

Сведения о выполненных работах
в период с 20.07.2020 г. по 30.06.2021 г.

по проекту «**Переносчики возбудителей дирофиляриоза и сетаориоза
в Западной Сибири**»,

поддержанному Российским научным фондом

Соглашение № 20-74-10040

Руководитель: Артемов Глеб Николаевич, канд. биол. наук

Дирофилярии *D. immitis* и *D. repens* – инвазивные виды паразитических нематод, высокими темпами продвигающиеся на северные и восточные территории РФ, а также представляющие значительную ветеринарную и медицинскую проблемы. Дирофилярии – гетероксенные биогельминты, использующие в качестве переносчика (промежуточного хозяина) кровососущих комаров. Трансмиссивная фаза в жизненном цикле дирофилярий связана с адаптацией паразита и его расселением. На территории РФ эта фаза гельминто-гостальных отношений мало изучена (распространение, значимость видов комаров в трансмиссии паразита, частота встречаемости в природных популяциях и др. аспекты).

Распространенность инвазии

В 2020 г. было обследовано 51 местообитание имаго комаров в бассейне Оби (от с. Тюнгур Республики Алтай на Катунь до г. Лабытнанги и г. Салехарда, ЯНАО в низовьях Оби) на участке общей протяженностью 2134 км с целью изучения встречаемости и видового состава дирофилярий, а также связанных с ними видов комаров-переносчиков. Основные исследования 2020 г. проведены в Томском Приобье. Всего изучено свыше шести тысяч особей. В южных областях Западной Сибири (Алтайский край, Республика Алтай, Новосибирская, Омская области) паразит регистрируется уже больше двух десятилетий (Старостина и др., 2018). Северные территории (Томская и Кемеровская область, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономный округ) до начала наших работ были практически не изучены. Наши исследования показали, что в настоящее время дирофилярии совершенно обычны для большинства населенных пунктов Томской области от южных районов (Томский, Кожевниковский) до северных (Александровский). Местная передача паразита в Томской области показана до р. Васюган (59 ° с. ш.). В ХМАО проведены предварительные исследования, выявившее обитание вида *D. repens* вплоть до 62,5 ° с.ш. (п. г. т. Приобье), что на сегодняшний день наиболее северная находка не только по Западной Сибири, но и в России. Севернее (Березово, Шурышкар, Лабытнанги, Салехард) дирофилярии в популяциях кровососущих комаров не проявились.

Виды комаров-переносчиков

В Томской области выявлено три вида малярийных комаров, зараженных дирофиляриями. Наиболее активными переносчиками оказались *An. messeae* (3,2 %) и *An. daciae* (3,1 %), менее – *An. beklemishevi* (1,6 %). Южнее 57-й параллели в Томской

области встречался, в основном, *An. daciae* (>95 %), средняя зараженность которого составила 2,7 %. На экстенсивность инвазии малярийных комаров существенно влияли локальные условия. Так, зараженность правобережных популяций Оби превышала таковую левобережных в 3-4 раза. На левом берегу активнее переносил инвазию *An. daciae* (2,6 %), на правом – *An. messeae* (5,8 %). В популяциях *An. beklemishevi* высокий уровень инвазии (4,4 %) зафиксирован при доминировании вида в местообитании свыше 90 %. В целом, зараженность малярийных комаров по Томской области оказалась в полтора раза выше, чем немалярийных.

Виды паразита

Практически все случаи заболевания человека в РФ диагностированы как подкожный или офтальмодиросифилиоз, вызываемый *D. repens*. В целом, он менее опасен, чем легочный диросифилиоз, вызываемый *D. immitis*, но в редких случаях летален. Возбудитель легочного диросифилиоза также продвигается на север и восток, однако медленнее в сравнении с *D. repens*. В наших исследованиях *D. immitis* обнаруживалась с частотой не более 5 %, преимущественно на правом берегу Оби. Севернее 57-й параллели начинается обильная заболоченность, возрастает влажность, многократно увеличивается численность комаров. Это создает предпосылки для возникновения устойчивых эпизоотических, а в последующем — возможно и эпидемических очагов циркуляции легочной диросифилирии. На сегодняшний момент наиболее северная находка *D. immitis* в промежуточном хозяине в Западной Сибири – 58,5 ° с. ш. (с. Новоселово Колпашевского р-на Томской области), однако вопрос о распространенности этого вида по-прежнему открыт.

Устойчивость паразита к субпороговым температурам.

Климат Западной Сибири существенно отличается от мягких условий эндемичных регионов ареала диросифилирий. Он изменяется от резко-континентального в южных областях Западной Сибири до влажного континентального, субарктического и арктического – в северных. Перепады суточных температур в период сезона развития диросифилирий в Причерноморье (г. Ялта) в 2020 г. составили 7,2 °С, в с. Чемал (Республика Алтай) – 14,7 °С, в Новосибирске – Александровском (Новосибирская, Томская области) – 12,2-12,7 °С, в Ханты-Мансийске – Октябрьском – Березово – 9,7-9,8 °С. Количество дней, когда температура не опускается ниже пороговой (14 °С), в Ялте – более 150, в Западной Сибири – от 16 (с. Березово) до 40 (г. Барнаул). Наши наблюдения в природе и лабораторные эксперименты показали высокую устойчивость микрофилярий к субпороговым температурам от 0 °С до 14 °С. В частности, при температуре 0 °С (ниже активности переносчика) микрофилярии выдерживали до двух суток без заметных потерь. Анализ полученных данных показал, что по мере экспансии на север микрофилярии адаптировались сначала к высоким перепадам суточных температур в южных областях Западной Сибири и с продвижением на север – к пониженным температурам, а также дефициту эффективных температур. В ходе отбора на холодоустойчивость они перешли с непрерывного типа развития на

дискретный (дробный), когда периоды умеренного и быстрого роста чередуются с короткими и (или) длительными остановками.

Гостальная специфичность в селекции паразита.

Помимо климатических и погодных факторов существенное влияние на отбор паразита оказывают его отношения с местными видами и популяциями комара-переносчика. Со стороны промежуточного хозяина влияние оказывают: 1) генетическая структура популяций комаров, определяющая возможность развития паразита в организме хозяина (особенности поведения, активность ферментов пищеварительной системы, устойчивость иммунной системы), 2) представители местной микрофлоры (бактерии, сапрофитные и паразитические грибы, дрожжи, микроспоридии, протисты и пр.) или паразитофауны (гельминтозы, инфестации), находящиеся с переносчиком в широком спектре отношений – от симбиоза до антагонизма. Наиболее существенное влияние на регуляцию численности паразита (интенсивности инвазии) оказывает реакция меланизации (инкапсуляции) нематод со стороны иммунной системы комара, специфично зависящая от особенностей его генома. У малярийных комаров этот барьер чаще срабатывал на ранних стадиях развития микрофилярий (L1), у немалярийных – на поздних (L2-L3). Представители аборигенной микрофлоры (микробиома), также способны подавлять развитие микрофилярий как конкуренты или патогены на всех стадиях развития, вплоть до инфективной. По предварительным оценкам в западно-сибирских популяциях малярийных комаров паразит вызревает не менее чем в 6 % случаев от первоначального числа зараженных самок. Ожидаемая доля вызревания микрофилярий составляет не менее 10-12 %. Доля заражений комаров будет возрастать по мере адаптации паразита к местным условиям.

Температурные модели развития микрофилярий

Для оценки перспектив адаптации дирофилярий построены сезонные и многолетние климатические модели. Их исследование выявило тенденции изменения климата бассейна Оби. Показано увеличение средних значений сезонной суммы эффективных температур за последние 45 лет. Тенденция нарастания среднедолголетних значений эффективных температур наблюдалась по всей Западной Сибири, а ее темпы во многом определялись локальными условиями, что создавало неравномерность изменения параметра в географическом плане. Из моделей следует, что северной границей распространения дирофилярий может стать 64-я параллель (с. Березово), до которой популяции паразита способны поддерживать численность выше критической. При дальнейшем потеплении граница может быть сдвинута на север. Среднегодовые температуры за последние 50 лет в северных областях возрастали вдвое быстрее, чем в южных, но это слабо связано с возрастанием эффективных температур. Анализ среднемесячных температур выявил устойчивую тенденцию к раннему приходу весны и позднему окончанию осени. Выявленные изменения климата благоприятны для адаптации дирофилярий, их экспансии на север. Эпидемический и эпизоотический прогноз по дирофиляриозу не критичен, но неблагоприятен.