



Наука в Сибири

Газета Сибирского отделения Российской академии наук • Издается с 1961 года • 12 ноября 2020 года • № 44 (3255) • 12+

БНЗТ: поиски таргетных борсодержающих препаратов



Читайте на стр. 4–5

Новость

В Новосибирске предложен быстрый способ выявления гриппа А и коронавируса

Ученые из Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН разработали комбинированный метод детекции РНК гриппа H1N1 и SARS-CoV-2. Он значительно быстрее, чем ПЦР, проводится при невысокой температуре и не требует дорогостоящего сложного оборудования.

Сегодня известно множество заболеваний, вызванных вирусными инфекциями. Более 90 % из них вызваны РНК-содержащими вирусами. Самые известные представители – грипп А, вызывающий сезонную заболеваемость в России и в мире, и коронавирус SARS-CoV-2, вызвавший пандемию Covid-19 в 2020 году.

Если вирус своевременно не выявить и не принять меры, заболевания могут привести к осложнениям в разных системах органов и даже к смерти. В связи с этим возникает необходимость в применении как можно более быстрых диагностических методов еще во время инкубационного периода, чтобы предотвратить передачу заболевания и вовремя начать лечение.

Один из методов выявления – полимеразная цепная реакция (ПЦР). Его модификация, ПЦР в режиме реального времени, которая используется сейчас повсеместно, не позволяет получить

результат менее чем за 1,5–3 часа диагностики и предполагает использование дорогостоящего оборудования. В то же время методы изотермической амплификации не требуют сложных установок и позволяют провести анализ при 37 °С за час с учетом пробоподготовки.

Одним из видов изотермической амплификации является NASBA (Nucleic Acid Sequence-Based Amplification). Он позволяет многократно увеличивать концентрацию разнообразных молекул РНК и эффективен для подтверждения (или исключения) наличия возбудителя в спорных случаях, когда возбудителя в биологической жидкости настолько мало, что ПЦР не может его обнаружить. NASBA может быть использован для обнаружения возбудителя инфекции в тех случаях, когда воспалительный процесс протекает бессимптомно или латентно.

Сотрудники лаборатории геномного редактирования ИХБФМ СО РАН разработали комбинацию NASBA и Cas13a-опосредованной интерференции. Белок Cas13a специализируется на специфическом узнавании и расщеплении определенных фрагментов РНК. Достоверность метода была подтверждена на фрагментах РНК вируса гриппа А и коронавируса. «Детекция состоит из двух этапов: первый – изотермическая амплификация

NASBA – позволяет получить огромную концентрацию фрагмента РНК вируса, а второй – подтвердить, что это именно тот самый фрагмент, расщепить его и получить детектируемый сигнал. При этом детектируемый сигнал возникает за счет неспецифической активности белка, запускаемой после расщепления целевого фрагмента. В реакции есть специально подобранная сторона РНК, меченная органическим соединением – флюорофором. При ее расщеплении и возникает тот самый специфический сигнал (свечение) пробирки, содержащей вирусную РНК», – рассказывает младший научный сотрудник лаборатории геномного редактирования ИХБФМ СО РАН **Денис Николаевич Антропов**.

Улучшенный метод имеет преимущества перед ПЦР. «Требуется меньше времени на реакцию, не нужна сложная специализированная техника, создающая температурные циклы, – все процессы протекают при одной и той же температуре. Это качественный способ выявить вирус», – добавляет Денис Антропов.

Доклад на тему «Разработка методов детекции РНК гриппа А и коронавируса» был представлен на секции «Вирусология» научной конференции форума OpenBio-2020.

Новость

Где перспективно искать нефть?

Специалисты Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН определили перспективные направления развития добычи углеводородного сырья в Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции.

Как отмечает ведущий научный сотрудник лаборатории математического моделирования природных нефтегазовых систем ИНГГ СО РАН кандидат геолого-минералогических наук **Валерий Александрович Казаненков**, неравномерность геологической изученности территории позволяет выделить три основных перспективных направления добычи нефти и газа в Арктике.

Первое связано с поиском новых залежей и месторождений углеводородов в практически не развитых в инфраструктурном плане и слабоизученных глубоким бурением арктических районах Западной Сибири, к которым в настоящее время относятся территории Гыданской и Енисей-Хатангской нефтегазоносных областей, а также акватория южной части Карского моря с Обской и Тазовской губами. О высоких перспективах этого направления свидетельствуют открытия новых месторождений последних трех лет.

Второе направление связано с доизучением глубоководных комплексов нижней и средней юры, доюрского основания и сложнопостроенной ачимовской толщи нижнего мела в северных и центральных районах внутренней области провинции. Кроме того, в центральных районах Западной Сибири, в первую очередь на территории Ханты-Мансийского автономного округа – Югры, значительные ресурсы нефти содержатся в баженовской свите (сланцевая нефть).

Третье включает доизучение приобортовых зон юрско-мелового осадочного бассейна в пределах мегамоноклиз Внешнего пояса Западно-Сибирской нефтегазоносной провинции. По словам Валерия Казаненкова, в рамках этого направления можно рассматривать доизучение верхнепротерозойско-палеозойского Преденейского осадочного бассейна на юго-востоке Западной Сибири.

Ученые ИНГГ СО РАН прогнозируют, что доразведка и ввод в эксплуатацию уже открытых месторождений в пределах центральной и северной частей Гыданского полуострова, Енисей-Хатангского регионального прогиба, а также акватории южной части Карского моря с Обской и Тазовской губами позволит обеспечить добычу преимущественно природного газа на уровне до 100 млн м³ в год, а с учетом открытия новых месторождений ежегодная добыча природного газа может превысить 150 млн м³.

Пресс-служба ИНГГ СО РАН

Сибирские ученые исследуют способы лечения Т-клеточных лимфом

Ученые Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН создали химерный антигенный рецептор для уничтожения раковых Т-клеток.

Онкологические заболевания Т-клеточного происхождения — небольшая часть болезней крови, их сложно вылечить, и многие пациенты умирают в течение трех лет после постановки диагноза. Перспективный метод лечения Т-клеточных лимфом — это иммунотерапия Т- или НК-клетками с химерными антигенными рецепторами (chimeric antigen receptor, или CAR). «При стандартной CAR-T-терапии у пациента берется образец крови, затем из него выделяют Т-клетки, которые генетически модифицируют так, чтобы они смогли специфически узнавать опухолевые клетки. Полученные таким образом CAR-T-клетки размножают и вводят обратно в организм пациента, где они и уничтожают злокачественные клетки-мишени. Так в общих чертах происходит CAR-T-клеточная терапия онкологических заболеваний В-клеточного происхождения, когда В-лимфоциты становятся раковыми», — рассказала студентка факультета естественных наук Новосибирского государственного университета, сотрудница лаборатории иммуногенетики ИМКБ СО РАН **Анна Алексеевна Юрина**.

Поверхностный белок CD5 — одна из наиболее привлекательных мишеней, присутствующих на поверхности злокачественных Т-клеток. Однако проблема в том, что белок CD5 присутствует и на нормальных Т-лимфоцитах, и на CAR-T-лимфоцитах. Таким образом, если сделать клетки, нацеленные против CD5, то они просто уничтожат друг друга. Чтобы преодолеть это ограничение, ученые предложили использовать в качестве носите-

лей CAR не Т-клетки, а НК-клетки. «При таком методе CAR-NK-клетки будут всё так же нацелены на опухолевые Т-лимфоциты, и при этом не будут уничтожать друг друга, так как у НК-клеток нет белка CD5 на поверхности», — отметила исследовательница.

Специалисты создали две версии CAR и экспрессировали их в НК-подобных клетках. «Заранее нельзя сказать, какой из вариантов окажется оптимальным. Поэтому мы разработали сразу два варианта и сравнили их активность *in vitro*», — поясняет Анна Юрина. Принцип действия заключается в том, что взаимодействие CAR с мишенью запускает активацию Т-лимфоцитов или НК-клеток и уничтожение злокачественных клеток. «Так как CD5 есть помимо опухолевых Т-клеток и на нормальных Т-клетках, CAR-NK-клетки против CD5 будут уничтожать и здоровые Т-клетки, без которых люди некоторое время могут прожить», — прокомментировала Анна Юрина. — Суть такого подхода не в излечивании от однократного введения CAR-NK-клеток, а в снижении опухолевой нагрузки перед трансплантацией костного мозга. Кроме того, можно использовать ингибиторы активности CAR-NK-клеток, которые могут в нужный момент их блокировать, чтобы не навредить больному».

В дальнейших планах ученых — проверить цитотоксическую активность CAR-NK-клеток в отношении CD5-позитивных раковых клеток и изучить их терапевтические свойства на мышиных моделях.

Доклад об исследовании был сделан на секции «Молекулярная биология» научной конференции форума OpenBio-2020.



Клеточные технологии помогают в лечении трофических язв

Ученые и врачи НИИ клинической и экспериментальной лимфологии — филиала ФИЦ «Институт цитологии и генетики СО РАН» получили обнадеживающие результаты в ходе исследований в области использования клеточных технологий в заживлении трофических язв.

Трофические язвы нижних конечностей — одно из распространенных последствий сахарного диабета. Они почти не поддаются заживлению, и часто их развитие приводит к самым печальным последствиям, включая ампутацию и смерть. Причиной возникновения язв может быть и варикозное расширение вен, гипертоническая болезнь, атеросклероз, и ряд других заболеваний. Именно поэтому в числе актуальных задач современной науки и медицины — поиск эффективных способов заживления трофических язв. Одним из перспективных путей ее решения считают клеточные технологии.

Изначально в НИИКЭЛ велась работа со стволовыми/прогениторными клетками костного мозга, а также продуктами их секреции.

«Наше исследование показало эффективность использования этого биомедицинского клеточного продукта при лечении критической ишемии нижних конечностей, которая часто становится источником образования трофических язв у пациента», — рассказал ведущий научный сотрудник ФИЦ ИЦИГ СО РАН кандидат медицинских наук **Александр Петрович Лыков**.

Главным барьером к широкому внедрению этого способа лечения являются высокая стоимость и сложные условия получения самого клеточного продукта. Поэтому ученые исследовали возможность использования другого ресурса —

аутологичной плазмы пациентов, обогащенной тромбоцитами. Этот способ был модифицирован сотрудниками лаборатории клеточных технологий института под руководством доктора медицинских наук **Ольги Владимировны Повещенко** и уже применяется в лечении пациентов клиники НИИКЭЛ. Сущность заключается в получении биологически активных веществ, содержащихся в гранулах тромбоцитов, циклами заморозки/разморозки концентрата тромбоцитов больных в небольшом объеме аутологичной плазмы (1–3 мл). Затем его осаждают и фильтруют от обломков тромбоцитов, и только после этого смешивают с остальной частью плазмы. Полученный продукт фасуют по стерильным флаконам, часть плазмы используется в день приготовления, остальное хранят в замороженном виде и применяют в дальнейшем согласно схеме лечения.

«Эффективность такого способа лечения достигает 80–90 %, это достаточно высокий процент, чтобы считать его перспективным», — отметил Александр Лыков.

Также исследователям удалось установить вероятные причины, по которым у ряда пациентов не удалось добиться полного заживления язв. Чаще всего такой результат наблюдается у больных с сахарным диабетом и связан со снижением функциональной активности их фибробластов. Тем не менее широкое внедрение такого способа лечения трофических язв нижних конечностей любого генеза может улучшить качество жизни больных, сократить финансовые затраты и снизить риск ампутаций и смертности, считают ученые.

Пресс-служба ФИЦ ИЦИГ СО РАН

Спутниковые снимки показали, что влияет на землепользование в Сибири и на Дальнем Востоке

Международный коллектив ученых использовал спутниковые снимки, чтобы оценить изменения в характере землепользования в Сибири и на Дальнем Востоке с 1975-го по 2010 год. Наиболее очевидный тренд — увеличение количества дорог, особенно в удаленных местах. Авторы связывают развитие сети второстепенных дорог с коммерческой вырубкой и транспортировкой леса. Данные показывают, что лесные пожары — основная причина изменений типа землепользования, однако лесозаготовки также вносят существенный вклад в облик территорий. Исследование опубликовано в журнале *Environmental Research Letters*.

Сибирь и Дальний Восток занимают примерно одну десятую часть суши на планете. Эта богатая полезными ископаемыми, большей частью покрытая лесами и мерзлотой территория крайне важна как источник экономических и экологических благ. Несмотря на низкую плотность населения, влияние человеческого фактора на Сибирь и Дальний Восток ощутимо. Однако его не так легко оценить, локальные проблемы могут теряться в огромных масштабах.

Достаточно простым показателем, который отражает нарушенность территории, является тип землепользования. Обработка спутниковых снимков позволяет классифицировать характер использования земель, выделять поселения и дороги, зоны лесозаготовок,

гары, нетронутые экосистемы. Один из плюсов спутниковой информации — временные ряды наблюдений за планетой. Значит, можно не просто посмотреть, как используется территория в настоящее время, но и сравнить текущее состояние с прошлым.

Коллектив ученых из США, Финляндии и России, в состав которого входит исследователь из ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН», с помощью спутниковой информации оценил изменения, связанные с использованием человеком территорий Сибири и Дальнего Востока, которые произошли с 1975-го по 2010 год. Исследователи выделили несколько областей для разных регионов закономерностей. Самой явной стало увеличение количества дорог. Причем это произошло не за счет крупных автострад, связывающих поселения или районы с плотным населением. Наибольший рост сети второстепенных дорог наблюдается в удаленных от жилья лесных регионах Дальнего Востока. Предположительно, это связано со строительством постоянных или временных дорог для транспортировки древесины из мест лесозаготовок, включая незаконные рубки.

Ученые также сравнили воздействие пожаров и лесозаготовок на ряд территорий. Пожары были главным фактором, который существенно изменял облик лесов за прошедшие годы. Однако для некоторых районов, например Томской области и Красноярского края, территории,

попавшие под вырубку, были сравнимы по площади с выгоревшими.

Для исследования специалисты использовали космические снимки, полученные в рамках программы Landsat. Это наиболее продолжительный проект по сбору спутниковых изображений Земли. Первый из спутников был запущен еще в 1972 году. За все годы в рамках программы в космос было отправлено восемь спутников, снимки с которых доступны ученым всего мира для решения различных задач.

Оценить изменения, произошедшие за 35 лет на каждом квадратном километре огромной территории, задача нетривиальная. Исследователи выбрали для анализа восемь модельных участков, расположенных в Томской, Иркутской и Амурской областях, Красноярском, Забайкальском, Хабаровском и Приморском краях. Площадь каждого участка — чуть больше 30 000 квадратных километров. Безусловно, в сумме они занимают незначительную площадь по сравнению с масштабами территории. В то же время — это показательные полигоны, расположенные в зоне активного освоения земель человеком.

После того как ученые собрали спутниковые изображения выбранных территорий за весь период времени, были использованы различные алгоритмы их обработки. Анализ спутниковой информации — отдельная и трудоемкая задача. Специалисты применяли несколько подходов, сравнивая изображения в различ-

ных спектральных диапазонах и используя векторные карты, чтобы добиться наиболее точной классификации типов подстилающей поверхности.

«В нашем анализе мы охватили период интенсивного роста советской экономики, распад Советского Союза, депрессию 1990-х и последующий экономический подъем России. В советское время наблюдались взаимосвязанные изменения площади поселений, сельскохозяйственных земель и сети дорог. В 1990-е годы и начале текущего столетия эти процессы слабо связаны. Площадь поселений практически не меняется, сельскохозяйственных земель даже снижается, тогда как временная дорожная сеть растет и заходит в удаленные районы», — рассказывает о результатах исследования один из авторов заведующий лабораторией мониторинга леса Института леса им. В. Н. Сукачёва СО РАН профессор Сибирского федерального университета, доктор биологических наук **Вячеслав Иванович Харук**.

Космические снимки с более высоким разрешением, расширение временного ряда снимков и частоты съемки, а также более сложные алгоритмы обработки изображений могут быть использованы как для уточнения многих ключевых вопросов, так и для увеличения охвата территории Сибири и Дальнего Востока.

Группа научных коммуникаций
ФИЦ КНЦ СО РАН

«Мы наступаем на те же грабли»

Недостатки недавно принятой Стратегии развития Арктической зоны РФ до 2035 года комментирует заместитель председателя Сибирского отделения РАН академик Николай Петрович Похиленко.



Николай Похиленко

«Да, именно недостатки. Документ, при всей его внешней востребованности и масштабности, не оправдал наших ожиданий. Начну с того, что Стратегия предусматривает очень длительный период, фактически до 2030 года, отвести на формирование комфортной для потенциальных инвесторов нормативной базы. Которая, в свою очередь, нацелена на освоение имеющихся и уже поставленных на баланс запасов полезных ископаемых. Если потенциала Томторского месторождения руд редких и редкоземельных металлов, а также попигайских импактных алмазов хватит на столетия вперед, то со всеми остальными источниками сырья ситуация совсем другая.

Подходят к концу разведанные запасы золота, что уже сегодня сказывается на его добыче. Так, прогноз на суммарную добычу металла на 2017-й и 2018 год в Магаданской области давал объем в 86 тонн, а в реальности вышло только 69. Такая ситуация наблюдается из года в год, причем и на Чукотке тоже – 70 и 42 тонны, соответственно, если говорить именно об Арктических регионах. Там нет новых крупных экономически привлекательных объектов, более или менее готовых для масштабного промышленного освоения, а значит, интересных для потенциальных инвесторов. Упомянутый выше Томтор, кстати, тоже недоисследован. Относительно понятны запасы его центральной части (месторождения Буранное, Северное и Южное), а периферия и соседние территории требуют дальнейшей геолого-геофизической проработки. Предваряя вопрос о востребованности российского золота, замечу, что при некоторой волатильности мировых цен этот металл остается основой для национальных и мировых валютно-финансовых систем; потребность в нем возрастает также в связи с развитием микро- и наноэлектроники и других высокотехнологичных отраслей.

Схожая ситуация с добычей ювелирных и технических алмазов в Якутии. Мы с коллегами выступали с предложениями о поиске участков, перспективных для обнаружения новых коренных месторождений в арктических районах Сибирской платформы. Однако в Стратегии упоминаются всего три якутских улуса (района) в связи с добычей исключительно россыпных алмазов, но их запасы истощаются уже сегодня. Компания «Алмазы Анабара», с деятельностью которой я хорошо знаком, в связи с истощением алмазоносных песков постепенно начинает переходить на россыпное золото и платину. По моему прогнозу, к 2030 году добыча россыпных алмазов в Арктической зоне РФ сократится не менее чем

в три раза. При этом сегодняшнее сокращение спроса на камни ювелирного класса связано исключительно с экономическим кризисом, вызванным пандемией. Она рано или поздно пройдет, и фраза Diamond is forever снова станет актуальной. Правда, в ювелирной промышленности намечается замещение природного сырья искусственными кристаллами, в чем хорошо продвинулся Китай, но такие бриллианты заведомо дешевле.

Поскольку россыпные источники алмазов иссякаемы, то ставку следует делать на коренные. Это кимберлитовые трубки, вертикально прорывающие толщи более древних пород. В Арктической зоне Якутии таких трубок найдено много сотен, но их возраст относится к мезозойскому времени, и они либо пустые, либо содержат малоощутимые количества алмазов. Но есть признаки нахождения на тех же территориях более древних, среднепалеозойских трубок с возрастом примерно 370 миллионов лет, аналогичных «Удачной» и «Миру» и содержащих значительные объемы крупных дорогих алмазов. Такие источники нелегко найти, поскольку они перекрыты пермскими осадочными породами мощностью 30–40 метров. Однако у нас есть методики и опыт успешного поиска именно таких трубок. Но поиск коренных источников алмазов в Стратегию развития Арктической зоны РФ не включен, там обозначены только иссякающие россыпи.

Еще один серьезный недостаток Стратегии заключается в том, что все проекты и объекты, кроме Севморпути, имеют строгую привязку к тому или иному субъекту Федерации. Между тем и я, и академик Валерий Анатольевич Крюков, и другие ученые считают, что развитие Арктики принесет меньше издержек при создании межрегиональных территориальных комплексов – таких, например, как Лено-Хатангский, охватывающий районы Красноярского края и Республики Саха (Якутия). В этот большой ареал входят и Попигайская астроблема, и Уджинское поднятие, включающее Томтор. Вокруг последнего мы видим еще как минимум четыре массива, схожих с ним с геологической точки зрения. С учетом разведанных запасов одного Томтора Уджинское поднятие может оказаться уникальной глобальной кладовой редких и редкоземельных металлов, спрос на которые год за годом нарастает в связи с прогрессом IT и других современных высоких технологий. И не только этих металлов. Откуда взялось значительное количество золота и платины, которые намывались вместе с алмазами компанией «Алмазы Анабара»? Есть гипотеза, что из массивов, где берут истоки

арктические реки – анабарские притоки. По крайней мере, наши коллеги из якутского Института геологии алмазов и благородных металлов СО РАН исследовали маленькие самородочки и находили в них включения щелочных минералов, характерных для пород периферийных частей Томторского массива.

То есть мы имеем очень перспективную территорию, относящуюся сразу к двум субъектам Федерации, – осваивать ее следует комплексно, создавая единую инфраструктуру. Морскими воротами мог бы стать порт Урунг-Хая в устье Анабара, способный принимать суда ледового класса. Развивать пока что небольшой, на семь порталных кранов, Урунг-Хая следовало бы не только Якутии, но и Красноярскому краю, с учетом множественности перспектив использования этого погрузочно-разгрузочного узла. То же касается энергетики: на территории обоих субъектов есть перспектива открытия небольших нефтегазовых месторождений и, как следствие, использования компактных газотурбинных и тепловых установок. На общей инфраструктуре Лено-Хатангского комплекса можно было бы добиться огромной экономии. Но в Стратегии развития Арктической зоны РФ межрегиональное взаимодействие никак не прописано.

Сухопутную же логистику мы предлагали строить из расчета на создание продуктов с высокой добавленной стоимостью – например, редкоземельных металлов с максимальной степенью чистоты. Это возможно при условии промышленного обогащения по методам, разработанным в красноярском Институте химии и химических технологий СО РАН (реализация которых планировалась на химкомбинате в Красноярске-26), и дальнейшей очистке, успешная практика которой принадлежит Новосибирскому заводу химконцентратов (НЗХК, входит в структуру Росатома). Для примера: скандий чистоты 99,9 % стоит 1500 долларов за килограмм, а при достижении 99,999 % цена возрастает ровно вдесятеро. На НЗХК добывались именно такого показателя.

Однако компания «Восток Инжиниринг», начавшая разработку центральной части Томтора, готовится лишь к первичной переработке сложных томторских руд с экспортом полуфабриката в Китай, где из смеси получают отдельные чистые металлы для высокотехнологичных производств. К сожалению, Стратегия развития Арктической зоны РФ констатирует эту крайне невыгодную для России ситуацию: в документе нет ни слова о цепочках полного цикла по выпуску высокомаржинальной продукции на нашей территории. Мы снова наступаем

на те же грабли: планируем добычу сырья и его экспорт переработанным либо на первых стадиях передела, – точно так же, как это происходит с лесом, углем и другими богатствами Сибири.

В Стратегии немало написано про инвестиционную привлекательность и создание льготных режимов для инвесторов, но полностью обойден вниманием главный магнит для вложения средств: новые объекты с определенной готовностью и объективно оцененной экономической привлекательностью их освоения. Будем реалистами: в Арктике и сегодня, и завтра это объекты добывающей промышленности. В чистой неразведанной тундре налоговые льготы и прочие преференции никому не интересны – интересна доказанная перспектива получения экономического эффекта, причем перспектива быстрая, порядка пяти лет. А в Стратегии первые пять лет ее реализации отведены... на подготовку нормативной базы, в том числе и по стимулированию инвестиций на Севере. То есть они автоматически откладываются на гораздо более далекую перспективу, поскольку льготы сами по себе прибыли не приносят: в условиях Арктики ее извлекают из глубокой переработки сырья. Если есть крупное месторождение золота с десятью граммами на тонну или трубка с двумя-тремя каратами дорогих (от 250 долларов за карат) алмазов на ту же массу породы – капитал пойдет его осваивать независимо от наличия или отсутствия преференций.

Если резюмировать, то основные изъяны Стратегии развития Арктической зоны РФ таковы:

- Предусмотренное Стратегией создание нормативной базы предваряет – и очень надолго, на десятилетие! – научное и промышленное освоение Арктики, а не синхронизировано с ним.
- Документ не предусматривает опережающих действий по расширению сырьевой базы на перспективу, что является основным стимулом для инвестиций в Арктику.
- Не предусмотрено макрорегиональное и межрегиональное взаимодействие, создание крупных промышленных районов, экономически стабильных на долгосрочную перспективу.
- И главное: Стратегия не нацелена на создание на российской территории цепочек полного цикла переработки добываемого в Арктике сырья и производства продукции с высокой добавленной стоимостью».

Подготовил Андрей Соболевский
Фото Александры Федосеевой
и из открытых источников



БНЗТ: поиски таргетных борсодержащих препаратов

В Институте химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН ученые продолжают поиски препаратов адресной доставки изотопа бора в опухолевые клетки для бор-нейтронозахватной терапии (БНЗТ). Специалисты нескольких научных лабораторий, работающих над этой темой, рассказали о текущем состоянии разработок и о ближайших планах.



Майя Дымова



Владимир Сильников



Дарья Новопашина



Мария Воробьева

В Институте ядерной физики имени Г. И. Будкера СО РАН был создан ускорительный источник нейтронов для БНЗТ, который формирует пучок частиц определенной мощности и направляет его на опухолевую ткань. Однако одной такой установки для реализации данного метода недостаточно. Перед облучением пациента необходимо, чтобы опухоль содержала изотоп бора – бор-10 – в количестве, достаточном для эффективного проведения реакции ядерного распада этого изотопа.

Два борсодержащих препарата – борфенилаланин и боркапнат натрия – уже давно используются для доставки бора в опухолевую ткань, например в Японии, Швеции, Финляндии, США, Китае и других странах. Чтобы реакция БНЗТ прошла эффективно и раковые клетки погибли, необходимо 20 миллиграммов изотопа бора на один грамм злокачественной ткани. В то же время некоторое количество борсодержащих препаратов может попасть и в здоровые ткани, что приводит к их повреждению. Таким образом, основная задача – создать препарат, который будет адресно доставлять изотоп бора в клетки опухоли. На данный момент разработкой новых таргетных препаратов для БНЗТ в ИХБФМ СО РАН занимаются несколько лабораторий: биотехнологии, химии РНК и органического синтеза.

В лаборатории биотехнологии ИХБФМ СО РАН специалисты тестируют борсодержащие таргетные молекулы – соединения, которые могут специфически связываться с опухолью и доставлять бор в клетки. Эта работа требует времени, и пока говорить о том, что удалось создать какой-либо препарат, нельзя. «На настоящем этапе мы исследуем специфичность

нескольких кандидатных молекул в отношении опухоли, изучаем их проникновение в опухолевые клетки и характер внутриклеточного распределения. Таргетное соединение, показавшее наибольшую эффективность, будет предложено для доклинических испытаний», – поясняет научный сотрудник лаборатории биотехнологии кандидат биологических наук **Майя Александровна Дымова**. «Для более глубокого понимания данной темы можно почитать наш обзор Bor on neutron capture therapy: Current status and future perspectives в журнале Cancer Communications, посвященный основам метода, текущему состоянию исследований, клиническим испытаниям метода БНЗТ, а также перспективам его развития».

Необходимо отметить, что при проведении БНЗТ очень важно знать полную дозу облучения, которая складывается из нескольких составляющих: борной, азотной, дозы быстрых нейтронов и дозы от гамма-излучения. Вклад трех последних составляющих – небольшой, к примеру, энергия γ -квантов составляет около 17 % всей выделяющейся энергии, но средний пробег γ -излучения в биологической ткани большой – 40 см, что обуславливает токсические эффекты в отношении здоровых тканей. Таким образом, помимо разработки новых таргетных борсодержащих препаратов, ученые должны определить вклад каждого компонента дозы, чтобы при клинических испытаниях уметь минимизировать токсический эффект от любой из составляющих общей дозы облучения. Для оценки вклада различных составляющих облучения в общую дозу, полученную при БНЗТ, сотрудники ИЯФ и ИХБФМ СО РАН исследуют влияние различных типов излучения на жизнеспособность клеток

и изменяют условия облучения, сводя к минимуму токсические эффекты для живых клеток.

В лаборатории органического синтеза ИХБФМ СО РАН для БНЗТ предлагают использовать тераностик на основе молекул альбумина – препараты, позволяющие объединить терапию и диагностику.

Для транспортирования лекарства и его визуализации ученые применяют альбумин – основной белок в крови человека. Дело в том, что, когда опухолевые клетки интенсивно делятся, им нужны аминокислоты, источником которых служит в том числе альбумин. «Есть специальные рецепторы, которые обеспечивают его проникновение в опухолевые ткани. Если мы к этому белку присоединим терапевтический и визуализирующий препараты (например, борсодержащую молекулу и флуоресцентный краситель), то за счет природного механизма поглощения альбумина опухолевыми клетками будет возможно доставлять к ним средства обоих типов», – говорит заведующий лабораторией органического синтеза ИХБФМ СО РАН доктор химических наук **Владимир Николаевич Сильников**.

Для бор-нейтронозахватной терапии специалисты предлагают, помимо борсодержащих молекул, дополнительно вводить терапевтические нуклеотиды, содержащие атомы фтора. При введении пациенту борсодержащего препарата, используя томографию на ядрах атомов фтора, врач сможет видеть область опухоли, а значит, будет способен более точно направить пучок нейтронов. В случае, если опухолевая клетка не погибла в результате облучения, в действие вступит противоопухолевый препарат. Таким образом, применение таких тераностиков

позволит вместо трех препаратов ввести только один, что должно существенно снизить лекарственную нагрузку на пациента.

В планах ученых – попытаться максимально снизить стоимость терапии. «Альбумина в организме достаточно много, и его несложно выделить из плазмы крови. Однако, когда на его основе создается лекарственный препарат, возникает проблема его очистки от различных вирусных и бактериальных патогенов, а также сторонних белков, которые могут быть занесены из крови донора. Мы предложили метод, позволяющий модифицировать альбумин непосредственно в плазме крови. У больного берется кровь, отделяется плазма, где и происходит избирательная модификация альбумина. После чего плазма, содержащая такой трансформированный альбумин, возвращается обратно пациенту. Никаких сторонних загрязнений. Более того, в чистом виде альбумин мы даже не выделяем, то есть это максимально недорогая процедура», – объясняет Владимир Сильников.

На сегодняшний день исследователям удалось синтезировать ряд тераностиков, содержащих атомы бора, сделана оценка токсичности этих соединений. На установке источников нейтронов в ИЯФ СО РАН будут проведены эксперименты на клеточных культурах, чтобы оценить эффективность накопления бора опухолевыми клетками и перспективность применения разработанных соединений для БНЗТ.

В лаборатории химии РНК ИХБФМ СО РАН для адресации соединений бора к клеткам используют аптамеры – короткие фрагменты нуклеиновых кислот, которые могут определенным образом сворачиваться, приобретать уни-

Тритерпеноиды оказались эффективны против колита у мышей

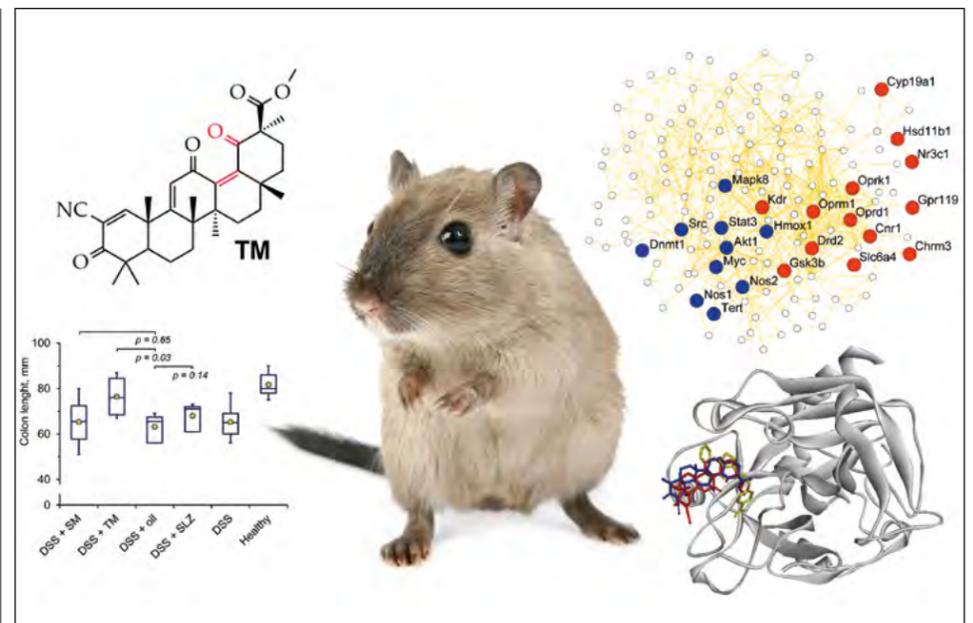
Сотрудники Института химической биологии и фундаментальной медицины СО РАН и Новосибирского института органической химии им. Н. Н. Ворожцова СО РАН в экспериментах на мышах показали, что препарат на основе химических производных глицирретовой кислоты, полученной из корня солодки, эффективно подавляет воспаление в тканях толстой кишки. Результаты работы опубликованы в *Molecules*.

«Известно, что тритерпеноиды обладают мультитаргетностью, то есть способны взаимодействовать со множеством мишеней в клетках организма, благодаря чему имеют широкий спектр биологической активности (противовоспалительную, иммуномодулирующую, противоязвенную, противоопухолевую и другие). Задача медицинской химии — создать химические производные таких соединений, которые будут связываться лишь с мишенями, определяющими развитие патологических состояний, не взаимодействуя при этом с белками, необходимыми для нормальной жизнедеятельности клетки. В лаборатории фармакологически активных веществ НИОХ СО РАН ведутся работы по синтезу таких производных, а мы изучаем их биологическую активность и устанавливаем механизмы их действия», — рассказывает научный сотрудник лаборатории биохимии нуклеиновых кислот ИХБФМ СО РАН кандидат биологических наук **Андрей Владимирович Марков**.

Полусинтетические тритерпеноиды, которые разрабатывают сибирские ученые, имеют в своей структуре определенные модификации, определяющие их высокую биологическую активность. В предыдущих исследованиях производное под названием солоксолон метил (СМ) показало высокую эффективность на множестве моделей. Было установлено, что оно оказывает выраженное противоопухолевое действие как на культурах клеток, так и в экспериментах на мышах, а также противовоспалительный эффект на модели пневмонии, вызванной вирусом гриппа. Соединение ингибировало проникновение вируса гриппа в клетку и блокировало развитие воспалительных изменений в тканях легких.

Ученые решили дополнительно модифицировать его, увеличив в составе молекулы количество групп, определяющих высокую биоактивность солоксолон метила. В результате получился препарат триоксолон метил (ТМ). На макрофагах удалось показать, что он имеет более явные, чем у предшественника, противовоспалительные свойства. После чего исследователи решили испытать его на мышах. Для эксперимента была выбрана сложная модель, имитирующая язвенный колит и болезнь Крона у человека — воспаление кишечника (колит), вызванное декстрансульфатом натрия.

Солоксолон метил и триоксолон метил — это производные 18ВН-глицирретовой кислоты, которая представляет собой полициклическое соединение, тритерпеноид, содержащийся в больших концентрациях в корне солодки. Поскольку исходного сырья в природе очень много, а выделение из него нужных компонентов достаточно просто, создание препаратов на основе природных тритерпеноидов является экономически выгодным направлением.



Слева сверху — структура триоксолон метила, слева снизу — график длины кишечника: чем он длиннее, тем лучше (при колите длина кишечника сокращается); справа сверху — генная ассоциативная сеть из потенциальных мишеней триоксолон метила (красные и синие круги) и генов, которые связаны с развитием колита (маленькие белые круги); справа снизу — одна из белковых мишеней триоксолон метила. Видно, что и триоксолон метил (красная молекула), и солоксолон метил (синяя молекула) попадают при моделировании в сайт связывания известного ингибитора белка (желтая молекула)

«Для того чтобы вызвать колит, мы вводили мышам декстрансульфат натрия с питьевой водой в течение семи дней и одновременно лечили их как солоксолон метилом, так и триоксолон метилом. Лечение продолжалось также в течение трех дней после введения веществ, вызывающих заболевание. Всё это время животных взвешивали и наблюдали за их внешним видом и двигательной активностью», — говорит научный сотрудник лаборатории биохимии нуклеиновых кислот ИХБФМ СО РАН кандидат медицинских наук **Александра Васильевна Сенькова**. — На десятые сутки мы вывели мышей из эксперимента и смотрели, какие процессы происходили в тканях кишечника и в организме в целом. Затем было проведено гистологическое исследование тканей кишечника, которое показало — наше соединение блокирует развитие патологических процессов, вызванных предварительно введенным препаратом».

Декстрансульфат натрия провоцирует не только воспаление слизистой оболочки кишечника, но и выраженное повреждение его эпителия, вплоть до формирования эрозий и язв. Триоксолон метил предотвратил развитие этих повреждений. «Мы видели выраженные эффекты нашего соединения, используя его в очень небольшой дозе, всего лишь пять миллиграмм на килограмм, и при этом не фиксировали выраженного токсического воздействия на органы и ткани, а также на организм животного в целом», — говорит Александра Сенькова.

В третьем блоке работы ученые установили возможный механизм противовоспалительного действия триоксолон метила. С помощью биоинформатических подходов они определили потенциальные мастер-регуляторы, способные контролировать развитие колита.

Затем, используя молекулярное моделирование, попытались понять, способен ли триоксолон метил напрямую взаимодействовать с этими белками. В результате был выявлен ряд мишеней тритерпеноида, блокирование которых может предотвратить или остановить развитие заболевания. В том числе белки Akt и STAT3, являющиеся известными мишенями для противораковой терапии.

«В результате наших исследований был не только разработан новый противовоспалительный препарат, но и показана тесная взаимосвязь между воспалением и злокачественной трансформацией тканей», — отмечает Андрей Марков. — Мы начали изучать активность триоксолон метила на колите в том числе и потому, что при длительном течении эта болезнь приводит к формированию аденом, а в дальнейшем — и к развитию колит-ассоциированного рака. Каким образом наш препарат воздействует на процессы онкотрансформации, мы будем смотреть в дальнейших исследованиях. Некоторые данные об этом уже есть, но эксперименты нужно повторить, чтобы убедиться в наличии активности».

Кроме того, с помощью биохимических и биофизических подходов необходимо доказать, что механизмы действия триоксолон метила, выявленные путем компьютерного моделирования, действительно реализуются в живых системах — на клетках и животных моделях.

Работа выполнена в рамках молодежного гранта РФ Президентской программы «Проведение исследований научными группами под руководством молодых ученых». Недавно ученые получили продление этого гранта на следующие два года.

Диана Хомякова
Иллюстрация предоставлена исследователями

Анастасия Федотова
Фото предоставлены исследователями

На первой полосе — установка «Тандем-БНЗТ», разработанная в ИЯФ СО РАН, фото Юлии Поздняковой



Гигантская рябь течения на днище Курайской впадины

Геологи изучили следы плейстоценовых катастрофических паводков в смежных районах Алтая, Тувы и Монголии

На протяжении нескольких лет коллектив ученых занимался проведением комплексных геолого-геоморфологических исследований в высокогорной части Алтая. Им удалось получить новые геологические, палеонтологические, геохимические данные, а также датировать сами природные явления. Этому посвящен ряд статей в ведущих международных журналах *Global and Planetary Change*, *Earth-Science Reviews*, *CATENA* и *Quaternary International*.



Комплекс

Горы юга Сибири — один из регионов, где обширные ледниково-подпрудные озера неоднократно формировались в межгорных котловинах во время плейстоцена, последней продолжительной эпохи глобального похолодания, когда на планете вновь появились крупные ледники. Именно в высокогорной части Русского (Горного) Алтая и горах Тувы расположены крупные впадины с узкими горловинами, которые перегораживались ледниками и заполнялись гигантскими озерами. В результате последующего потепления и разрушения ледниковых дамб стали возможны катастрофические паводки, приведшие к значительным изменениям высокогорного ландшафта. Береговые линии озер высоко на склонах впадин и озерные бары, гигантские гравийные дюны, каналы прорыва, отложения мощных потоков и огромные валуны — всё это подтверждает факт существования ледниково-подпрудных озер и отмечает путь катастрофических потоков при их быстром осушении. Из высокогорных котловин на юго-западе Тувы паводки устремлялись в предгорные бессточные

впадины Монголии, а из котловин Алтая поступали в бассейн Северного Ледовитого океана.

«Алтайские паводки были одними из крупнейших потоков пресной воды на Земле. Сейчас на днищах Чуйской и Курайской впадин господствует аридный (сухой) климат, хотя раньше они были заполнены невероятно большим количеством воды! Мы должны понимать, какие процессы происходили тогда на планете, ведь всегда интересно узнать, каковы максимально возможные масштабы тех или иных природных явлений», — говорит старший научный сотрудник Института геологии и минералогии им. В. С. Соболева СО РАН кандидат геолого-минералогических наук **Анна Раульевна Агатова**.

Исследование объединило ученых из ИГМ СО РАН, Института географии РАН (Москва), Института нефтегазовой геологии и геофизики им. А. А. Трофимука СО РАН и Института археологии и этнографии СО РАН, Всероссийского научно-исследовательского института овощеводства (Москва), Сибирского федерального университета (Красноярск),

а также коллег из Польши, Великобритании, Испании и Германии. Комплексные работы шли на протяжении долгого времени, а основные результаты были получены в последние пять лет. По словам Анны Агатовой, это целый спектр материалов на геохронологической основе, где все палеорекострукции подтверждены данными датирования.

Плейстоценовые паводки Алтая относятся к наиболее изученным среди подобных явлений. Тем не менее хронология плейстоценовых оледенений Алтая, связанных с ними ледниково-подпрудных озер и их катастрофических осушений до сих пор порождает многочисленные споры среди исследователей. К нерешенным проблемам относится и время существования последних ледниково-подпрудных озер, а также их связь с катастрофическими паводками.

Так, с паводками ученые соотносят формирование высоких (до 300 м) террас, ступенчатых форм рельефа, протягивающихся вдоль склонов магистральных долин Чуи и Катунь. Считается, что террасы сформированы за счет обломоч-

ного материала, вынесенного потоками из высокогорных впадин. О возрасте этих отложений идут продолжительные дискуссии. Одна концепция подразумевает, что они достаточно молоды и связаны с последними и самыми крупными ледниково-подпрудными озерами, спуск которых произошел в конце позднего плейстоцена, около 18–15 тысяч лет назад. Однако другая группа исследователей утверждает, что катастрофические паводки, приведшие к формированию самых высоких террас в долине Чуи и Катунь, значительно более древние, а последние крупные подобные явления произошли примерно 90 тысяч лет назад. По мнению этих ученых, в конце позднего плейстоцена высокогорные впадины Алтая оставались сухими. «Сейчас то время, когда мы расширяем научную доказательную базу за счет новых данных датирования. Наше комплексное исследование позволяет говорить о том, что последние ледниково-подпрудные озера на Алтае существовали все-таки в конце позднего плейстоцена, около 19–16 тысяч лет назад. Они не были такими крупными, как более древние озера, однако их спуск тоже имел катастрофический характер», — говорит Анна Агатова.

Использование различных методов позволило проводить взаимный контроль получаемых в ходе исследования результатов. Палеопочвенные архивы, данные по пыльце и фауне дали возможность охарактеризовать окружающую среду того времени. Для геохронологических реконструкций специалисты использовали радиоуглеродный анализ и метод оптически стимулированной люминесценции. Помимо самих озерных отложений и отложений катастрофических паводков, изучались и перекрывающие их



Береговые уровни древних ледниково-подпрудных озер на склонах Чуйской впадины

Супрамолекулярные комплексы для яровой пшеницы

Для подавления развития болезней и увеличения урожайности пшеницы традиционно применяются различные фунгициды. Массовое использование пестицидов в сельском хозяйстве существенно нарушает экологические взаимосвязи в природной среде, что может негативно сказаться на состоянии почвы и качестве полученной продукции. Поэтому специалисты из сибирских институтов создают препараты, в которых снизится содержание химических средств за счет введения в состав природных органических соединений с полезными для роста растений свойствами. Результаты работы опубликованы в журналах «Агрехимия» и «Химия в интересах устойчивого развития».

Фунгициды – химические вещества для борьбы с различными грибковыми заболеваниями растений, которые используются для протравливания семян и обработки вегетирующих растений. Триазолы – самая большая группа фунгицидов, которые могут применяться для обработки растений на ранних фазах развития заболевания или для профилактики. Тебуконазол (ТБК), который входит в эту группу, является действующим веществом многих фунгицидов, однако выступает потенциальным канцерогеном. Препараты на его основе активно применяются в Сибири для подавления основного возбудителя обыкновенной корневой гнили яровой пшеницы, успешно уничтожают внешнюю и внутреннюю семенную инфекции. ТБК является биологически активным синтетическим веществом с низкой растворимостью в воде, следовательно, для улучшения эффективности препарата необходима повышенная концентрация. Сибирские ученые заинтересовались этой проблемой и занялись разработкой супрамолекулярных систем ТБК как средств доставки его молекул к чувствительным органам патогенных для злаковых культур организмов. Такая система состоит из двух или нескольких веществ, молекулы которых слабо связаны и легко освобождаются при достижении нужного места. При этом у каждой молекулы есть своя функция, и система считается эффективной, если частицы выполняют отведенную им роль. За счет создания подобных систем доставки специалисты получают эффективные лекарства, в которых многократно снижается содержание действующего вещества благодаря введению природных соединений, отвечающих за его транспортировку в организме человека и животных.

«В нашем случае мы используем тебуконазол, непосредственная функция которого – защита растения от болезни, и экстракт корней солодки, способствующий преодолению молекулами ТБК клеточной мембраны и проникновению в организм», – рассказывает руководитель группы механохимии органических соединений Института химии твердого тела и механохимии СО РАН доктор химических наук Александр Валерьевич Душкин.

Полученные фунгицидные комплексы были протестированы на опытном поле Сибирского научно-исследовательского института земледелия и химизации сельского хозяйства Сибирского федерального научного центра агробιοтехнологий РАН. Из обработанных семян появились растения с улучшенными показателями структуры урожая. Выросла длина главного колоса, количество колосков в нем, масса зерна пшеницы, итоговый сбор повысился в среднем на 10–13 %, при этом расход действующего вещества тебуконазола снизился примерно в два раза.

Исследователи отмечают особую важность ростостимулирующей функции полученного препарата. Во время проведения посева пшеницы, весной, зачастую погодные климатические условия бывают неблагоприятными (сыро и

холодно либо сухо и жарко), а препараты на основе тебуконазола обладают ретардантным эффектом (то есть снижают ростовые процессы), что приводит к снижению всхожести семян и в конечном итоге к потере урожайности. Поэтому в комплексе с ТБК сельхозпроизводители зачастую используют ростостимулирующие добавки. Полученные супрамолекулярные комплексы на основе экстракта корней солодки исключают необходимость в химических синтетических добавках. Теперь ученые ожидают заинтересованных инвесторов, которые будут готовы запустить процесс государственной регистрации нового перспективного протравителя.

Хитозан – перспективная замена фунгицидам?

Кроме работы с экстрактом корней солодки, специалисты провели исследования по созданию супрамолекулярных комплексов с использованием хитозана – органического полимера, полученного из хитина, – основного строительного материала покровов ракообразных и насекомых. Если экстракт выполняет в основном функцию доставки ТБК, то применение аминополисахаридов на основе хитозана в сельском хозяйстве основано на его способности повышать устойчивость растений к вредным биологическим объектам вирусной, бактериальной и грибной природы, а также усиливать сопротивляемость к насекомым-вредителям. В отличие от тебуконазола, он безвреден для человека и окружающей среды.

«Исследования показали, что хитозан не только может использоваться в системе с ТБК как комплексообразователь – носитель молекул ТБК, но и в то же время без химических наполнителей повышает устойчивость растений к неблагоприятным факторам. Была намечена возможность создания аналогичных средств защиты яровой пшеницы от листовых инфекций на основе комбинации хитозана с экстрактом корней солодки без включения в нее тебуконазола. Если же говорить о результатах применения системы ТБК/хитозан, то ее биологическая эффективность против бурой листовой ржавчины достигла 93,2 %, септорио-

за – 88 %, мучнистой росы – 79,9 %, также препарат стимулирует рост флагового листа на 27 %, влияет на заселенность колосьев пшеничным трипсом (вредителем генеративных органов растений) и повышает зерновую продуктивность культуры на 0,55 тонны с гектара. В итоге эффективность полученной системы несколько уступает коммерческому препарату «Раксил», однако содержание химического действующего вещества ТБК в нем снижено в 5,5 раза», – говорит заведующая лабораторией защиты растений СибНИИЗиХ СФНЦА РАН академик **Наталья Григорьевна Власенко**.

По словам ученых, проделанная работа является лишь начальным этапом. На сегодняшний день необходимо продолжать исследования, чтобы выявить до конца механизмы действия хитозана, других природных нетоксичных для человека компонентов отдельно и в соединении с химическими синтетическими препаратами, а также оптимизировать состав композиции.

«Основное направление нашей деятельности, конечно же, в уменьшении содержания тебуконазола, а в перспективе – снижение его доли до нуля в составе пестицидов, хотелось бы обойтись только природными комплексообразователями, при этом сохранить и даже увеличить эффективность этих препаратов. В то же время изучение полезных свойств корней солодки и хитозана, кроме сугубо практических сельскохозяйственных целей, идет в русле импортозамещения. Используемые на сегодняшний день средства защиты растений закупятся за границей, но в случае создания новых композиций на природной органической основе мы сможем их производить из местных компонентов, обладающих практически неограниченной ресурсной базой и производящихся в том числе в Сибири, и тем самым достичь сразу нескольких целей: снизить негативное воздействие защищаемых растений препаратов на окружающую среду и полученную продукцию и отказаться от привозных пестицидов», – рассказывает Александр Душкин.

Андрей Фурцев
Фото Юлии Поздняковой



Впадины и заснеженные вершины Северо-Чуйского хребта



Высоких и средних террас в месте слияния Чуи и Катуня

более поздние отложения, анализировалось расположение наиболее древних археологических памятников. Такой подход позволил установить время окончательного осушения впадин. Полученные результаты свидетельствуют о том, что последние, всё еще крупные, ледниково-подпрудные озера перестали существовать не позднее начала голоцена, до 11–10 тысяч лет назад.

«С появлением новых методов датирования возросло и число получаемых данных. Однако пока это не привело к окончательному прояснению хронологии изучаемых событий, наоборот, вместе с ростом числа датировок увеличилось и количество противоречивой информации, – комментирует исследовательница. – Период накопления информации продолжается, и нам нужно больше внимания уделять анализу особенностей каждого из методов датирования».

В ходе этого крупного комплексного исследования ученым не раз приходилось углубляться в разные научные дисциплины. Например, им удалось сделать важные палеонтологические находки: обнаружить специфическую ассоциацию видов остракод (мелких двусторчатых ракообразных). До сих пор эти виды считались эндемичными для Тибетского нагорья, где они характерны для позднеплейстоцен-голоценовых и современных глубоких холодных пресноводных озер. Однако ученые обнаружили их и на Алтае, в отложениях Курайской впадины. «Мы убеждены, что с продолжением работ нас ждут новые интересные открытия», – говорит Анна Агатова.

Анастасия Федотова
Фотографии предоставлены
Анной Агатовой



**Вниманию читателей «НвС»
в Новосибирске!**

Свежие номера газеты можно приобрести или получить по подписке в холле здания Президиума СО РАН с 9:00 до 18:00 в рабочие дни (Академгородок, проспект Академика Лаврентьева, 17), а также газету можно найти в НГУ, НГТУ, литературном магазине «Капиталь» (ул. Максима Горького, 78) и в Выставочном центре СО РАН (ул. Золотодолинская, 11, вход № 1, 2-й этаж).

Адрес редакции, издательства:
Россия, 630090, г. Новосибирск,
проспект Академика Лаврентьева, 17.
Тел.: 238-34-37.

**Мнение редакции может
не совпадать с мнением авторов.
При перепечатке материалов
ссылка на «НвС» обязательна.**

Отпечатано в типографии
ООО «ДЕАЛ»: 630033, г. Новосибирск,
ул. Брюллова, 6а.

Подписано к печати: 10.11.2020 г.
Объем: 2 п. л. Тираж: 2000 экз.
Стоимость рекламы: 70 руб. за кв. см.
Периодичность выхода газеты —
раз в неделю.

Рег. № 484 в Мининформпечати
России, ISSN 2542-050X.
Подписной индекс 53012
в каталоге «Пресса России»:
подписка-2020, 2-е полугодие.
E-mail: presse@sb-ras.ru,
media@sb-ras.ru
Цена 11 руб. за экз.

© «Наука в Сибири», 2020 г.

ПОДПИСКА

Не знаете, что подарить интеллигентному человеку? Подпишите его на газету «Наука в Сибири» — старейший научно-популярный еженедельник в стране, издающийся с 1961 года! И не забывайте подписаться сами, ведь «Наука в Сибири» — это:
— 8–12 страниц эксклюзивной информации еженедельно;
— 50 номеров в год плюс уникальные спецвыпуски;
— статьи о науке — просто о сложном, понятно о таинственном; самые свежие новости о работе руководства СО РАН;
— полемичные интервью и острые комментарии; яркие фоторепортажи; подробные материалы с конференций и симпозиумов;
— объявления о научных вакансиях и поздравления ученых.
Если вы хотите забирать газету в здании Президиума СО РАН, можете подписаться в редакции «Науки в Сибири» (проспект Академика Лаврентьева, 17, к. 217, пн–пт, с 9:30 до 17:30). Стоимость полугодовой подписки — 200 руб.
Если же вам удобнее получать газету по почте, то у вас есть возможность подписаться в любом отделении «Почты России».



По этой ссылке вы можете присоединиться к нашей группе в «ВКонтакте»

Сайт «Науки в Сибири»
www.sbras.info

Физиогномика — лженаука?

Является ли физиогномика истинной наукой или всё же относится к лженаукам?

Отвечает заведующий кафедрой клинической психологии Института медицины и психологии В. Зельмана кандидат психологических наук Александр Александрович Фёдоров:

«Как бы ни был велик соблазн просто ответить, что физиогномика — псевдонаука, всё несколько сложнее. Безусловно, физиогномические теории прошлого (начиная с работ псевдо-Аристотеля) к науке никакого отношения не имеют и отражают скорее предрассудки и метафоры, а не действительность. Например, что низкий лоб свидетельствует о глупости, а курносость — о распутности. Столь же далеким от науки является содержание значительной части книг по физиогномике, которые выходят в наше время.

С другой стороны, если говорить об идее, лежащей в основе физиогномики, согласно которой характеристики личности связаны с внешними проявлениями (а к ним могут относиться не только особенности лица, но и особенности телосложения и движений), то ее вполне можно изучать научными методами. Существуют современные исследования, демонстрирующие существование статистической связи между различными внешними признаками и личностными



характеристиками. Эти данные могут использоваться, например, для машинного обучения. Так, в одном из научных психологических журналов два года назад была опубликована статья, в которой нейросеть на основе анализа лицевых характеристик научилась верно определять сексуальную ориентацию в 81 % случаев для мужчин и 71 % случаев для женщин (что существенно превосходит точность, с которой это могут делать люди). Это исследование

вызвало большую критику со стороны ЛГБТ-сообщества.

В любом случае, не следует забывать о том, что значительная часть исследований, которые сейчас проводятся в этой области, основана на изучении статистических связей и не доказывает существования причинной связи между внешними признаками и личностными особенностями».

Фото из открытых источников

Есть ли водоемы без жизни?

Есть ли в мире водоемы, где вообще нет жизни?

Отвечает ведущий научный сотрудник Института биофизики ФИЦ «Красноярский научный центр СО РАН» кандидат биологических наук Егор Сергеевич Задереев:

«Кажется, есть, но их сложно найти. Первый вариант водоема без жизни, который может прийти в голову, — дно океана. Но и в самых глубоких районах мира, например в Марианском желобе, встречаются даже многоклеточные организмы. Считается, что рыбы могут жить на глубинах до 8 километров. Глубже — многочисленные беспозвоночные. Например, рачков бокоплавов поднимали с глубин до 11 километров. Бактериям на дне и вовсе раздолье. Более того, на глубинах ученые обнаружили разнообразные сообщества живых организмов, которые живут за счет не фотосинтеза, как большинство обитателей суши и освещенных горизонтов, а хемосинтеза. То есть для синтеза органического вещества в таких системах вместо света, как источника энергии, организмы используют химические элементы. Далее органическое вещество едят и другие животные.

Давление толщи воды жизни не помеха. Что же еще способно ограничить ее существование? Температура. За счет изменения солёности вода может не замерзнуть при отрицательных температурах и кипеть при температуре выше 100 °С. Такие условия встречаются в небольших водоемах, расположенных в местах вулканической активности или в сверхсоленых озерах. Многоклеточные организмы погибают при нагреве воды до 40–60 °С, а вот бактериям такие перепады нипочем. На сегодня верхний предел устойчивости бактерий к температуре приближается к 120 °С.

Еще один важный для жизни параметр — солёность воды. Живой клетке в случае большого количества солей в



окружающей среде нужно каким-то образом не давать им проникнуть внутрь. Такой механизм называется осморегуляцией, но у него, как у любой биологической функции, могут быть свои ограничения. Впрочем, бактерии научились справляться с очень высокими концентрациями соли не только за счет эффективной осморегуляции, но и накапливая внутри клетки защитные вещества, близкие по составу к глицерину. Так что и в термальных источниках, и в сверхсоленых, и в холодных озерах Антарктиды бактерии тоже есть.

Несколько лет назад бактерии были обнаружены даже в асфальтовом озере на острове Тринидад. Это самое крупное в мире озеро из природного асфальта. Внутри булькающего теплого асфальта ученые обнаружили микрокапельки воды, в которых живут бактерии.

Одним из кандидатов на озеро без жизни было запечатанное миллионы лет назад льдом Антарктиды озеро Восток. Российские ученые начали бурить лед, чтобы дойти до воды, еще в 1989 году. Лишь в 2012-м им удалось пробурить почти четыре километра льда и добраться до

самого озера. В пробах воды предварительно обнаружены следы присутствия бактерий, хотя в научном сообществе до сих пор нет четкой уверенности в чистоте проведенных работ. Не так-то просто сделать аккуратную скважину такой глубины и извлечь воду, не загрязнив ее бактериями извне.

И всё же на планете есть водоемы, где нет живых существ. Впадина Данакиль в Эфиопии — место, где находятся, возможно, самые экстремальные для жизни на Земле условия. Некоторые из небольших прудов во впадине, возможно, одновременно самые соленые, самые теплые и самые кислые водоемы на планете. Не все из них исследованы досконально. Буквально в прошлом году в одном из самых авторитетных научных журналов мира — Nature — была опубликована статья, где ученые, кажется, обнаружили обитаемое место на планете. В сверхкислых прудах впадины Данакиль с крайне высоким содержанием магния и привычной нам поваренной соли жизни, похоже, нет».

Фото из открытых источников