT, PON2, NCL, HSPA1L, PCDH15 с риском развития профессиональной нейросенсорной тугоухости биолюминесцентным методом

А.Д. Юшкова, Е.Е. Башмакова, Л.А. Франк

Сибирский федеральный университет

Институт биофизики СО РАН

По данным Роспотребнадзора каждый пятый работающий подвергается воздействию производственного шума, и число ежегодно выявляемых случаев профессиональной нейросенсорной тугоухости растёт. Особое социальное значение проблемы связано с тем, что профессиональная тугоухость развивается в основном среди лиц трудоспособного возраста (42-49 лет) при стаже работы 10-14 лет и нередко ведет к инвалидизации. В этом аспекте задача выявления генетической предрасположенности к этому заболеванию является актуальной. Мишенями для выполнения данной задачи были выбраны однонуклеотидные полиморфизмы, для которых по литературным данным установлена достоверная ассоциация с нейросенсорной тугоухостью, вызванной шумом, в европейской и азиатской популяциях [1]: rs 494024 в гене каталазы (CAT) и rs 7785846 в гене параоксоназы-2 (PON2), входящих в группу белков окислительного стресса; rs 7598759 в гене нуклеолина (NCL), фосфопротеина, являющегося посредником антиапоптозного эффекта белков теплового шока; rs 2227956 в гене белка теплового шока (HSPA1L) и rs 7095441 в гене протокадгерина (PCDH15), одного из ключевых белков, вовлеченных в поддержание калиевого гомеостаза и формирование межклеточных контактов.

Полиморфизмы выявляли с помощью разработанного ранее биолюминесцентного способа выявления SNP, который включает три основных этапа: 1) реакцию ПЦР для синтеза ДНК фрагментов, фланкирующих полиморфный сайт; 2) реакцию удлинения аллель-специфичных праймеров (PEXT), несущих соответствующую якорную группу на 5'-конце (FAM – 6-карбоксихлорофлуоресцеин, или A₂₇ – олигоаденилат); 3) выявление продуктов PEXT-реакции с помощью твердофазного биолюминесцентного анализа. Критерием для определения генотипа является значение дискриминационного фактора D, равного соотношению биолюминесцентных сигналов репортеров, связанных с соответствующими аллелями гена. Значения D для разных генотипов отличались более чем на порядок, что определяет достоверность проведенного анализа.

В исследовании принимали участие проанкетированные и аудиометрически обследованные 288 человек, работающих в цеху. Показано, что в исследуемых группах выбранные однонуклеотидные замены rs 7785846 в гене PON2, rs 7598759 в гене NCL, rs 2227956 в гене HSPA1L и rs 7095441 в гене PCDH15 не ассоциированы с риском развития профессиональной нейросенсорной тугоухости. Для SNP rs 494024 в гене CAT, а также одновременного носительства исследуемых полиморфизмов в генах CAT и NCL обнаружена ассоциация с риском развития нарушения слуха для работников, имеющих стаж от 5 до 16 лет в условиях повышенного шума.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ, Правительства Красноярского края, Красноярского краевого фонда поддержки научной и научно-технической деятельности (проект № 16-44-242097).

Литература:

[1] В.В. Красицкая, Е.Е. Башмакова, К.Г. Добрецов и др., Генетические аспекты проф. нейросенсорной тугоухости. Вестник оториноларингологии. 82, 5 (2017).

Диатомовые водоросли как индикатор состояния озера Заповедное (Эвенкия, Россия) в прошлом

Г.Н. Болобанищикова, Д.Ю. Rogozin

Институт биофизики СО РАН

Сибирский федеральный университет

Одним из основных биоиндикаторов долговременных изменений, происходивших в водоёме, являются диатомовые водоросли. В марте 2015 г. и в июне 2018 г. были получены керны донных отложений ранее неизученного озера Заповедное и проанализированы на видовой состав диатомей. Результаты показали, что видовой состав диатомей в танатоценозе озера Заповедное очень богат и разнообразен - в донных осадках обнаружено порядка 160 таксонов. Всплески численности видов *Lindavia lemanensis* (Chodat) T.Nakov et al. и *Discostella stelligera* (Cleve and Grunow) Houk and Kle, которым предшествует увеличение численности *Epithemia* sp., находящейся в симбиотических отношениях с цианобактериями, может свидетельствовать об увеличении поступления в водоём биогенного вещества – N и P. От доступности этих элементов зависит численность *Cyclotella sensu lato* [1]. Это и другие количественные изменения доминирующих диатомей в толще керна могут указывать на неоднократные изменения состояния озера в прошлом.

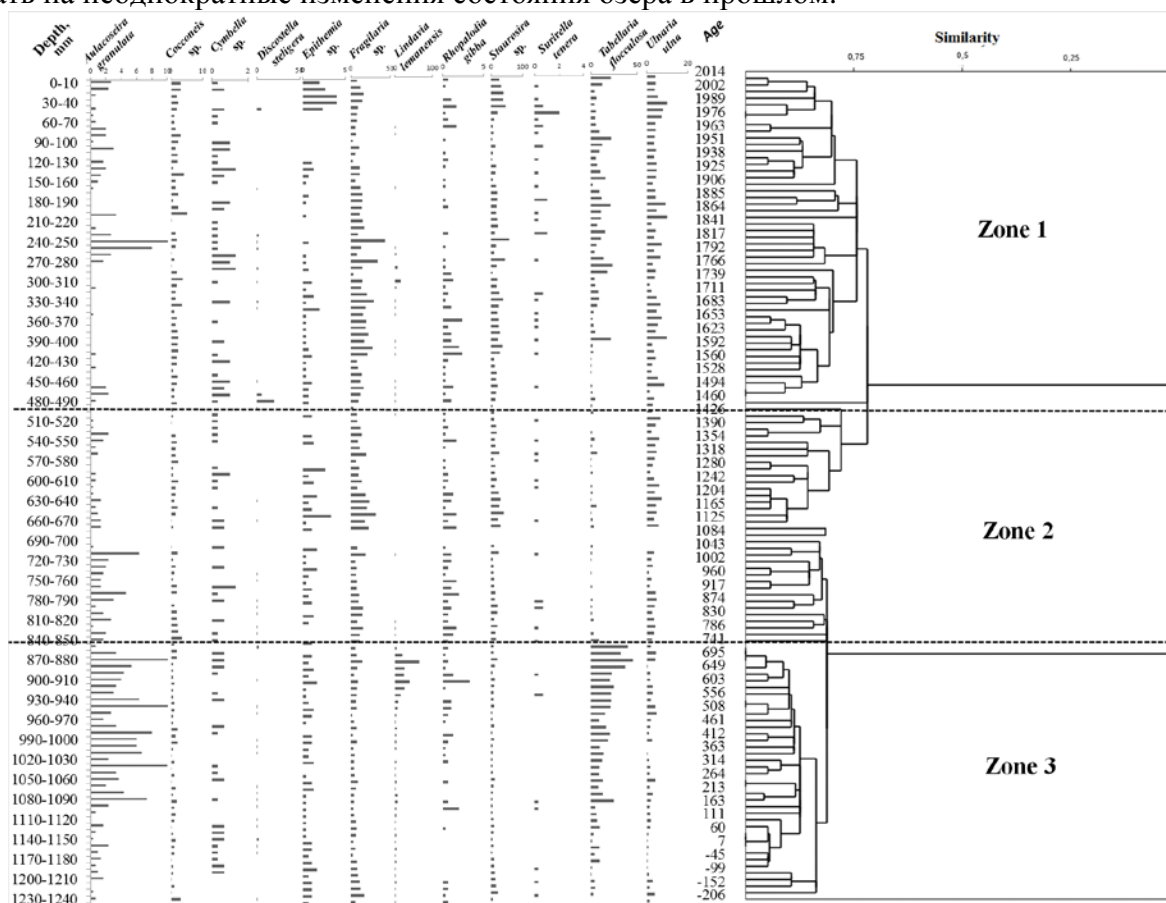


Рис. 1. Распределение доминирующих видов диатомей в толще донных отложений озера Заповедное.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 19-04-00320).

Литература:

- [1] Saros J.E., Anderson N.J. (2015) The ecology of the planktonic diatom *Cyclotella* and its implications for global environmental change studies // *Biological Reviews* (90): 522–541.

Материалы для упаковки на основе биоразрушаемого поли-3-гидроксibuтирата и пластификатора

*Н. Л. Ертилецкая, науч. рук. к.б.н. А.А. Шумилова
Сибирский федеральный университет*

С распространением пластика для потребительского использования с середины XX в человечество столкнулось с проблемой утилизации пластиковых отходов [2]. В связи с этим в настоящее время идет поиск новых решений проблемы загрязнения окружающей среды пластиковыми отходами и одним из главных направлений в ее решении стала разработка биоразлагаемых пластиков, срок разложения которых, по сравнению с традиционным пластиком, уменьшился бы в разы. Одними из наиболее перспективных материалов в этой области являются полигидроксиалканоаты (ПГА) – термопластичные разрушаемые линейные полиэфиры микробиологического происхождения, получаемые методом прямой ферментации [1]. Наиболее охарактеризованным и распространенным среди ПГА является поли-3-гидроксibuтират (ПЗГБ). Однако пленки, получаемые из П(ЗГБ), получаются жесткими и хрупкими, что отражается на их механических свойствах и является существенным недостатком для их использования в качестве упаковки.

В связи с вышеизложенным, цель данной работы – получить и исследовать серию образцов полимерных пленок с различным процентным содержанием пластификатора.

В качестве объектов исследования были выбраны пластификатор триацетин (ТАГ) (Acros Organics, Германия) и П(ЗГБ) ($M_n = 616$ кДа, $K_d = 2,40$). Полимерные пленки получали методом полива разогретого до $50\text{ }^\circ\text{C}$ 2 %-ного раствора П(ЗГБ) в хлороформе на обезжиренную поверхность чашек Петри, предварительно добавив в него необходимый объем ТАГ (17.4 мкл к 285 мг, 34.8 мкл к 270 мг, 69.6 мкл к 240 мг и 104.4 мкл к 210 мг полимера). Пленки высушивали в беспылевом боксе-ламинаре в течение 48 часов с целью испарения растворителя

Получена серия пленочных матриц на основе биоразрушаемого гомополимера и пластификатора. Установлено, что с добавлением пластификатора ТАГ в П(ЗГБ) его свойства приближаются к таковым традиционных полимеров. Это подтверждено данными ДСК и физико-механических исследований: температура кристаллизации уменьшилась с $113,7$ до $94,5\text{ }^\circ\text{C}$; удлинение при разрыве выросло с $2,89$ до $28,13$ % с уменьшением предела прочности с $17,6$ до $9,7$ МПа. Также было отмечено, что с включением ТАГ в состав происходит падение значения краевого угла смачивания водой с $89,8$ до 71 °, что свидетельствует об увеличении гидрофильности полученных пленок. Деградация полученных образцов исследована в течении 28 суток в образцах черноземной почвы тяжелосуглинистого гранулометрического состава. По окончании эксперимента максимальная убыль зарегистрирована для пленок с содержанием ТАГ 29 % и составила 83,8 %, в то время как для пленок из ПЗГБ - 64,3 % от исходного веса.

Использование пластификаторов может существенно облегчить переработку и свойства биоразлагаемых полимеров, тем самым позволяя сделать большой шаг навстречу решению проблемы загрязнения окружающей среды пластиком.

Литература:

- [1] Волова Т. Г., Севастьянов В. И., Шишацкая Е. И. Полиоксиалканоаты (ПОА) —биоразрушаемые полимеры для медицины. Новосибирск: СО РАН, 2003.
- [2] Шкляев В.М., Патракеева С. Д., Борисова Е. А. Пластик - основной источник загрязнения окружающей среды // Сборник материалов IV Международной научно – практической конференции "Научно-технический прогресс: актуальные и перспективные направления будущего". Кемерово, 2016.