изучаемой возрастной группы животных. Полученные данные говорят о целесообразности введения антиоксидантов группе старых животных на фоне хронической интоксикации.

1. Боев В. М. Сернистые соединения природного газа и их действие на организм / В. М. Боев, Сетко Н. П. – М. : Медицина, 2001. – 216с.
2. Бродский В. Я. Околочасовые метаболические ритмы / В. Я. Бродский // Биохимия. – 2014. – т.79. – Вып. 6. – с. 621 – 634
3. Доценко Ю. И. Гигиена труда при переработке природного газа с высоким содержанием сероводорода / Ю. И. Доценко, В. Г. Сердюков // Астраханский медицинский журнал. – 2007. – Т. 2. – № 2. – С. 71.
4. Меньшиков В. В. Методические указания по применению унифицированных клинических лабораторных методов исследований / В. В. Меньшиков. – М. – 1973. – С. 45-47.
5. Рожкова И. С. Онтогенетические особенности показателей свободнорадикальных процессов плазмы крови крыс / И. С. Рожкова, Д. Л. Теплый, Б. В. Фельдман // Астраханский медицинский журнал. – 2013. – Т. 8. – № 1. – С. 209-211.
6. Рожкова И. С. Динамика свободнорадикальных процессов при хронической интоксикации / И. С. Рожкова, Д. Л. Теплый // Журнал «Естественные науки». – №3. – т. 52. – с. 61-65
7. Ярошинская А. П. Функционально-морфологическое состояние плазмы крови и эритроцитов человека в юношеском, взрослом и зрелом возрастах в норме и в условиях воздействия серосодержащих поллютантов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук / А. П. Ярошинская. – Астрахань, 2011. – 34с.
8. Brodsky V. Y. Rhythm of protein synthesis and other circadian oscillations / V. Y. Brodsky, D. Lloyd, E. Rossi. // Ultradian rhythms in life processes. – L.: Springer. – 1992. – P. 23-40.

Романенко В.Н.¹, Вайшла О.Б.¹, Лихоманова Е.Д.¹, Кожемякин А.М.²
Новый подход к снижению активности эпидемиологически опасных клещей с помощью миллиметрового диапазона электромагнитных волн

¹Томский государственный университет

²ООО «Спинор»

(Россия, Томск)

doi 10.18411/scc-05-2018-17

idsp 000001:scc-05-2018-17

Аннотация

В данной статье рассмотрен актуальный вопрос, связанный с перспективами использования миллиметрового диапазона электромагнитных волн в практических целях. Проведен эксперимент по изучению действия фонового резонансного излучения, записанного с иксовых клещей, относящихся к виду *Ixodes persulcatus* и *Ixodes pavlovskyi*. В результате получены данные, свидетельствующие о снижении способности клещей зацепляться за флаг.

Ключевые слова: иксовые клещи, крайне высокие частоты, электромагнитное излучение, фоновое резонансное излучение, вода.

Иксовые клещи являются обязательными паразитами разнообразных животных и имеют всеветное распространение. Наиболее опасные для человека и животных пастбищные клещи рода *Ixodes*, которые также имеют широкий ареал, но практически везде заселяют биотопы с богатой растительностью в виде травы, кустарников, деревьев. Среди них *Ixodes persulcatus* P. Sch. 1930 (таёжный клещ) имеет ареал обитания, охватывающий всю таежную зону нашей страны и стран Балтии. В пределах Белоруссии и Украины существует несколько локальных мест его поселения. В то время как *Ixodes pavlovskyi* Pom. 1946 (второй по значению в таёжной зоне Азиатской части России) имеет разорванный ареал обитания. Он обитает на Дальнем востоке (Приморский край), местами в Западной Сибири в горах Южной Сибири и в

горах северо-востока Казахстана. В конце XX века этот вид найден в окрестностях г. Томска (Сапегина, 1972; Филиппова, Панова, 1998; Романенко, 2005). Из всех названных видов наиболее многочисленный – таежный клещ *Ixodes persulcatus*.

Наибольшее значение клещи рода *Ixodes* имеют как переносчики возбудителей различных трансмиссивных природно-очаговых заболеваний человека и животных. Для человека опасны только те виды клещей, которые способны нападать на него и присасываться. В нашем регионе таковыми являются *Ixodes persulcatus* и *Ixodes pavlovskyi* (Романенко, Чекалкина, 2004). Эти клещи подвергались всестороннему изучению, в результате исследований установлено, что они участвуют в распространении различных по своей природе большого числа опасных болезней человека и животных. Среди них 5 видов вирусных заболеваний, из которых чаще всего человек поражается вирусом клещевого энцефалита. К настоящему времени от таежного клеща в пределах его ареала выделено несколько тысяч штаммов вируса клещевого энцефалита (Злобин, Горин, 1996; Чаусов, и др., 2011). Многочисленными исследованиями показано, что таежный клещ является не только основным переносчиком этого вируса, но и основным его хранителем между сезонами циркуляции инфекции (Таежный клещ, 1985; Алексеев, 2007; Mikryukova et al., 2014).

Таежный клещ является переносчиком и многих других заболеваний, вызываемых различными по систематическому положению микроорганизмами - от риккетсий до простейших. Среди риккетсиозов наиболее часто из клещей в пределах ареала выделяются риккетсии Бернета (лихорадка Ку) и местами – сыпного тифа Северной Азии. Эти микроорганизмы клещи могут передавать трансфазно, трансовариально, трансмиссивно, а также с экскрементами и слюной (Балашов, Дайтер, 1973). Считается, что они являются основными резервуарами риккетсий Бернета, особенно в межэпизоотический период.

Определенное значение имеют клещи и в передаче различных бактерий, вызывающих такие заболевания, как туляремия, псевдотуберкулез, эризпеллоид, сальмонеллез, а также в передаче простейших, вызывающих бабезиоз крупного рогатого скота (Балашов, 1998 и др.).

Относительно недавно выяснилась значительная роль клещей в циркуляции боррелий в природных очагах, вызывающих у человека болезнь Лайма (Коренберг и др., 2002; Korenberg, et al., 2009 и др.). Массовое паразитирование таежного клеща на прокормителях также влияет на состояние хозяина, снижая их устойчивость к вторичным инфекциям.

Как показали наши исследования, клещи узнают о приближении человека исключительно по запаху, исходящему от него, при этом они могут перемещаться в сторону источника запаха и даже к остаточному запаху от проходящего человека и животных. Вибрация почвы от перемещения человека и крупных животных и тепловое излучение не оказывает влияния и не вызывает у них подготовки к зацеплению или перемещения к тропе (Романенко, 1984; Романенко 1989). Клещи *Ixodes persulcatus* и *Ixodes pavlovskyi* обладают высокой чувствительностью к запаху человека: расстояние, с которого они улавливают его, зависит от его веса, направления и силы ветра (Романенко, 2004).

Современные методы защиты от клещей строятся на разработках и применении новых акарицидных и репеллентных препаратов. Разработанные методы защиты от нападения иксодид зачастую оказывают на человека косвенное или прямое отрицательное воздействие. Поэтому поиск новых нехимических способов защиты от клещей является актуальным.

В последние годы накоплено значительное количество результатов исследований, доказывающих, что биоэлектромагнитные и фотобиологические факторы являются фундаментальными для функциональной и структурной организации биосистем (Fels D., Cifra M., Scholkmann F., 2015). История концепции

биологического поля связана с теориями о неравновесном, нелинейном и когерентном поведении биологических систем. В клетке всегда существует электродинамическое поле, поскольку здесь много заряженных молекул, ионов, разнообразных химических реакций, и это поле отнюдь не ограничивается хорошо всем известными процессами фотосинтеза, окислительного фосфорилирования, мембранного потенциала, электростатикой формирования хроматина и третичной структуры белков. Поскольку доказано, что эндогенные электродинамические поля клетки играют важную роль в организации клеточных процессов, возникла идея применения резонансного адресного излучения на частотах вредителей для подавления его активности. Применение крайне высоких частот (КВЧ) электромагнитных излучений мм диапазона (1—10 мм) с частотой 30—300 ГГц на живых объектах с целью выявления отрицательного влияния на насекомых, в частности на вредителей хвойных пород, показала эффективное снижение уровня заражения короедами деревьев (Вайшла, Лихоманова, 2016).

Целью работы являлось выявление влияния фонового резонансного излучения (ФРИ) на активность иксодид, выражающееся в их способности зацепляться за одежду человека при их контакте.

Исследование проводилось в рекреационной зоне на окраине города Томска в сосново-берёзовом лесу, примыкающему к спортивной базе «Кедр». Клещей собирали вдоль тропы, проложенной отдыхающими, большей частью по опушке берёзового леса, частично по пологому склону со смешанным древостоем. Общая длина тропы составляла около 1 км и была относительно мало посещаемая. Проведение опытов проводилось на аппаратах и излучателях крайне высоких частот СПИНОР «АКТИВАТОР».

Для достижения поставленной цели применили следующие методы. Применение КВЧ излучения в режиме ФРИ представляет оригинальную методику активизации излучателя ММ-диапазона для последующего воздействия на биологические объекты с помощью прибора СПИНОР «АКТИВАТОР». В приборе СПИНОР «АКТИВАТОР» применяется генератор на диоде Ганна, который формирует высокочастотные колебания диапазона фонового резонансного излучения (ФРИ). Эффект Ганна связан с тем, что в полупроводниковом материале диода периодически возникает, перемещается по нему и исчезает область (домен) сильного электрического поля.

При формировании эффекта ФРИ происходит генерация электромагнитного излучения, которая обусловлена образованием электронов с повышенной энергией на катоде полупроводникового прибора. Электроны дрейфуют по объему полупроводника и поглощаются на аноде прибора. Дрейф через полупроводник электронов с повышенной энергией сопровождается изменением дипольно-активных состояний полупроводниковой структуры, образованных узлами кристаллической решетки, примесными атомами и границей раздела металл-полупроводник. Таким образом, меняется внутренняя электронная структура полупроводника. Эти изменения определяются электромагнитным полем в образце, которое формируется с участием не только самого полупроводника, но и биологического объекта, входящего в генераторный контур системы «полупроводниковый прибор - биологический объект».

В результате происходит формирование нового устойчивого состояния электронной структуры полупроводника с фиксацией в ней характеристик собственных электромагнитных колебаний биологического объекта. Очень важно, что это устойчивое состояние дипольно-активных компонентов структуры после отключения прибора от источника питания сохраняется (Кожемякин А.М., 2008).

В нашем исследовании объект-мишенью выступали активные клещи, находящиеся на растительности в ожидании контакта с прокормителем.

Для фиксации частотных характеристик ФРИ использовали только что пойманных клещей в количестве 43 особей, из них 7 самок и 11 самцов относились к виду *Ixodes persulcatus*, а 13 самок и 12 самцов к – *Ixodes pavlovskyi*. Так как эти клещи

обитают совместно, то и сигнал с них снимали одновременно на один излучатель, имеющий широкополосную антенну. Для этого клещей помещали в равном количестве в две пробирки диаметром 6,5 мм и длиной 25 мм. Сигнал снимали и записывали в течение одной минуты. Затем излучателем воздействовали на дистиллированную воду объемом один литр в течении десяти минут.

Подготовленной водой опрыскивали «флаг» для сбора клещей до влажного, но не сырого состояния. Наши наблюдения во время проведения учётов численности клещей в другом исследовании показало, что за сырой флаг клещи зацепляются намного реже, чем за сухой или влажный. Для исследования использовали стандартный флаг, применяемый акариологами для сбора активных иксодовых клещей, ожидающих встречи с прокормителем на травинках в природных условиях для различных целей. Флаг представлял собой вафельную полотняную ткань шириной 60 см и длиной 120 см, узким концом он был закреплен на коротком древке длиной 70 см. Для того, чтобы полотнище флага плотнее прилегал к поверхности почвы и меньше отклонялось порывами ветра, в конец флага вшивали металлический прутик диаметром 6 мм и длиной 60 см. В ходе опыта оба флага волочили по траве одновременно с обеих сторон около учётной тропы, осматривая его через каждые 20—30 м. Длина маршрута составила около 1 км (Романенко, Щербаков, 2015; Romanenko, Leonovich, 2015).

Для контроля сбор клещей осуществляли соразмерным флагом, который опрыскивали синхронно и в равном объёме с опытным вариантом дистиллированной водой, полученной тем же дистиллятором, что и обработанная вода. Контрольный флаг волочили по противоположной стороне стороны от флага, смоченного заряженной водой. Периодически стороны тропы, по которой волочили флаг для сбора клещей, синхронно меняли, обычно через 40—60 м. Опыты проводили в утренние часы с 10 до 12 при малой облачности и высокой влажности воздуха, то есть в наиболее благоприятных для активности иксодид условиях.

Результаты и обсуждение

В первом опыте 24.05.2017 г. на флаг, смоченный обработанной водой, было собрано с растительности 8 самок и 4 самца *Ixodes pavlovskyi*. Контрольный флаг, смоченный простой водой, на этом же параллельном маршруте собрал 10 самок и 13 самцов *Ixodes pavlovskyi*.

Второй опыт провели 05.06.2017 г. В этом опыте воду обрабатывали излучателем, который применялся в предыдущем опыте (24.05). Смоченный опытный флаг собрал 2 самки и 1 самца *Ixodes pavlovskyi* и 2 самки и 1 самца *Ixodes persulcatus*. В то время как контрольный флаг, смоченный простой водой того же объема, собрал 11 самок и 6 самцов *Ixodes pavlovskyi*.

Сбор и на контрольном, и на опытном флаге преимущественно клещей *Ixodes pavlovskyi* не указывает на избирательное влияние ФРИ на отдельные виды иксодид. В данном биотопе, согласно предыдущим исследованиям, доминирует вид *Ixodes pavlovskyi*. В то время как второй вид встречается значительно реже, что наблюдается на всех окраинах города Томска (Romanenko, Leonovich, 2015).

Полученные предварительные результаты показывают, что излучение в режиме ФРИ оказывает заметное отрицательное влияние на способность клещей зацепляться за флаг. Вне всякого сомнения, необходимо было провести большее количество опытов, чтобы статистически подтвердить это предположение, но по ряду причин этого сделать не удалось до того, как массовая активность клещей закончилась.

1. Алексеев А.Н. Современное состояние знаний о переносчиках клещевого энцефалита // Вопросы Вирусологии. – 2007. – № 5. – С. 22–26.
2. Балашов Ю. С. Иксодовые клещи – паразиты и переносчики инфекций / Ю. С. Балашов. – СПб.: Наука, 1998. – 287 с.

3. Балашов Ю.С. Кровососущее членистоногие и риккетсии / / Ю. С. Балашов, А.Б. Дайтер. – Л.: Наука, 1973. – 250 с.
4. Вайшла О.Б., Лихоманова Е.Д. Новый аспект применения низкоинтенсивного излучения в защите *Abies sibirica* от уссурийского полиграфа // Материалы Международной конференции «Мониторинг и биологические методы контроля вредителей и патогенов древесных растений: от теории к практике». Москва, 18–22 апреля 2016 г. Красноярск: ИЛ СО РАН. 2016. С. 48–49.
5. Злобин В.И., Горин О.З. Клещевой энцефалит. Этиология, эпидемиология и профилактика в Сибири. / В.И. Злобин, О.З. Горин. – Новосибирск: Наука, 1996. – 142 с.
6. Коренберг Э.И., Горелова Н.Б., Ковалевский Ю.В. Основные черты природной очаговости иксодовых клещевых боррелиозов в России // Паразитология. – 2002. – Т. 36, № 3. – С. 177–191.
7. 21. Лихоманова Е.Д., Вайшла О.Б., Кожемякин А.М. Влияние фонового резонансного излучения миллиметрового диапазона электромагнитных волн крайне высокой частоты на грибные фитопатогены яровой пшеницы сорта «Ирень» // Сборник научных работ 34й Международной научной конференции Евразийского Научного Объединения (г. Москва, декабрь 2017). — Москва: ЕНО, 2017. — С. 73 – 75.
8. 22. Петросян В.И. Радиофизика воды и жизни: монография / В.И. Петросян. – Саарбрюкен (Saarbrücken): Lambert Academic Publishing, 2017. – 494 с.
9. Романенко В.Н. Роль химических и вибрационных стимулов в привлечении клещей *Ixodes persulcatus* к тропам // Ориентация насекомых и клещей. – Томск: Изд-во Томского государственного университета, 1984. – С. 124–127.
10. Романенко В.Н. Повторный вылов таежных клещей на постоянных маршрутах // Паразитология. – 1988. – № 3. – С. 261–263.
11. Романенко В.Н. Поведенческая реакция таежного клеща на запах разных людей // Вестник Томского государственного университета. Сер. «Естественные науки». 2004. – № 11, приложение. – С. 130 – 131.
12. Романенко В.Н. Особенности биологии иксодовых клещей, обитающих в окрестностях г. Томска // Паразитология, 2005. – № 5–С. 365–370.
13. Романенко В.Н., Чекалкина Н.Б. Видовой состав иксодовых клещей на территории г. Томска // Вестник Томского государственного университета, секция «Естественные науки». – 2004. – № 11, приложение. – С. 132–135.
14. Романенко В.Н., Щербakov М.В. О способности клещей *Ixodes pavlovskyi* (Parasitiformes, Ixodidae) привлекаться лесными тропами. Современные проблемы зоологии и паразитологии. Материалы VIII Международной конференции «Чтение памяти И.И. Барабаш-Никифорова» г. Воронеж, 19 марта 2016 г. Воронеж: Издательский дом ВГУ, 2016. – С. 145–151.
15. Сапегина В.Ф. К биологии *Ixodes pavlovskyi* // Трансконтинентальные связи перелетных птиц и их роль в распространении арбовирусов. – Новосибирск: Наука, 1972. – С. 388–391.
16. Таежный клещ *Ixodes persulcatus* Schulze (Acarina, Ixodidae): Морфология, систематика, экология, медицинское значение /ред. Филиппова Н.А. Л.: Наука, 1985. – 416 с.
17. Устройство для регулирования физиологических процессов в биологическом объекте: пат. 2341851 Рос. Федерация: МПК51 H01L29/00, A61N5/02 / Кожемякин А.М., Ткаченко Ю.А.; заявитель и патентообладатель Закрытое акционерное общество "СЕМ технолджи" – № 2341851; заявл. 08.05.2007; опубл. 20.12.2008, - 12 с.
18. Филиппова Н.А., Панова И.В. Географическая изменчивость всех активных фаз онтогенеза как основа для оценки внутривидовой таксономической структуры *Ixodes pavlovskyi* (Ixodidae) // Паразитология. – 1998. – № 5. – С. 396–411.
19. Чаусов Е.В., Терновой В.А., и др. Молекулярно-генетический анализ полного генома вируса клещевого энцефалита сибирского субтипа на примере современного изолята Коларово-2008 // Проблемы особо опасных инфекций, 2011. – С. 44–48.
20. Fels D., Cifra M., Scholkmann F. Fields of the Cell // Institute of Botany, University of Basel, Switzerland; Institute of Photonics and Electronics, The Czech Academy of Sciences, Prague, Czech Republic; BellariaRain 10, Zurich, Switzerland. – 2015. – 321 p.
21. Mikryukova T.P., Moskvitina N.S. et al. Surveillance of tick-borne encephalitis virus in wild birds and ticks in Tomsk city and its suburbs (Western Siberia) // Ticks and Tick-borne Diseases. – 2014. – Vol. 5. (2). – P. 145–151.
22. Romanenko V., Leonovich C.. Long-term monitoring and Tomsk city (Western Siberia // Experimental and Applied Acarology. –2015. –V. 65 (2). – 103 p.