



ЭПИЗООТОЛОГИЯ, ЭПИДЕМИОЛОГИЯ И МОНИТОРИНГ
ПАРАЗИТАРНЫХ БОЛЕЗНЕЙ

Поступила в редакцию: 26.05.2016
Принята в печать 28.11.2016

УДК 619:616.995.132
DOI: 10.12737/23072

Для цитирования:

Криворотова Е.Ю., Нагорный С.А. Область применения температурных ЕРД-моделей дирофиляриоза // Российский паразитологический журнал. — М., 2016. — Т. 38, Вып. 4. — С. 488–495

For citation:

Krivorotova E.Y., Nagorny S.A. Areas of application of temperature based DDU models for dirofilariasis. Russian Journal of Parasitology, 2016, V. 38, Iss. 4, pp. 488–495

ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ЕРД-МОДЕЛЕЙ ДИРОФИЛЯРИОЗА

Криворотова Е.Ю., Нагорный С.А.

Ростовский научно-исследовательский институт микробиологии и паразитологии Роспотребнадзора, 344000, г. Ростов-на-Дону, пер. Газетный, д. 119, e-mail: krivorotova_elena@mail.ru, lab-parazit@bk.ru

Реферат

Цель исследования — изучить возможность применения температурной ЕРД-модели для профилактики дирофиляриоза.

Материалы и методы. При математическом моделировании дирофиляриоза использована климатическая HDUs-модель, которая основана на влиянии среднесуточной температуры воздуха на скорость развития личинок дирофилярий в комарах. Для развития личинок до инвазионной стадии необходима сумма в 130 единиц развития дирофилярий (ЕРД), накопленная в срок не более 30 суток при среднесуточной температуре свыше 14 °С. Для расчета использованы ежедневные данные о среднесуточной температуре воздуха для городов Ростов-на-Дону (1996–2012 гг.), В. Новгород (2008–2012 гг.), Анапа и Астрахань (2008–2012 гг.).

Результаты и обсуждение. По результатам температурного моделирования установлено, что ЕРД-модели имеют низкую значимость для прогнозирования заболеваемости собак дирофиляриозом (коэффициент корреляции Пирсона минус 0,45). Модель учитывает только среднесуточную температуру и не учитывает другие факторы, влияющие на показатели заболеваемости. Сроки эпидемического сезона дирофиляриоза в г. Ростове-на-Дону с 1999 по 2012 гг. отличались в зависимости от среднесуточных температур. Так, самая ранняя дата начала сезона передачи дирофиляриоза за этот период приходится на 2012 год — 12 мая, самая поздняя на 2001 год — 29 июня. Определены оптимальные сроки профилактики дирофиляриоза у собак: для гг. Ростова-на-Дону, Анапы, Астрахани дачу микрофилярицидов собакам необходимо продолжать с 15 мая по 4 ноября, в г. Великом Новгороде — с 15 июня по 31 августа. Таким образом, ЕРД-модели дирофиляриоза можно применять для установления сроков эпидемиологического сезона дирофиляриоза и сроков профилактической обработки собак от дирофиляриоза.

Ключевые слова: дирофиляриоз, температурная модель, единица развития дирофилярий (ЕРД), эпидемиологический сезон.

Введение

Возбудители трансмиссивных паразитозов для достижения инвазионной стадии проходят в переносчике цикл развития, скорость которого зависит от температуры окружающей среды. Глобальное потепление климата может привести к расширению ареалов возбудителей трансмиссивных болезней и их переносчиков и к росту заболеваемости [2, 6, 11]. Для



прогнозирования уровня заболеваемости и ареалов распространения возбудителей трансмиссивных паразитозов проводят математическое моделирование — наиболее популярны однофакторные температурные модели. Модели дирофиляриоза, основанные на влиянии температуры на время инкубации личиночной стадии дирофилярий в комарах, базируются на исследованиях J.F. Fortin и J. Slocombe [7], продемонстрировавших, что развитие микрофилярий *Dirofilaria immitis* до инвазионной стадии при температуре 30 °С завершается за 8–9 суток. Первая температурная модель передачи дирофиляриоза сформулирована в 1989 г. [12]. Позднее исследователи разработали температурные модели дирофиляриоза для Европы [8], Канады [9], Англии [10], Аргентины, Чили, Уругвая [2] и других стран.

Нами в данной работе рассмотрены возможные области применения температурных моделей дирофиляриоза, особое внимание уделено прогнозированию дирофиляриоза.

Материалы и методы

Для получения температурных моделей дирофиляриоза применен метод математического моделирования. За образец взята климатическая HDUs-модель [12], которая основана на влиянии среднесуточной температуры воздуха на скорость развития личинок дирофилярий в комарах с порогом в 14 °С. При температуре выше пороговой накапливаются единицы развития дирофилярий (ЕРД). Для развития личинок до инвазионной стадии необходима сумма в 130 ЕРД. Модель сформирована с учетом того, что 130 ЕРД должны накопиться в срок, не превышающий 30 суток.

Для расчета ЕРД использована формула (1):

$$\begin{aligned} \text{ЕРД} &= T_{\text{ср.ст.}} - 14, \text{ если } T_{\text{ср.ст.}} > 14 \\ \text{ЕРД} &= 0, \text{ если } T_{\text{ср.ст.}} \leq 14, \end{aligned}$$

где $T_{\text{ср.ст.}}$ — среднесуточная температура воздуха окружающей среды (для отрицательных величины ЕРД устанавливается значение ноль).

Для расчета использованы ежедневные данные о среднесуточной температуре с местных метеорологических станций в период с 1996 по 2012 гг. для г. Ростов-на-Дону, с 2008 по 2012 гг. для г. В. Новгород и с 2009 по 2012 гг. для городов Анапа и Астрахань.

Статистическая обработка данных проведена при помощи программных пакетов MedCalc 13.0.2, Microsoft Excel 2010.

Результаты и обсуждение

Возможность применения ЕРД-моделей для прогнозирования дирофиляриоза. В ходе исследования рассчитаны температурные модели дирофиляриоза для территорий, где ранее нами изучена пораженность этим нематодозом окончательных и промежуточных хозяев (Ростовская, Астраханская, Новгородская области и Краснодарский край). Данные расчета числа генераций дирофилярий приведены на рисунке 1.

Наибольшее число генераций личинок в комарах в течение года на исследованных территориях могло быть реализовано в г. Астрахани (в среднем, 9,3). При этом зараженность дирофиляриями домашних собак в г. Астрахани низкая — 2,6% [1].

Вторым по среднегодовому числу генераций микрофилярий в комарах является г. Анапа — в среднем, 9 генераций в год. В г. Анапе, где регулярно планомерно проводятся обработки от кровососущих насекомых, показатели экстенсивности инвазии домашних собак дирофиляриозом высокие — 15,3% [5].

В г. Ростове-на-Дону в среднем могло быть реализовано 7 генераций дирофилярий в комарах. По результатам ранее проведенных нами исследований, экстенсивность инвазии собак дирофиляриями в 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012 гг. составила соответственно 8,8%; 10,8; 12,6; 27,9; 27,8; 26,6; 16,4; 28,4; 31,5; 17,1; 11,1; 8,1; 4,9; 5,8; 10,8% [2, 8].

Разработчики модели указывают, что увеличение числа генераций личинок в сезон может повысить ЭИ собак дирофиляриями в следующем году. Для проверки гипотезы о зависимости показателей экстенсивности инвазии собак дирофиляриями от числа возможных генераций личинок дирофилярий в комарах проведен корреляционный анализ. Мы

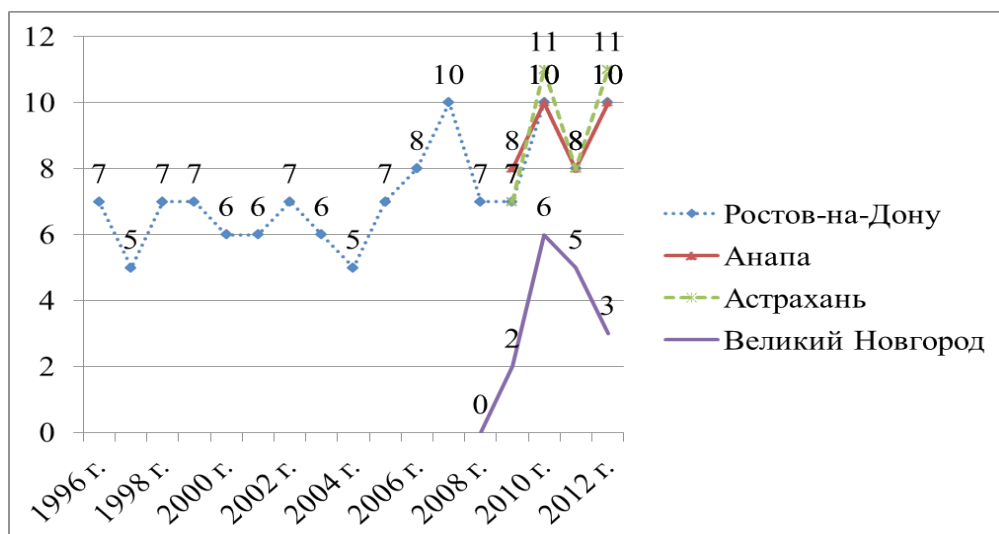


Рис. 1. Число возможных поколений дирофилярий в комарах

сопоставили 15 пар данных: число поколений личинок дирофилярий в комарах (за 1996–2001 гг. и за 2003–2011 гг.) и ЭИ собак дирофиляриями (в 1997–2002 гг. и в 2004–2012 гг.) в г. Ростове-на-Дону. Число возможных поколений личинок дирофилярий в комарах сопоставлялось с ЭИ собак дирофиляриями в следующем году: так число поколений личинок в 1996 г. сравнивали с ЭИ собак дирофиляриями в 1997 г. и т. д. Коэффициент корреляции Пирсона (r) составил: минус 0,45 ($P = 0,09$, доверительный интервал от 0,78 до 0,08). Полученные данные свидетельствуют об отсутствии положительной корреляционной связи. Результаты проведенного корреляционного анализа в связи с небольшим объемом сравниваемых пар не обладают высокой статистической достоверностью ($P = 0,09$). Использовать для расчета коэффициента корреляции Пирсона большее число сравниваемых пар невозможно в связи с отсутствием данных об инвазированности собак дирофиляриями в г. Ростове-на-Дону ранее 1997 г.

В г. Великом Новгороде среднее число поколений личинок дирофилярий в комарах за 5 лет — 3,2. При этом в разные годы показатели существенно отличаются (от 0 поколений до 6). Высокие летние температуры в 2010–2011 гг. способствовали распространению инвазии среди собак; этому также благоприятствовали обилие переносчиков возбудителей дирофиляриоза (в связи с природным ландшафтом, богатым водными ресурсами) и наличие потенциальных окончателных хозяев.

Результаты проведенного анализа показали, что положительной корреляционной зависимости между данными зараженности собак дирофиляриями и числом поколений личинок нет (рис. 2).

В г. Астрахани самые высокие среднесуточные температуры в сезон передачи инвазии, но зараженность собак дирофиляриями низкая. В г. В. Новгороде, наоборот, летние средние суточные температуры невысокие, а зараженность домашних собак дирофиляриями по сравнению с г. Астраханью в 4 раза больше.

Возможность применения ЕРД-моделей для установления сроков эпидемиологического сезона дирофиляриоза. Расчет эпидемического сезона дирофиляриоза должен основываться на метеорологических данных и результатах фенологических наблюдений за кровососущими комарами родов *Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, которые являются основными переносчиками дирофиляриоза.

Температурное моделирование дирофиляриоза целесообразно использовать для расчета энтомологических показателей эпидемического сезона передачи данного паразитоза (по аналогии с критериями, применяемыми для расчета эпидсезона малярии):

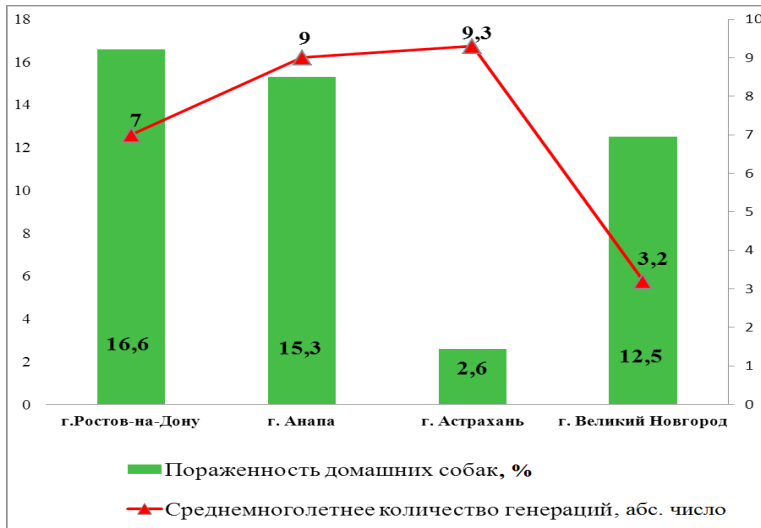


Рис. 2. Средние показатели инвазированности домашних собак дирофиляриями и среднее число генераций личинок в комарах

— **сезона эффективной заражаемости комаров** — периода эпидемического сезона, в течение которого местные температурные условия допускают развитие личинок в теле комара до инвазионной стадии (L3);

— **сезона передачи дирофиляриоза** — часть года, в течение которой происходит (или может происходить) передача дирофилярий окончательным хозяевам (собаки, кошки и другие животные отрядов хищные и вивервовые) и человеку через укусы инвазированных комаров.

Сроки начала и окончания сезонов эффективной заражаемости комаров и передачи дирофиляриоза необходимо рассчитывать ежегодно, так как они существенно меняются в зависимости от колебаний климатических условий. Расчеты проводят ретроспективно на основе среднесуточных температур воздуха местной метеостанции по формуле (1).

За *начало сезона эффективной заражаемости комаров* принимается дата, с которой устанавливаются среднесуточные температуры воздуха выше +14 °С. Необходимо учитывать, что эндофильные самки комаров переваривают кровь на дневках (в жилых или нежилых помещениях для скота), в которых температура обычно выше, чем температура воздуха окружающей среды, поэтому делается поправка на температуру дневок. Для экзотической части популяций комаров поправка на температуру дневки не делается. Для определения *сроков окончания эффективной заражаемости комаров* рассчитывают дату окончания развития последней возможной генерации личинок в комаре в текущем году. Для этого устанавливают последний день со среднесуточной температурой воздуха выше 14 °С (периоды кратковременного потепления после длительного похолодания не учитывают). От этой даты в обратном порядке ведут расчет последнего цикла развития личинок дирофилярий в комарах. Число, на которое приходится сумма в 130 ЕРД, считают датой окончания сезона эффективной заражаемости комаров.

За *начало сезона передачи дирофиляриоза* принимают дату, когда сумма ЕРД достигает 130 единиц. За *окончание сезона передачи дирофиляриоза* принимают дату исчезновения последних самок с кровью на дневках, т. к. большая часть комаров зиму проводят в состоянии диапаузы — в этот период они не питаются кровью.

На основе ретроспективных данных о среднесуточной температуре воздуха окружающей среды рассчитаны сроки эпидемических сезонов дирофиляриоза для г. Ростова-на-Дону в период с 1999 по 2012 гг. (табл. 1).

Сроки эпидемиологического сезона дирофиляриоза в г. Ростове-на-Дону

Год	Дата			
	начала сезона эффективной заражаемости комаров	начала сезона передачи дирофиляриоза	окончания сезона эффективной заражаемости комаров	падения температуры ниже пороговой (14 °С)*
1999	25 апреля	12 июня	4 сентября	9 октября
2000	18 апреля	7 июня	22 августа	21 сентября
2001	1 мая	29 июня	24 августа	6 октября
2002	30 апреля	20 июня	1 сентября	28 сентября
2003	1 мая	26 мая	27 августа	10 октября
2004	4 мая	27 июня	29 августа	2 октября
2005	4 мая	28 мая	9 сентября	5 октября
2006	6 мая	3 июня	3 сентября	8 октября
2007	29 апреля	26 мая	6 сентября	8 октября
2008	22 апреля	13 июня	28 августа	7 октября
2009	15 мая	10 июня	2 сентября	21 октября
2010	30 апреля	1 июня	3 сентября	30 сентября
2011	25 апреля	2 июня	31 августа	13 октября
2012	6 апреля	12 мая	7 сентября	10 октября

Примечание. * Дату окончания передачи дирофиляриоза лучше рассчитывать исходя из фенологических наблюдений. Дату падения температуры ниже пороговой (14 °С) можно условно принимать за окончание сезона передачи, т. к. большая часть зараженных комаров погибает с учетом того, что от даты окончания сезона эффективной заражаемости комаров проходит более 30 суток. После даты падения температуры ниже пороговой наблюдается резкое снижение среднесуточной температуры (до 10–11 °С и менее), что для ряда видов комаров является нижним порогом активности.

Возможность применения ЕРД-моделей для установления сроков профилактической обработки собак от дирофиляриоза. В континентальном климате передача трансмиссивных болезней не может осуществляться круглогодично: в зимний период отсутствуют условия для развития переносчиков и возбудителей в переносчиках трансмиссии. Во время холодного периода года (при температуре ниже 14 °С) риск заражения дирофиляриями сводится к нулю. Поэтому проводить химиофилактику данного трансмиссивного зооноза у окончательных хозяев в России зимой нецелесообразно.

Опираясь на температурную модель дирофиляриоза (на даты окончания первой и последней инкубации личинок дирофилярий в комарах в течение нескольких лет), можно разработать схемы эффективной микрофилярицидной химиофилактики собак. Начинать химиофилактику ранее сроков развития инвазионной стадии микрофилярий первой генерации в комарах нет необходимости в связи с тем, что заражение собаки в этот период произойти не может. Дата окончания сезона заражения окончательных хозяев дирофиляриями может оказаться более поздней, чем дата окончания развития последней генерации личинок в комарах, т. к. личинки дирофилярий холодостойкие и не теряют инвазионных свойств после окончания инкубации даже при снижении температуры. Окончание сезона трансмиссии лучше определять, исходя из дат стойкого снижения среднесуточных температур ниже пороговых (14 °С), когда активность комаров существенно уменьшается. Дата последнего приема микрофилярицидных препаратов у собак должна основываться на дате окончания сезона передачи, а не на дате окончания сезона эффективной заражаемости комаров (или дате окончания инкубации последней генерации личинок).



В г. Ростове-на-Дону за изученный 17-летний период по результатам расчета ЕРД наиболее раннее в сезоне трансмиссии дирофиляриоза окончание инкубации первой генерации личинок в комарах могло приходиться на 12 мая, крайняя дата окончания инкубации последней генерации — 30 сентября. В г. Астрахани эти даты соответствовали 8 мая и 30 сентября, в г. Анапе — 26 мая и 30 сентября. Среднесуточные температуры на юге России выше пороговых в некоторые годы сохраняются до конца октября — начала ноября: разрыв между датой окончания последней инкубации микрофилярий в комарах и окончанием сезона трансмиссии превосходит продолжительность жизни комаров в дикой природе и составляет месяц и более. В г. В. Новгороде за исследованный 5-летний период первая генерация личинок дирофилярий могла окончить развитие в комаре 7 июня, а последняя 18 августа. При этом в конце августа в В. Новгороде среднесуточные температуры резко снижаются и сезон трансмиссии дирофиляриоза заканчивается.

Заключение

Температурное моделирование дирофиляриоза, пользующееся популярностью у зарубежных и отечественных авторов, имеет низкую значимость для прогнозирования данного заболевания. Однофакторная модель имеет серьезные недостатки: учитывается только температура; обычно применяется для анализа заболеваемости на больших территориях; не учитываются такие важные факторы как: численность окончательных и промежуточных хозяев, наличие возбудителей и их патогенность, меры проводимой профилактики, влажность, ландшафт, высота над уровнем моря и т. д.

ЕРД-моделирование применимо для установления сроков эпидемического сезона дирофиляриоза. Данные о сроках сезонов эффективной заражаемости комаров и передачи дирофиляриоза могут быть использованы для оценки эпидемической обстановки по дирофиляриозу и разработки эффективных дезинсекционных мероприятий.

На юге России ежемесячную микрофилярицидную терапию собак стоит проводить с середины мая по конец октября — первые числа ноября. В Новгородской области (г. В. Новгород) химиопрофилактику дирофиляриоза собак необходимо проводить с середины июня по конец августа. Температурные модели, наряду с изучением зараженности собак и комаров дирофиляриями, позволяют специалистам определить сроки химиопрофилактики дирофиляриоза собак на эндемичных территориях и обосновать необходимость диагностического контроля за животными, ввозимыми из эндемичных районов.

Литература

1. Аракельян Р.С. Эпидемиолого-эпизоотологические особенности дирофиляриоза на территории Астраханской области: автореф. дис. ... канд. мед. наук. — М., 2007. — 25 с.
2. Нагорный С.А., Криворотова Е.Ю. Роль служебных собак в распространении дирофиляриоза // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: матер. докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН. — М., 2012. — Вып. 13. — С. 266–269.
3. Chua T.H. Modelling the effect of temperature change on the extrinsic incubation period and reproductive number of *Plasmodium falciparum* in Malaysia. *Trop. Biomed.*, 2012, Vol. 29, No 1, pp. 121–128.
4. Cuervo P.F., Fantozzi M.C., Di Cataldo S. Analysis of climate and extrinsic incubation of *Dirofilaria immitis* in southern South America. *Geospat. Health*, 2013, Vol. 8, No 1, pp. 175–181.
5. Ermakova L.A. Nagorny S.A., Krivorotova E.Y., Pshenichnaya N.Y. Comments in response to the authors of «Human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens* in the Russian Federation—remarks concerning epidemiology». *Int. J. Inf. Dis.*, 2014. Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2014.04.024>. — 24.06.2014.
6. Fischer D., Thomas S.M., Suk J.E. et al. Climate change effects on Chikungunya transmission in Europe: geospatial analysis of vector's climatic suitability and virus' temperature requirements. *Int. J. Health Geogr.*, 2013, Vol. 12. — Article 51.
7. Fortin J.F., Slocombe J.O.D. Temperature requirements for the development of *Dirofilaria immitis* in *Aedes triseriatus* and *Ae. vexans*. *Mosq. News*, 1981, Vol. 41, pp. 625–633.
8. Genchi C., Rinaldi L., Mortarino M. et al. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet. Parasitol.*, 2009, Vol. 163, No 4, pp. 286–292.
9. Knight D.H., Lok J.B. Seasonality of heartworm infection and implications for chemoprophylaxis. *Clin. Tech. Small. Anim. Pract.*, 1998, Vol. 13, No 2, pp. 77–82.



10. Medlock J.M., Barrass I., Kerrod E. et al. Analysis of climatic predictions for extrinsic incubation of *Dirofilaria* in the United Kingdom. *Vector Borne Zoonotic Dis.*, 2007, Vol. 7, No 1, pp. 4–14.
11. Rahamat–Langendoen J.C., van Vliet J.A., Reusken C. B. Climate change influences the incidence of arthropod-borne diseases in the Netherlands. *Ned. Tijdschr. Geneesk.*, 2008, Vol. 152, No 15, pp. 863–868.
12. Slocombe J.O.D., Surgeoner G.A., Srivastava B. Determination of heartworm transmission period and its use in diagnosis and control. *Heartworm Symposium '89*, Washington, DC, 1989, pp. 19–26.

References

1. Arakel'yan R.S. *Epidemiologo-epizootologicheskie osobennosti dirofilarioza na territorii Astrakhanskoj oblasti. Avtoref. dis. ... kand. vet. nauk.* [Epidemiological and epizootological features of dirofilariasis on the territory of the Astrakhan region. Abst. PhD diss. vet. sci.]. M., 2007. 25 p. (In Russian).
2. Nagorniy S.A., Krivorotova E.Yu. The role of service dogs in the dissemination of dirofilariasis. *Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami: mater. dokl. nauch. konf. VIGIS* [Proc. sci. pract. conf. «Theory and practice of the struggle against parasitic diseases»]. M., 2012, pp. 266–269 (In Russian).
3. Chua T. H. Modelling the effect of temperature change on the extrinsic incubation period and reproductive number of *Plasmodium falciparum* in Malaysia. *Trop. Biomed.*, 2012, vol. 29, no. 1, pp. 121–128.
4. Cuervo P.F., Fantozzi M.C., Di Cataldo S. Analysis of climate and extrinsic incubation of *Dirofilaria immitis* in southern South America. *Geospat. Health*, 2013, vol. 8, no. 1, pp. 175–181.
5. Ermakova L.A. Nagorniy S.A., Krivorotova E.Y., Pshenichnaya N.Y. Comments in response to the authors of «Human dirofilariasis due to *Dirofilaria repens* in the Russian Federation –remarks concerning epidemiology». *Int. J. Inf. Dis.*, 2014. Mode of access: <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijid.2014.04.024>. — 24.06.2014.
6. Fischer D., Thomas S. M., Suk J. E. et al. Climate change effects on Chikungunya transmission in Europe: geospatial analysis of vector's climatic suitability and virus' temperature requirements. *Int. J. Health Geogr.*, 2013, vol. 12. Art. 51.
7. Fortin J.F., Slocombe J.O.D. Temperature requirements for the development of *Dirofilaria immitis* in *Aedes triseriatus* and *Ae. vexans*. *Mosq. News*, 1981, vol. 41, pp. 625–633.
8. Genchi C., Rinaldi L., Mortarino M. et al. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet. Parasitol.*, 2009, vol. 163, no. 4, pp. 286–292.
9. Knight D.H., Lok J.B. Seasonality of heartworm infection and implications for chemoprophylaxis. *Clin. Tech. Small. Anim. Pract.*, 1998, vol. 13, no. 2, pp. 77–82.
10. Medlock J.M., Barrass I., Kerrod E. et al. Analysis of climatic predictions for extrinsic incubation of *Dirofilaria* in the United Kingdom. *Vector Borne Zoonotic Dis.*, 2007, vol. 7, no. 1, pp. 4–14.
11. Rahamat–Langendoen J.C., van Vliet J.A., Reusken C. B. Climate change influences the incidence of arthropod-borne diseases in the Netherlands. *Ned. Tijdschr. Geneesk.*, 2008, vol. 152, no. 15, pp. 863–868.
12. Slocombe J.O.D., Surgeoner G.A., Srivastava B. Determination of heartworm transmission period and its use in diagnosis and control. *Heartworm Symposium '89*, Washington, DC, 1989, pp. 19–26.



Russian Journal of Parasitology, 2016, V. 38, Iss. 4

DOI: 10.12737/23072

Received: 26.05.2016

Accepted 28.11.2016

AREAS OF APPLICATION OF TEMPERATURE BASED DDU MODELS FOR PREVENTION OF DIROFILARIASIS

Krivorotova E.Y., Nagorny S.A.

FSBI "Rostov Research Institute of Microbiology and Parasitology" Rospotrebnadzor, 344000 Rostov-on-Don, 119 Gazetny per., e-mail: krivorotova_elena@mail.ru

Abstract

Objective of research: To study the possibility of using temperature-based models for prevention of dirofilariasis.

Materials and methods. For mathematical modeling of dirofilariasis we use the HDUs-temperature model based on the impact of the average daily temperature on the rate of development of *Dirofilaria larvae* in mosquitoes.

The amount of 130 DDU (Dirofilaria development units) accumulated in the period no more than 30 days at average daily temperature more than 14°C is required for the development of *Dirofilaria* up to the infective stage.

Daily data on average air temperature in Rostov-on-Don (1996 — 2012), Veliky Novgorod (2008 — 2012), Anapa (2008 -2012) and Astrakhan (2008 -2012) were used for the calculation.

Results and discussion. The results of temperature simulation revealed that the DDU model is a low-priority forecasting model for canine dirofilariasis (Pearson's correlation coefficient minus 0.45). The model considers only the average daily temperature and does not consider other factors affecting the incidence rates.

The epidemic season of dirofilariasis in Rostov-on-Don in 1999 — 2012 differed depending on average daily temperatures. Therefore, the earliest date of the transmission of dirofilariasis in that period fell on the 12th of May, 2012; the latest date — on 29th of June, 2001. The optimal time for prevention of canine dirofilariasis has been defined (in Rostov-on-Don, Anapa and Astrakhan microfilaricides should be given to dogs from May 15 to November 15; in Veliky Novgorod — from June 15 to August 31).

Thus, DDU-models (Dirofilaria Development Units) can be used to set time limits for epidemiological season of dirofilariasis and preventive treatment of dogs against dirofilaria.

Keywords: dirofilariasis, temperature model, *Dirofilaria* development units (DDU), epidemiological season.

© 2016 The Author(s). Published by All-Russian Scientific Research Institute of Fundamental and Applied Parasitology of Animals and Plants named after K.I. Skryabin. This is an open access article under the Agreement of 02.07.2014 (Russian Science Citation Index (RSCI))http://elibrary.ru/projects/citation/cit_index.asp and the Agreement of 12.06.2014 (CA-BI.org/Human Sciences section: <http://www.cabi.org/Uploads/CABI/publishing/fulltext-products/cabi-fulltext-material-from-journals-by-subject-area.pdf>)