



Дайджест новостей рыбохозяйственной науки Китая

Декабрь 2024 - Февраль 2025 г.

Центр российско-китайского сотрудничества «ВНИРО»

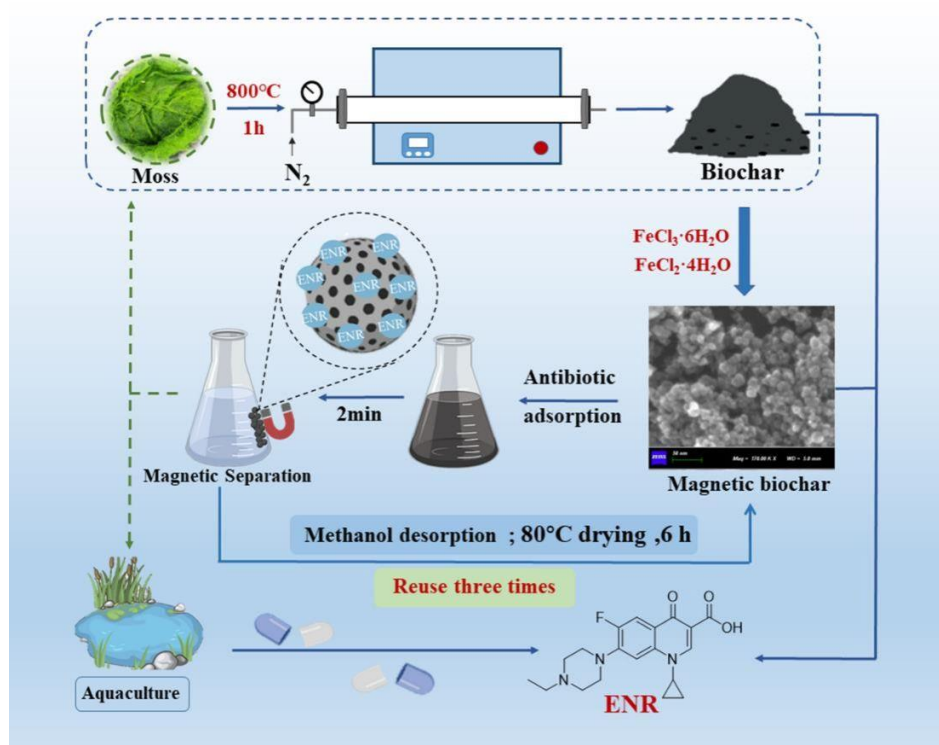
Новое устройство для исследования глубоководных микроорганизмов

Китайские ученые разработали прибор для выявления и сортировки глубоководных микроорганизмов на глубине до 1500 метров, что восполняет пробел в технологиях изучения жизни в экстремальных условиях океана. Большинство таких микроорганизмов непригодны для лабораторного изучения после извлечения из их среды обитания (около 90% не поддаются культивированию), поэтому важно проводить исследования непосредственно в глубоководье. Прибор создан группой Института оптики, точной механики и физики (Чанчунь) Китайской академии наук и инженерной командой «Чанчгуан Чэньин» в рамках ведущего научно-технического проекта Китайской академии наук. Разработка включает специальный модульный сухо-влажный корпус, сапфировый иллюминатор, а также алгоритмы глубокого обучения, что позволило решить проблему дефицита данных и низкого отношения сигнал/шум на больших глубинах. Это открывает новые возможности для сбора, сортировки и анализа микроорганизмов, ранее не доступных к полноценным исследованиям. (10.01.2025, «Китайская новостная служба»)

Геномное редактирование карповых удостоено высшей награды

Китайские ученые из Хэйлунцзянского института добились крупного прорыва в селекции карповых, разработав геномную технологию устранения внутримышечных костей. В ходе исследования впервые был выявлен ген *bmrb*, влияющий на формирование костных включений в мышцах, что полностью опровергло устоявшееся мнение о множественной генной природе этого признака. Также ученые внедрили метод «крупномасштабного нокаута» генов — он позволяет одномоментно удалять обширные участки ДНК, тем самым повышая точность проверки результатов редактирования и ускоряя выведение чистых линий. На базе этих достижений выведена первая в мире линия карася без внутримышечных косточек с подтвержденными

аквакультуре особенно актуальна, так как энрофлоксацин широко применяется при лечении болезней рыбы и может способствовать развитию устойчивых штаммов бактерий, а также попаданию остатков препарата в рыбу. Новый биоуголь продемонстрировал высокую адсорбцию (до 11,62 мг/г), а в реальных водных образцах удалось достичь уровня очистки свыше 96%. Материал при этом сохраняет стабильность и пригоден к многократному использованию, что открывает путь к более экологичной системе рыбоводства и защите водных ресурсов. Результаты исследования опубликованы в международном журнале *Journal of Environmental Management* (Q1, IF=8.0) в статье «Magnetic nanoparticle modified moss Biochar: A novel solution for effective removal of enrofloxacin from aquaculture water». (09.01.2025, «Пресноводный рыбохозяйственный исследовательский центр»)



Прогресс в реконструкции подводных трехмерных полей течений на основе спутниковых наблюдений дистанционного зондирования

Недавно команда Сюя Юншэна из Института океанографии Китайской академии наук (IOCAS) совершила прорыв в реконструкции подводного трехмерного поля течений на основе спутниковых наблюдений. Результаты исследования были опубликованы в международном журнале *IEEE Geoscience and Remote Sensing Letters*.

Являясь важной частью динамики океана, океанические течения играют незаменимую роль в изучении динамических процессов в океане и глобальных изменений, построении цифровых прогнозных моделей океана, прогнозировании рассеивания загрязнений и изменений в экосистемах. В то же время она имеет широкие перспективы применения в таких областях, как военная морская стратегия, безопасность судоходства и разработка морских ресурсов. Хотя спутниковая технология дистанционного зондирования океана имеет преимущество глобального охвата, в настоящее время она может получать только поверхностную информацию об океане. Реконструкция трехмерного поля течений в океане на основе данных спутниковых наблюдений поверхности имеет не только важное научное значение, но и практическое применение.

Однако реконструкция трехмерного поля течений по данным спутниковых наблюдений сталкивается со многими проблемами, в основном из-за высокой сложности изменений течений, сложности наблюдений и крайней нехватки ресурсов данных наблюдений. С одной стороны, высокая стоимость высокоточных приборов, таких как измерители течений и акустические доплеровские профилографы течений (ADCP), с другой стороны - жесткие требования к стабильности платформ и сложность работы в процессе наблюдения привели к дефициту высококачественных данных о течениях, что не позволяет удовлетворить насущные потребности в реконструкции глобального 3D поля течений. Традиционные методы подводной 3D-реконструкции обычно опираются на данные профилирования на разных глубинах, но нехватка таких данных о течении еще больше усугубляет сложность реконструкции. Эти факторы существенно ограничивают применение спутниковых технологий дистанционного зондирования океана.

В ответ на эти трудности Сюй Юншэн предлагает новую методику трехмерной реконструкции поля течений на основе данных спутникового дистанционного зондирования. Анализируя данные о региональной термохалинной структуре, он извлекает ключевые особенности вертикальных динамических режимов, уделяя особое внимание режиму положительного давления и первому режиму косоуго давления, которые несут большую часть кинетической энергии океана (около 90 %). Построение модели отображения между спутниковыми наблюдениями поверхности и этими двумя доминирующими модами позволяет эффективно реконструировать трехмерное поле течений. Для получения решений по этим двум ключевым модам необходимо как минимум два источника информации о течениях с глобальным покрытием и двумя разными глубинами.

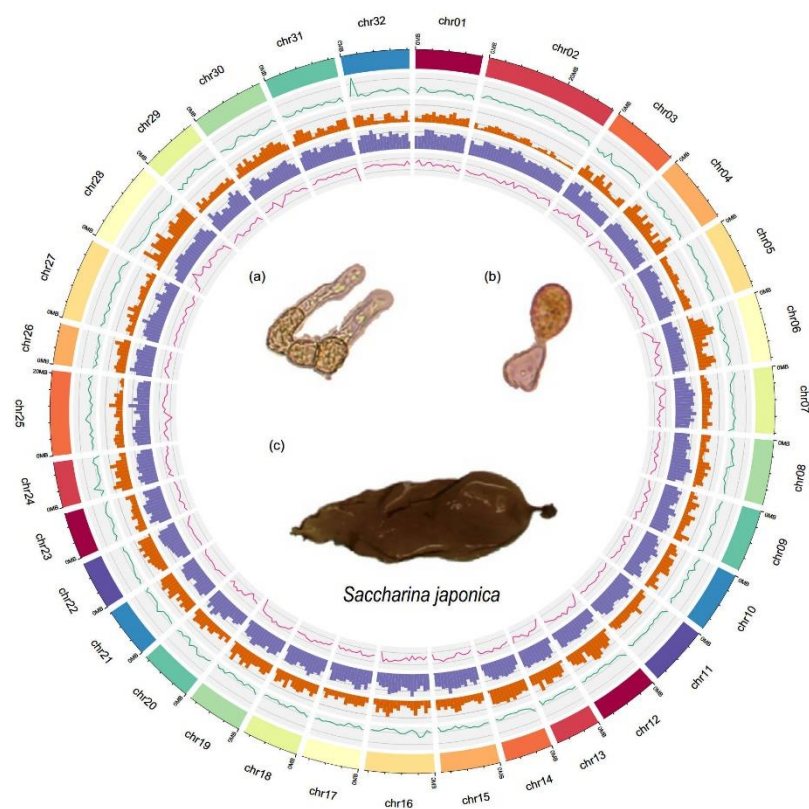
Исследовательская группа Сюя Юншэна эффективно решила эту задачу, объединив геострофические и эшеллеманические течения (представляющие поверхностные течения), полученные по данным спутниковых альтиметров и скаттерометров, с данными о течениях с глубины 1000 м, предоставленными буюм Арго. Надежность метода была проверена путем сравнения с более чем 15 000 наборами профилей течений, измеренных ADCP. (08.12.2024, ИОКАС)

Высококачественный референсный геном морской капусты: научный прорыв

Команда по исследованию генетических ресурсов водорослей Института океанологии Китайской академии наук добилась значительного прорыва, успешно собрав высококачественный референсный геном морской капусты (*Saccharina japonica*) на уровне хромосом. Исследование, опубликованное в международном журнале *Scientific Data*, обеспечивает ключевые ресурсы для генетического улучшения и углублённого изучения геномики морских водорослей.

Морская капуста – важная культивируемая бурая водоросль, распространённая в северо-западной части Тихого океана, включая Китай, Россию, Японию и Южную Корею. В 2020 году её мировое производство достигло 10,86 млн тонн, а рыночная стоимость превысила 44 млрд долларов. Для дальнейшего повышения продуктивности необходим геном высокого качества, но выделение и очистка ДНК этой водоросли осложняются высоким содержанием полисахаридов, что ранее затрудняло сборку цельного генома.

Учёные применили передовые технологии секвенирования (Illumina, PacBio, Hi-C) для получения наиболее полной версии генома. Итоговый размер генома составил 516,11 Мб, с contig N50 длиной 491,30 Кб и scaffold N50 длиной 16,24 Мб. Геном закреплён на 32 хромосомах, содержит 45,07% повторяющихся последовательностей и 17 739 белок-кодирующих генов, 82% из которых получили функциональную аннотацию. Важным нововведением стало использование метода гиногенеза, что позволило устранить гетерозиготность и повысить точность сборки генома. (19.02.2025, Источник: ИОКАС)



В глубинах Желтого моря начался сбор первого улова лосося на плавучей платформе «Глубокая Синева-2» (深蓝 2号)

В отдаленной части Желтого моря, примерно в 130 морских милях от берега, китайские специалисты впервые провели массовый вылов лосося с крупной глубоководной установки «Глубокая Синева-2». В ней выращивалось около 400 тысяч рыб с высокой выживаемостью и хорошими темпами роста. Во время операции использовалась специально оборудованная плавучая платформа, которая вплотную подошла к сетчатой конструкции для отгрузки рыбы. Рабочие отбирали и фасовали лосося при помощи автоматизированной системы, а затем транспортное судно доставляло улов на берег. Этот экспериментальный проект, расположенный в национальной зоне глубоководного «зеленого» рыбоводства в районе Циндао, демонстрирует новые возможности развития океанической аквакультуры в Китае. (15.01.2025, «Чжун Гун Ван»)



На фото «Голубая Синева-2» (слева) и плавучая рыболовная платформа проводят совместную операцию по сбору рыбы

Гибрид *Pelteobagrus fulvidraco* (пресноводная касатка-скрипун) «Baixiong No.1», выведенный Научно-исследовательским институтом рыбного хозяйства Жемчужной реки, прошел национальную сертификацию

Недавно Министерство сельского хозяйства и развития сельских районов Китая объявило о 23 новых водных видах, утвержденных Национальным комитетом по проверке водных видов и пород в 2024 году, и гибрид *Pelteobagrus fulvidraco* «Baixiong 1», выведенный в сотрудничестве с Институтом, был включен в этот список.

Этот сорт является новым сортом *Pelteobagrus fulvidraco*, выведенным Guangdong Bairong Aquatic Breeding Group Co., Ltd. и Институтом после многолетнего сотрудничества при поддержке Национальной системы технологий производства специализированной пресноводной рыбы, Национального и провинциального банков ресурсов пресноводной зародышевой плазмы и других проектов, и имеет преимущества высокой половой активности самцов и быстрого темпа роста. Этот сорт создан на основе полностью женской популяции (XX) из 4500 особей *Pelteobagrus fulvidraco*, интродуцированной из систем рек Янцзы, Жемчужной реки и Амура в 2013 году, которая была отобрана через 4 последовательных поколения популяционного отбора с использованием массы тела в качестве

целевого признака и в сочетании с технологией контроля пола; и полностью женской популяции (XX) из 1200 особей *Pelteobagrus vachelli*, интродуцированной из систем рек Янцзы и Жемчужной реки в 2010 году, которая была отобрана через 3 последовательных поколения популяционного отбора с использованием массы тела в качестве целевого признака. Поколение F1 гибрида *Pelteobagrus fulvidraco* «Baixiong No.1» было получено путем искусственного разведения с использованием 1200 *Pelteobagrus vachelli*, интродуцированных из систем Янцзы и Жемчужной реки в 2010 году, в качестве базовой популяции и суперсамца (YY), который был отобран в процессе популяционного отбора 3 поколений с использованием массы тела в качестве целевого признака, а также комбинации технологии индукции с контролем пола в качестве родителя. В тех же условиях культивирования, по сравнению с неселекционированным гибридом *Pelteobagrus fulvidraco* (*Pelteobagrus fulvidraco* ♀ × *Pelteobagrus vachelli* ♂), масса тела в возрасте 12 месяцев была увеличена на 22,99%, а доля самцов составила более 95,4%. Она пригодна для культивирования в искусственно контролируемых пресноводных водоемах с температурой воды от 10 до 32°C в масштабах страны. (09.12.2024, НИИ Жемчужной реки)

Что находится на глубине?

Не так давно в Гуанчжоу (провинция Гуандун) был официально спущен на воду первый в Китае океанский буровой корабль собственной разработки и строительства «Мечта». Это важный шаг в развитии глубоководного доступа, глубоководной разведки и глубоководного развития Китая, а также еще одно крупное достижение в создании сильной морской и научно-технической державы.

Чуа Цзяхуэй - морской ученый в Национальном университете Сингапура (NUS), занимается экологическими исследованиями макробентических организмов. В августе этого года она приняла участие в международном путешествии 2024 года по западной части Тихого океана, организованном Министерством природных ресурсов Китая, отправившись на морское дно с пилотируемым подводным аппаратом «Цзяолун».

Во время исследовательской миссии «Цзяолун» останавливается и перемещается по морскому дну где захочет, а Цай и китайские дайверы вместе фиксируют наблюдаемые через иллюминаторы организмы морского дна и предлагают цели для отбора проб. «Биоразнообразие подводных гор очень богато, и в этот раз я смогла своими глазами наблюдать глубоководные губки и коралловые леса под водой, и полученное мною потрясение намного

превосходит впечатления от чтения литературы или просмотра документального фильма» - сказала Цай Цзяхуэй.

В 2024 году в рамках международной экспедиции в западную часть Тихого океана Китай впервые для всего мира предоставил пилотируемый подводный аппарат «Цзяолун», китайские и иностранные ученые вместе сделали погружение для отбора проб. Будучи первым китайским пилотируемым подводным аппаратом класса «7000 метров» независимой разработки, «Цзяолун» совершил 317 погружений с момента своего первого погружения в 2009 году, совершив в общей сложности более 900 погружений, оказывая мощную помощь Китаю, а также международным партнерам глубоководным исследованиям.

10 ноября 2020 года китайский глубоководный обитаемый аппарат «Striver» завершил ходовые испытания на глубине 10 000 метров и совершил первое погружение на дно. Китай стал второй страной в мире, совершившей 10000-метровое пилотируемое глубоководное погружение. К настоящему времени «Striver» совершил 329 погружений, в том числе 25 погружений на 10 000 метров, заняв первое место в мире как по количеству погружений на 10 000 метров, так и по количеству погружений, что знаменует выход Китая на лидирующий уровень в области пилотируемых глубоководных погружений на все глубины океанов. *(28.11.2024, издание «Женьминь Жибао»)*

Наньхайский институт инноваций достигает стремительного прорыва в области разведения морского окуня

Сибас (широко известный как морской окунь), является одной из самых важных экономических рыб в морской аквакультуре Китая, его быстрый рост, сильная адаптивность, выдающаяся устойчивость к внешним факторам, подходит для разведения как в наземных прудах, так и в глубоководной аквакультуре, является ключевым видом современной морской глубоководной аквакультуры. Согласно статистике, в 2023 году объем производства морского окуня составил 246 900 тонн, и по объему производства он занял место в тройке лидеров среди национальных аквакультурных рыб. *(09.12.2024, КАРХН)*

Симбиоз выращивания риса и рыбы в одном водоеме. Институт Жемчужной реки (PRI) и округ Тунцзы добиваются высоких результатов развития рыбного хозяйства

Уезд Тунцзы, город Цзуньи, провинция Гуйчжоу, расположен в горах Северной Гуйчжоу и зоне Сычуаньского бассейна, уезд очень богат водными ресурсами. Рис всегда был основной продовольственной культурой в уезде Тунцзы, но урожайность его невелика, а экономическая выгода относительно низка. В последние годы уезд Тунцзы и Институт Жемчужной реки совместно работают над созданием технологии интегрированного земледелия «рис + карп», достигая средней урожайности риса 8343 кг/га и карпа 1430 кг/га, для достижения «двойного использования водных ресурсов», и энергично продвигают комплексное возрождение сельской местности. (20.12.2024, КАРХН)

Изменения в рыбохозяйственной отрасли КНР

На недавно прошедшей конференции «Китайская аквакультура 2024» было отмечено, что ситуация в мировой рыбохозяйственной отрасли изменилась, рыбное хозяйство КНР вступило в новый этап высококачественного развития. Потребление рыбы и морепродуктов постепенно стабилизировалось, отрасль от погони за «количеством», стала уделять больше внимания «качеству», как основному принципу промышленного развития.

В последние годы, в связи с общей экономической ситуацией, ситуация с потреблением водных продуктов в стране и за рубежом изменилась. С глобальной точки зрения, рыболовство и аквакультура, потребление и торговля вступили в фазу медленного роста. Президент Китайской ассоциации рыбного хозяйства господин Цуй отметил в своем докладе, что основные традиционные страны-импортеры снижают уровень потребления, кроме этого, геополитические конфликты и другие факторы оказывают значительное влияние на цепочку поставок, что приводит к значительной корректировке логистических расходов и цен на продукты рыбного хозяйства. Кроме того, в этом году США ввели антидемпинговые пошлины в отношении Эквадора, Индии, Индонезии, Вьетнама и других стран, что привело к изменению структуры международного рынка.

С точки зрения внутреннего спроса, потребление водных продуктов имеет тенденцию к стабилизации, рынок имеет тенденцию к насыщению потребления, однако в западных регионах Китая, сельские районы все еще имеют потенциал роста потребления. Под влиянием изменений рыночного спроса китайская аквакультура также переживает новый переломный момент. Из-за ослабления рынка рыбохозяйственных продуктов, цикл размножения продлевается. В прошлом году, рынок аквакультурных кормов в Китае

также упал в первый раз в истории. (19.12.2024, *Новости сельского хозяйства КНР*)

Ключевые технологии искусственного выращивания тунца успешно прошли выездную проверку в провинции Хайнань

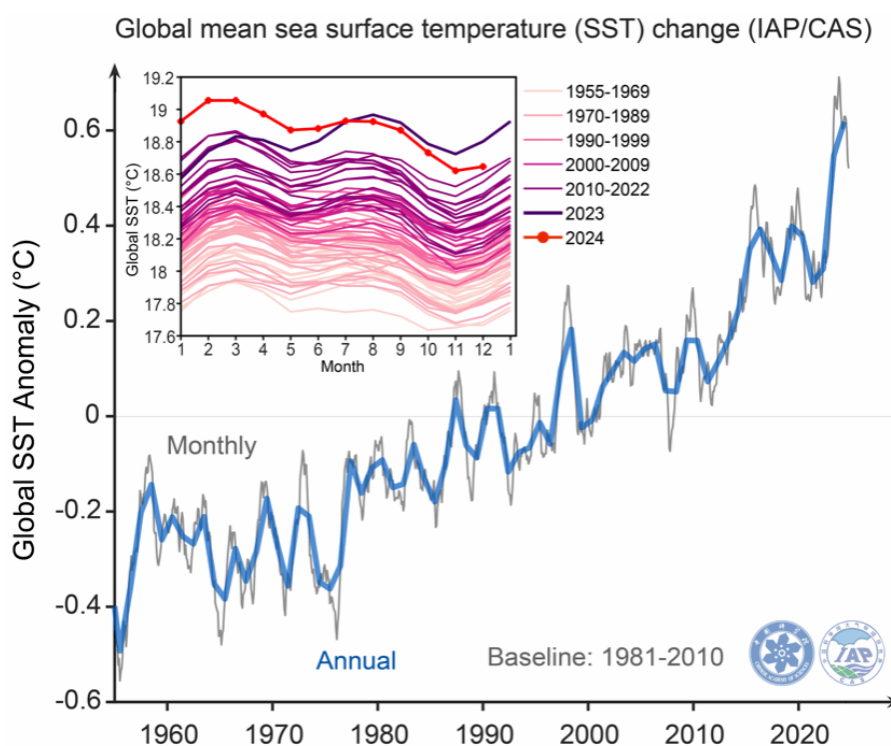
В рамках крупного научно-технического проекта провинции Хайнань эксперты оценили итоги многолетних исследований по отлову и разведению желтоперового тунца (黄鳍金枪鱼 *Thunnus albacares*). В ходе работы разработана методика искусственного выращивания этой промысловой рыбы с использованием водного объема в 12 тысяч кубометров, а также проведена демонстрация успешной адаптации выловленных в дикой среде особей. Из 575 тунцов, пойманных для эксперимента, к полноценному одомашниванию спустя 20 месяцев пришли около 60% особей, что считается высоким показателем для столь деликатного и труднокультивируемого вида. Кроме того, впервые в Китае тунца удалось успешно стимулировать к нересту и получить свыше 190 тысяч оплодотворенных икринок, у которых коэффициент вылупления достиг 83%.

Экспертная группа отметила, что в ходе проекта были комплексно изучены ключевые аспекты здорового выращивания тунца: определены питательные потребности и созданы специализированные корма, проработаны меры профилактики распространенных заболеваний, а также систематизированы методики репродуктивного контроля и искусственного разведения. Собранные результаты формируют целостную технологию одомашнивания и промышленного выращивания тунца, позволяя значительно улучшить качество и объем производства. По мнению специалистов, это не только укрепит позиции Китая в глубоководной аквакультуре, но и предоставит ценную техническую основу для расширения рыбохозяйственных возможностей страны. (15.01.2025, «*Институт рыбного хозяйства Южно-Китайского моря*»)

Мировой океан в 2024 году установил новый температурный рекорд

В новом докладе, подготовленном международной группой под руководством Института атмосферной физики (Китайская академия наук), ученые отмечают рекордные показатели температуры поверхности моря и теплосодержания верхних 2000 м. Этот рост тепла в океане распределен неравномерно: наибольшие аномалии зафиксированы в Индийском океане, Атлантике, Средиземном и Южном океанах, а также в северной части Тихого океана. Потепление уже отразилось на климате — в 2024 году 104 страны

сообщили о самых высоких температурах за всю историю наблюдений, а ряд регионов пострадал от засух, пожаров, сильных штормов и наводнений. Ученые предупреждают, что дальнейшее нагревание океана снижает содержание кислорода и может усиливать мощность будущих тайфунов и ураганов. Исследование опирается на несколько международных баз данных, в том числе наблюдения Argo, а вычисления проводились на высокопроизводительных суперкомпьютерах. Подробности опубликованы в журнале *Advances in Atmospheric Sciences*. Ссылка на статью: а(14.01.2025, «Китайская научная газета»)



Изменение глобальной средней температуры поверхности океана в период с 1955 по декабрь 2024 года

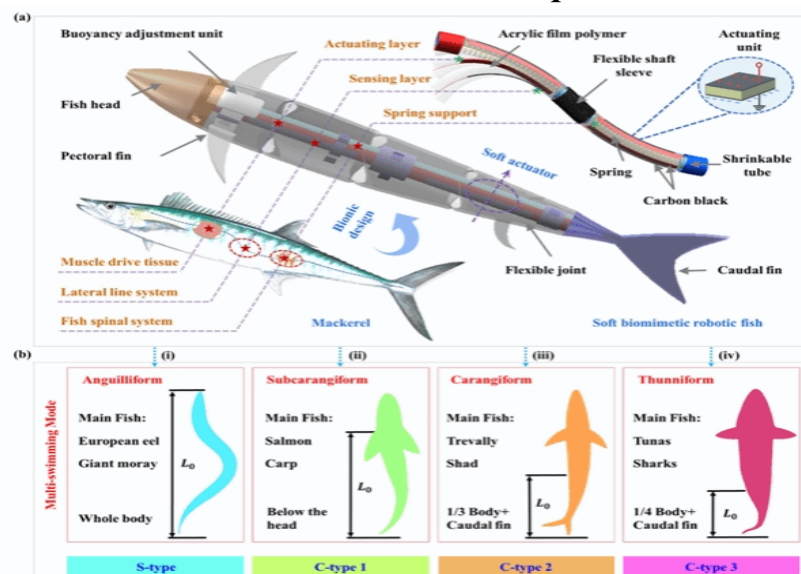
Прогресс в исследовании подводного биомиметического плавательного робота

Исследователи Института автоматки Шэньян при Китайской академии наук разработали мягкого робота-рыбу, способного адаптироваться к различным подводным условиям благодаря использованию биомиметического мышечного привода и встроенной гибкой системы восприятия. Это инновационное устройство впервые сочетает в себе синхронное управление, сенсорику и адаптивное переключение режимов движения, что приближает его к реальному поведению живых рыб.

Ключевые особенности:

- **Биомиметическая конструкция:** робот разработан по аналогии с макрелью и включает 3D-печатные гибкие элементы, повторяющие естественную структуру рыб.
- **Инновационный привод:** многослойная система с компрессионной пружиной, диэлектрическими эластомерными плёнками и гибкими электродами, обеспечивающая деформацию и динамическое управление движением.
- **Гибкая сенсорика:** встроенные высокочувствительные датчики позволяют роботу анализировать его положение, скорость и гидродинамическое окружение в реальном времени, что делает его автономным в выборе оптимального режима движения.
- **Адаптивные режимы плавания:** робот-рыба может переключаться между четырьмя различными стилями передвижения, в зависимости от условий окружающей среды:
 - *C-type 1* – передвижение в узких пространствах.
 - *C-type 2* – быстрый разгон и манёвренность в спокойной воде.
 - *C-type 3* – устойчивость к турбулентным потокам.
 - *S-type* – эффективное плавание в средах с высокой вязкостью.
- **Применение искусственного интеллекта:** система управления позволяет роботу анализировать изменения в водной среде и адаптировать свою кинематику в режиме реального времени.

Этот подводный биомиметический робот представляет собой значительный шаг в развитии автономных морских систем. Его потенциал распространяется на подводные исследования, мониторинг экосистем, военные технологии и подводную разведку. Разработка получила поддержку ведущих научных фондов Китая, включая Национальную программу ключевых исследований, Национальный фонд естественных наук и другие. (19.02.2025, Источник: Китайская академия рыбохозяйственных наук)



Ключевые научные достижения Института исследований водных биоресурсов Желтого моря за 2024 год

В 2024 году Институт исследований водных биоресурсов Желтого моря добился значительных успехов в области морской биологии, аквакультуры и контроля качества водных продуктов. Среди ключевых достижений выделяются следующие:

1. Исследование эволюции адаптивной иммунной системы позвоночных

Учёные впервые на клеточном уровне охарактеризовали иммунные системы водных позвоночных, включая бесчелюстных, хрящевых и костных рыб. Исследование позволило выявить консервативные и различающиеся эволюционные механизмы развития лимфоцитарных линий у разных групп позвоночных. Был идентифицирован новый тип Т-клеток, определены их функции и механизмы регуляции. Также было установлено, что В-клетки хрящевых рыб обладают активной фагоцитарной функцией, что позволяет расширить понимание иммунных стратегий рыб и создать основу для разработки новых методов селекции устойчивых к заболеваниям рыбных видов.

2. Исследование адаптации бурых водорослей

Впервые опубликованы геномные данные 60 видов бурых водорослей со всего мира. Анализ выявил ключевые механизмы их эволюции и адаптации к экстремальным условиям приливно-отливной зоны. В ходе исследования были изучены горизонтальный перенос генов, перестройки белковых доменов и метаболические пути, связанные с устойчивостью к различным стрессовым факторам. Полученные данные позволяют лучше понимать механизмы устойчивости водорослей и открывают возможности для их использования в биотехнологиях и экологии.

3. Разработка новых генетических ресурсов групперов

Созданы два новых вида групперов – *Юньлун-группер* и *Золотой тигровый гибрид*, обладающие ускоренным ростом и высокой устойчивостью к неблагоприятным условиям. Исследование показало, что их гибридное преимущество формируется за счёт сочетания генетических факторов и сниженного уровня метилирования ДНК, что влияет на липидный обмен и ускоряет рост. Разработаны инновационные методы заводского массового разведения мальков, а один из новых видов уже внедрён на рынке, заняв более 10% в национальном производстве аквакультуры. Эта работа способствует повышению продуктивности рыбоводческих хозяйств и развитию устойчивого производства в отрасли.

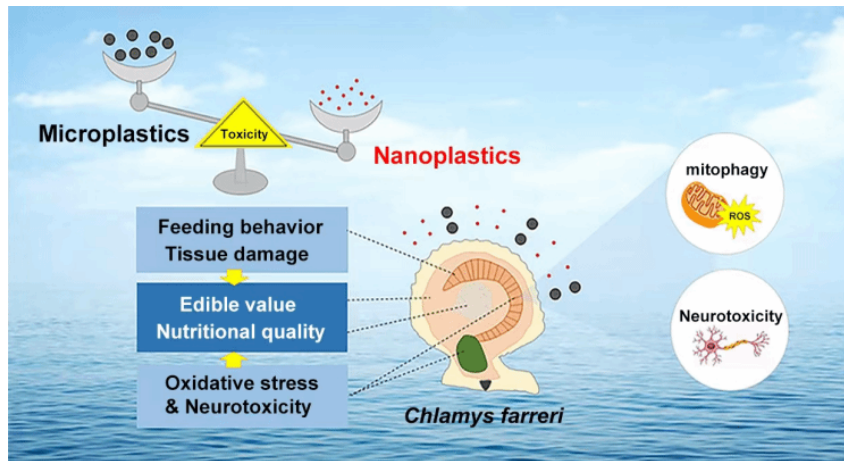


4. Выявление вирусного разнообразия морских беспозвоночных

Исследователи идентифицировали 90 видов РНК-вирусов, из которых 69 ранее не были известны науке. Был проведён глубокий анализ вирусного разнообразия ракообразных и моллюсков, что позволило выявить эволюционные связи между новыми вирусами и их хозяевами. Особое внимание уделено изучению герпесвируса устриц (*OsHV-1*), который оказывает значительное влияние на аквакультуру. Исследование показало, что вирус использует механизм иммунного уклонения, кодируя «ложные мишени» для обхода защитных систем хозяина. Эти данные открывают новые возможности для разработки методов предотвращения вирусных инфекций в морском хозяйстве.

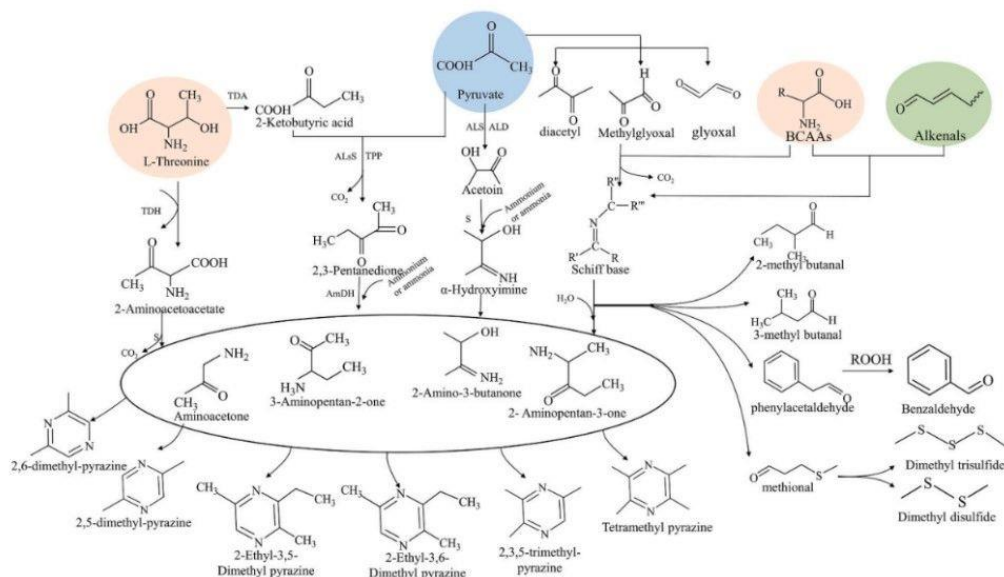
5. Влияние микропластика на безопасность морепродуктов

Исследование выявило, что микропластик в морской среде не только непосредственно загрязняет водные организмы, но и способствует накоплению в них вредных органических соединений, таких как полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Установлено, что микропластик играет роль носителя загрязняющих веществ, увеличивая их концентрацию в морепродуктах и потенциально представляя угрозу для здоровья человека. Также выяснено, что высокие концентрации микропластика негативно влияют на физиологию морских животных, вызывая изменения в митохондриальном метаболизме, окислительный стресс и нарушения работы нервной системы. Полученные результаты позволяют более точно оценивать риски загрязнения морепродуктов и разрабатывать стратегии для минимизации их воздействия.



6. Улучшение качества сушёной рыбной продукции

В рамках исследования были проанализированы процессы ферментации, влияющие на вкус и текстуру сушёной рыбы, а также изучены механизмы образования вредных соединений. Разработаны новые технологии улучшения органолептических характеристик и контроля качества продукции. В частности, оптимизированы параметры сушки, снижено содержание потенциально опасных соединений, таких как нитрозамины, и увеличен срок хранения готовой продукции. Новые методы уже внедрены на ряде предприятий и способствуют повышению безопасности и конкурентоспособности сушёной рыбной продукции. (12.02.2025, Источник: Институт Желтого моря)



Вкусовой профиль типичного сушеного продукта из морепродуктов (вверху справа) с метаболическими путями ключевых вкусовых веществ