

## Актуальные исследования сибирских ученых. Продолжение

«Наука в Сибири» продолжает рассказывать о важных разработках сибирских ученых, которые обсуждались на заседании Президиума СО РАН.

Современные разработки по управлению и развитию теплоэнергетических систем требуют учета технических, физических и математических закономерностей. Такой синтез позволяет производить теория гидравлических цепей, созданная в Институте систем энергетики им. Л. А. Мелентьева СО РАН (Иркутск). На методах этого междисциплинарного направления базируется практически весь современный вычислительный инструментарий для теплоснабжения.

Эффективная работа теплоэнергетической системы требует выбора числа, типа, мест расположения источников тепла и оптимальной схемы сети, связывающей источники с потребителями. Ученым из ИСЭМ СО РАН удалось разработать методические основы оптимизации структуры теплоисточников и пространственного зонирования по типу теплоснабжения (централизованного или децентрализованного). Также впервые предложена технология формирования избыточных схем с разнотипными источниками и разработана информационно-вычислительная платформа, реализующая меню моделей и методов.

«Особенно острой сегодня стала задача распределения нагрузки между источниками и их выбора, так как современная система энергоснабжения разделена по собственникам и необходимо учесть интересы каждого», — сказал директор ИСЭМ СО РАН член-корреспондент РАН Валерий Алексеевич Стенников. — Если раньше проблемы решались относительно одного экстремума, например стремления к минимуму затрат для оптимизации, то сегодня приходится искать компромиссы. Наш подход позволяет последовательно учитывать сетевой комплекс, находя оптимальное решение. Теперь в зависимости от организации мы получаем разные типы распределения зон обслуживания источников».

Не менее важной проблемой является обеспечение надежности теплоэнергетических систем. Система, предложенная научными сотрудниками института, включает весь комплекс и рассматривается совместно без разделения на тепловые сети, источники и поставку, что позволяет распределить резерв надежности по всем узлам, более рационально определить состав резерва и обеспечить минимум затрат. Впервые удалось решить задачи структурного (новые схемы сети) и элементного (переход к более качественным элементам: пластик, стеклопластик) резервирования.

Современные разработки в области теплоэнергетических систем ориентированы на переход от инерционных технологий функционирования систем к технологиям управления в реальном времени. По убеждению специалистов, происходит эпохальный переход, ведь это позволит удешевить подачу тепловой энергии, сократить потери и обеспечить управление в соответствии с температурой наружного воздуха. Поэтому сформулированные сибирскими учеными принципы построения новых теплоснабжающих систем направлены на объединение теплоисточников для совместной работы на общие тепловые сети (включая источники распределения генерации энергии), а также на распределение системы на независимые контуры.

Заведующий отделом разнообразия и эволюции геномов Института молекулярной и клеточной биологии СО РАН член-корреспондент РАН Александр

Сергеевич Графодатский говорил об изучении геномов и хромосом различных видов животных.

Он рассказал, что начал свою работу в этом направлении с написания обзора «Хромосомы сельскохозяйственных и лабораторных млекопитающих», созданного по просьбе академика Дмитрия Константиновича Беляева. «Я посмотрел недавно — эта книга до сих пор активно цитируется, причем во всех авторефератах по генетике сельскохозяйственных видов и во многих авторефератах по медицинской генетике. Там описано множество методов, которые работают до сих пор», — отметил Александр Графодатский.

Еще одно направление работ ученого и его коллег — это добавочные, или В-хромосомы. По словам А. Графодатского, на этих добавочных хромосомах были найдены функционально активные и очень важные гены развития, и именно с такой структурой локализации генов связаны некоторые окрасы у лисиц.

«Параллельно мы участвовали в программе “Геном человека”, и я очень гордился, что в 1995 году получил премию им. А. А. Баева именно за то, что мы обеспечили хромосомную составную часть этого проекта», — подчеркнул исследователь.

«Совсем недавно появился метод Hi-C, его придумал молодой ученый из Хьюстона. В результате изучения конформации ДНК с помощью определенных методов получается так, что мы можем секвенировать и представить каждую хромосому в отдельности. Доктор Эрец Либерман Айден из Колледжа медицины Бэйлора (Хьюстон) предложил нам объединить возможность, и мы организовали совместный проект DNA Zoo. Филиал этого проекта располагается в нашем институте. В том числе исследовали панголинов, пушных зверей, кошек — в этом направлении мы будем двигаться и дальше, и тут важно, что и геномика, и хромосомика объединились внутри себя», — рассказал Александр Графодатский.

Около 15 лет назад научная группа под его руководством с помощью археологов и палеонтологов начала заниматься древней ДНК. «Я думаю, что в конечном итоге Hi-C метод удастся применить и к вымершим видам, по крайней мере, плейстоценовой фауны», — заметил ученый. По его словам, наиболее интересны в этом направлении вопросы доместики. Так, Александром Графодатским с коллегами установлено, что древнейшая собака была одомашнена на Алтае около 33,5 тысяч лет назад. С помощью анализа митохондриальной ДНК определены ее родственные отношения с современными и древними собаками и волками.

«Не менее любопытно получилось с лошадью: сначала считалось, что она была domestцирована в районе Ботая (север Казахстана), но оказалось, что там всё же не было domestцикации, люди охотились и пасли лошадей Пржевальского и на них не ездили. Некоторое время назад вышла статья, в которой мы поучаствовали, где показано: лошади, являющиеся предками всех современных лошадей, были одомашнены в регионе между Доном и Волгой. Эта работа будет продолжаться, и я думаю, что она принесет нам еще много интересного», — прокомментировал Александр Графодатский.

Директор Сибирского федерального научного центра агроботехнологий РАН доктор биологических наук Кирилл

Сергеевич Голохваст рассказал про биотехнологию растительного сырья с применением сверхкритических условий.

«Моя группа заинтересовалась исследованием биологически активных соединений. Наши исследования базировались на работах доктора химических наук Георгия Борисовича Елякова и доктора химических наук Израиля Ицковича Брехмана. Они в 1960-х годах были одними из первых, кто обратил внимание на биохимию женьшеня и элеутерококка», — рассказывает ученый.

До последнего времени сверхкритическая экстракция с помощью CO<sub>2</sub> мало применялась в практике и только недавно пошла в массы. Ее преимущество заключается в том, что она позволяет с помощью сжиженного СО получать соединения, которые классические методы экстракции (водной, этанольной и так далее) вытаскивать не могут. Кроме того, эта технология является зеленой, селективной, для нее не нужны растворители, и на выходе получается стерильный экстракт. Она не требует высоких температур и не разрушает биологически активные вещества. Однако технология сверхкритической экстракции работает с высокими давлениями, и для нее нужно сложное оборудование.

«Эта методология крайне перспективна с точки зрения промышленности. В Китае сейчас выпускают такие CO<sub>2</sub>-экстракторы с объемом 100–300 литров, — отмечает Кирилл Голохваст. — По сравнению с технологией дистилляции она показывает значительное снижение себестоимости. Например, позволяет получать дистилляты масел розы, лаванды и других растений намного дешевле и при меньшем расходе».

По словам ученого, из более чем 350 тысяч растений человек использует в лучшем случае тысячу. Кроме того, даже эти виды и сорта еще недостаточно исследованы. Поэтому перед специалистами открывается огромный простор для работы.

Например, перспективным оказался индуцированный дальневосточный женьшень. Ученые предлагают использовать его в безалкогольных напитках, шоколаде и некоторых других продуктах. Также исследователи ищут новые компоненты и разрабатывают технологии их выделения в уже известных растениях (багульнике болотном, можжевельнике даурском, ели сибирской и других). Кроме того, CO<sub>2</sub>-экстракцию можно использовать для извлечения натуральных красителей из сильноокрашенных растений.

Директор Томского национального исследовательского медицинского центра РАН член-корреспондент РАН Вадим Анатольевич Степанов рассказал о геномике человека, медицинской генетике и персонализированной медицине.

Последние несколько десятков лет проходят под эгидой направления, которое принято сейчас называть персонализированной медициной, — с учетом индивидуальных особенностей, прежде всего генетических, при принятии решений в лечении болезни.

«Генетически народы и популяции различаются: в среднем у каждого из нас есть четыре-пять миллионов точек, по которым мы отличаемся от референсного генома, — рассказал Вадим Степанов. — За последние несколько лет Томский НИМЦ РАН накопил крупную базу знаний по полному геному и разным народам».

Наиболее общей закономерностью организации генетического разнообразия

в популяции человека является его строгая пространственная структурированность, проявляющаяся как кластеризация географически близких популяций. Причина такой картины заключается в эволюционной истории человека, которая изменялась при расселении людей из Африки и в основном происходила под действием нейтральных факторов: эволюции, миграции, дрейфа генов и других. Генетическое разнообразие уменьшается по мере отдаления от центра происхождения к периферии ареала.

«Интересно было бы найти те участки генома, которые по-другому себя ведут и сохранили следы действия не нейтральных факторов, — подчеркнул Вадим Степанов. — Одна из современных гипотез — гипотеза деканализации, которая говорит о том, что когда человек жил в Африке, его фенотипическая изменчивость была минимальна и адаптирована долгими поколениями и сотнями тысяч лет к определенной среде. А когда началось переселение, условия среды обитания и факторы, определяющие отбор, менялись, и популяция приходила в деканализованное состояние. Тогда многие гены, которые были нужны в исходной среде, становились гиперреактивными и превращались в гены, связанные с заболеваниями».

Несколько лет назад исследователи обнаружили сигналы деканализации при изучении иммунозависимых болезней, бронхиальной астмы и ожирения. «Мы использовали функциональный подход, то есть брали гены, имеющие отношение к определенной болезни и характеризующиеся сходным изменением функций, — объясняет Вадим Степанов. — А затем проверили свою гипотезу на позиционном подходе: взяли геном, независимо от того, какие участки за что отвечают, и просканировали его — обнаружили примерно 450 генов, для которых характерны указанные выше закономерности. Эти гены имеют отношение к метаболическим, сердечно-сосудистым, инфекционным, иммунным, неврологическим и психиатрическим болезням».

Вадим Степанов считает, что персонализированные подходы должны внедряться в практику. Пока они реализуются на простых генетических состояниях и редких орфанных заболеваниях, например в виде преимплантационного генетического тестирования, которое позволяет паре завести здорового ребенка.

Генетические технологии можно использовать и в криминалистике. Например, Томский НИМЦ РАН провел работу по созданию генетических технологий этнотерриториального происхождения неизвестного индивида по заказу Следственного комитета РФ. «Мы предложили два подхода, один — основанный на секвенировании генома, второй — на Y-хромосоме, поскольку преступники в основном мужчины, — рассказал Вадим Степанов. — Была создана мультиплексная база данных, превосходящая мировые аналоги и разработанная под отечественные приборы и реактивы. За последние несколько лет мы помогли раскрыть порядка 70 преступлений, среди которых изнасилования, серийные убийства». Вадим Степанов подчеркнул, что разработанная система помогает выявить этнос преступника, но при этом нельзя говорить о предрасположенности тех или иных народов к совершению преступлений.