

УДК 619:616.995.132

DOI: 10.31016/1998-8435-2020-14-4-80-89

Применение температурных ЕРД-моделей для прогнозирования распространения дирофиляриоза у собак в различных областях Республики Армения

Роман Викторович Слободяник¹, Светлана Сергеевна Зыкова¹,
Андрей Леонидович Кряжев²

¹Пермский военный институт войск национальной гвардии,
614112, г. Пермь, ул. Гремячий Лог, 1, e-mail: *zykova.sv@rambler.ru.

²Вологодская государственная молочнохозяйственная академия им. Н. В. Верещагина,
160555, г. Вологда-Молочное, ул. Шмидта, 2, e-mail: kamarnett@mail.ru

Поступила в редакцию: 13.09.2020; принята в печать: 12.10.2020

Аннотация

Цель исследований – изучить возможность применения температурной ЕРД (единицы развития дирофилярий) – модели для прогнозирования распространения дирофиляриоза у собак в различных областях Республики Армения.

Материалы и методы. Для получения температурных моделей дирофиляриоза в различных областях Армении применен метод математического моделирования. Методика определения числа генераций дирофиляриозной инвазии основана на влиянии среднесуточной температуры воздуха на скорость развития личинок дирофилярий в комарах с порогом в 14 °С. Для отрицательной величины единиц развития дирофилярий (ЕРД) устанавливается значение ноль. При температуре выше пороговой накапливаются ЕРД. Для развития личинок до инвазионной стадии необходима сумма в 130 ЕРД. Число возможных генераций одного поколения личинок L3 рассчитывали путем деления годовой суммы температур выше 14 °С на 130 ЕРД с учетом того, что 130 ЕРД должны накопиться в срок, не превышающий 30 сут. Для расчета использованы ежедневные данные о среднесуточной температуре воздуха в период с 2017 по 2019 гг. для Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областей Армении.

Результаты и обсуждение. Температурное моделирование ЕРД имеет не высокую значимость, поскольку учитывает только среднесуточную температуру воздуха и не учитывает другие факторы, влияющие на показатели заболеваемости. Наибольшее число генераций личинок в комарах могло быть реализовано в Армавирской и Араратской областях – в среднем, 16 генераций в год. При этом зараженность дирофиляриями собак в Армавирской области составила 42,8%, а в Араратской области – 29,6%. В Арагацтонской области – в среднем, развивается 14–15 генераций в год. У исследованных собак дирофиляриоза не выявлено. В Ширакской области развивается, в среднем, 7–8 генераций в год. Зараженность дирофиляриями выявлена у 3,6% исследованных собак. Опираясь на температурную ЕРД-модель дирофиляриоза (на даты окончания первой и последней инкубации личинок дирофилярий в комарах в течение нескольких лет), а также результаты фенологических наблюдений, нами разработаны схемы эффективной профилактики дирофиляриоза. В целях организации и проведения ветеринарно-профилактических мероприятий по недопущению инвазирования собак дирофиляриями необходимо организовать две линии защиты. Первая линия защиты: применение антигельминтиков из группы макроциклических лактонов в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях, которое осуществляется ежемесячно, а в Ширакской области – в период с апреля по январь. Вторая линия защиты – репеллентная обработка собак в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях в период с марта по ноябрь, а в Ширакской области – в период с апреля по октябрь. Применение на практике температурных ЕРД-моделей дирофиляриоза позволяет специалистам ветеринарно-санитарных служб установить сроки эпизоотического сезона дирофиляриоза, а также организовать и провести ветеринарно-профилактические и лечебные мероприятия среди поголовья собак в эндемически неблагополучных районах республики.



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.
The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

Ключевые слова: дирофиляриоз, температурная модель, единица развития дирофилярий (ЕРД), комары, собаки

Прозрачность финансовой деятельности: Никто из авторов не имеет финансовой заинтересованности в представленных материалах или методах

Конфликт интересов отсутствует

Для цитирования: Слободяник Р. В., Зыкова С. С., Кряжев А. Л. Применение температурных ЕРД-моделей для прогнозирования дирофиляриоза собак в различных областях Республики Армения // Российский паразитологический журнал. 2020. Т. 14. № 4. С. 80–89.

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-4-80-89>

© Слободяник Р. В., Зыкова С. С., Кряжев А. Л., 2020

Using of DDU Temperature Models for Predicting the Spread of *Dirofilariosis* in Dogs in Various Regions of the Republic of Armenia

Roman V. Slobodyanik¹, Svetlana S. Zyкова¹, Andrey L. Kryazhev²

¹ Perm Military Institute of National Guard Troops,
1 Gremyachy Log st., Perm, 614112, e-mail: zyкова.sv@rambler.ru.

² Vologda State Dairy Academy named after N. V. Vereshchagin,
2 Schmidt st., Vologda-Dairy, 160555, e-mail: kamarnett@mail.ru

Received on: 13.09.2020; accepted for printing on: 12.10.2020

Abstract

The purpose of the research is to study the possibility of using the temperature DDU (*dirofilaria* development units) – model for predicting the spread of *dirofilariosis* in dogs in various regions of the Republic of Armenia.

Materials and methods. To obtain temperature models of *dirofilariosis* in various regions of Armenia, the method of mathematical modeling was applied. The method for determining the number of generations of *Dirofilaria* spp. infection is based on the effect of the average daily air temperature on the rate of development of *Dirofilaria* larvae in mosquitoes with a threshold of 14 °C. For a negative value of DDU, the value is set to zero. At temperatures above the threshold, DDU accumulate. For the development of larvae to the infective stage, an amount of 130 DDU is required. The number of possible generations of one generation of larvae L3 was calculated by dividing the annual sum of temperatures above 14 °C by 130 DDU, taking into account that 130 DDU should accumulate within a period not exceeding 30 days. The calculation uses daily data on the average daily air temperature in the period from 2017 to 2019 for Shirak, Aragatston, Armavir and Ararat regions of Armenia.

Results and discussion. Temperature modeling of DDU is not of high significance, since it takes into account only the average daily air temperature and does not take into account other factors affecting the incidence rates. The largest number of generations of larvae in mosquitoes could be realized in the Armavir and Ararat regions – on average, 16 generations per year. At the same time, the infection of dogs with *dirofilariae* in the Armavir region was 42.8%, and in the Ararat region – 29.6%. In Aragatston region, on average, 14–15 generations are developing per year. *Dirofilariosis* was not detected in the studied dogs. In the Shirak region, on average, 7–8 generations are developing per year. *Dirofilariae* infection was detected in 3.6% of the dogs studied. Based on the temperature DDU-model of *dirofilariosis* (on the dates of the end of the first and last incubation of *dirofilariosis* larvae in mosquitoes for several years), as well as the results of phenological observations, we have developed schemes for effective prevention of *dirofilariosis*. In order to organize and conduct veterinary preventive measures to prevent infestation of dogs by *dirofilariae*, it is necessary to organize two lines of defense. The first line of defense: the use of anthelmintics from the group of macrocyclic lactones in Aragatston, Armavir and Ararat regions, which is carried out monthly, and in the Shirak region - from April to January. The second line of defense is repellent treatment of dogs in the Aragatston, Armavir and Ararat regions from March to November, and in the Shirak region from April to October. The practical application of temperature DDU-models of *dirofilariosis* allows specialists of

veterinary and sanitary services to establish the timing of the epizootic season of dirofilariosis, as well as organize and conduct veterinary preventive and therapeutic measures among the population of dogs in endemically disadvantaged areas of the republic.

Keywords: dirofilariosis, temperature model, dirofilaria development units (DDU), mosquitoes, dogs

Financial Disclosure: No author has a financial or property interest in any material or method mentioned

There is no conflict of interests

For citation: Slobodyanik R. V., Zykova S. S., Kryazhev A. L. Using of DDU temperature models for predicting the spread of dirofilariosis in dogs in various regions of the Republic of Armenia. *Rossiyskiy parazitologicheskii zhurnal = Russian Journal of Parasitology*. 2020; 14 (4): 80–89. (In Russ.).

<https://doi.org/10.31016/1998-8435-2020-14-4-80-89>

© Slobodyanik R. V., Zykova S. S., Kryazhev A. L., 2020

Введение

Зарубежные и отечественные авторы активно используют температурное моделирование диروفилариоза, основанное на изучении влияния температуры на время инкубации личиночной стадии диروفиларий в комарах [7, 12, 20].

Ранее была изучена видоспецифичность комаров, которые вносят существенный вклад в сохранение и передачу ряда трансмиссивных заболеваний, в том числе диروفилариоза [9, 15]. В Республике Армения на юге (Мегри) и северо-восточной части (Ноемберян) распространен субтропический климат. В остальных районах климат умеренный и континентальный. Среди представителей семейства *Culicidae* в субтропиках распространены 2 вида: *Aedes aegypti* (Linnaeus, 1762) и *Culex quinquefasciatus* (Say, 1823) [6, 9, 23]. В умеренном и континентальном климате наибольшее распространение имеют виды *Ae. communis*, *Ae. punctor*, *Ae. hexodontus* [6, 9, 10].

Развитие личинок диروفиларий в организме комаров зависит от температуры окружающей среды. Так, при 30 °C этот период занимает от 4 до 9 сут. Самки паразита отрождают личинок первой стадии (L1) – микрофилярий. Микрофилярии циркулируют в крови плотоядных до 2,5 лет, при кровососании они попадают в тело промежуточных хозяев – комаров. В течение 2–3 нед. личинки дважды линяют, достигая третьей (L3) инвазионной стадии и концентрируются в ротовых органах комара. При очередном кровососании инвазионные личинки попадают в тело дефинитивного хозяина, где через 6–9 мес. превращаются в по-

ловозрелых диروفиларий. Живут у плотоядных 2–3 года [1].

Температурные модели передачи диروفиларий сформулированы для стран Европы, Северной и Южной Америки [17–19]. Отечественные ученые изучили возможность применения температурной модели для прогнозирования распространения диروفилариоза на территории России [7, 11, 12].

В 2017–2019 гг. была изучена зараженность диروفилариями собак, и определены территориальные границы эпизоотического процесса в хозяйствах Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областей Республики Армения. В результате проведенных исследований по обнаружению микрофилярий у собак при проведении иммуноферментного анализа установлено, что возбудителем является *Dirofilaria immitis*, а средняя экстенсивность инвазии (ЭИ) в популяции собак в хозяйствах Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областей составляет 8,5% [13, 21].

Целью наших исследований было изучить возможность применения температурной ЕРД (единицы развития диروفиларий) – модели для прогнозирования распространения диروفилариоза у собак в различных областях Республики Армения.

Материалы и методы

Материалом для исследования служили собственные и литературные данные о регистрации диروفилариозной инвазии в Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областей Армении. Весь материал проанализирован за период с 2017 по 2019 гг.

в зависимости от числа дней с температурой выше пороговой, учета зарегистрированных случаев дирофиляриозной инвазии в исследованных областях и числа возможных генераций инвазии в комарах.

Для получения температурных моделей дирофиляриоза в различных областях Армении применен метод математического моделирования. Методика определения числа генераций дирофиляриозной инвазии основана на влиянии среднесуточной температуры воздуха на скорость развития личинок дирофилярий в комарах с порогом в 14 °С.

$$\begin{aligned} \text{ЕРД} &= (T_{\min} + T_{\max}) / 2 - 14, \\ &\text{если } (T_{\min} + T_{\max}) / 2 > 14 \\ \text{ЕРД} &= 0, \\ &\text{если } (T_{\min} + T_{\max}) / 2 \leq 14, \end{aligned}$$

где ЕРД – единицы развития дирофилярий;

T_{\min} – минимальная и T_{\max} – максимальная дневные температуры.

Для отрицательной величины единиц развития дирофилярий (ЕРД) устанавливается значение ноль. При температуре выше пороговой накапливаются ЕРД [4–6]. Для развития личинок до инвазионной стадии необходима сумма в 130 ЕРД. Число возможных генераций одного поколения личинок L3 рассчитывали путем деления годовой суммы температур выше 14 °С на 130 ЕРД с учетом того, что 130 ЕРД должны накопиться в срок, не превышающий 30 сут [7, 11, 20].

Для расчета использованы ежедневные данные о среднесуточной температуре с местных метеорологических станций в период с 2017 по

2019 гг. для Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областей [22, 23].

Результаты и обсуждение

В ходе исследования рассчитаны температурные модели дирофиляриоза для Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областей Армении, где ранее нами изучена зараженность дирофиляриями собак [13, 21]. Данные расчета числа возможных генераций дирофилярий в комарах за период с 2017 по 2019 гг. приведены на рис. 1.

Наибольшее число генераций личинок в комарах в течение с 2017 по 2019 гг. на исследованных территориях могло быть реализовано в Армавирской и Араратской областях – в среднем, 16 генераций в год. При этом зараженность дирофиляриями собак в Армавирской области составила 42,8%, а в Араратской области – 29,6 % (рис. 2).

Второй по среднегодовому числу генераций микрофилярий в комарах является Арагацтонская область – 14–15 генераций в год. У исследованного поголовья собак дирофиляриоз не выявлен.

Третьей по среднегодовому числу генераций микрофилярий в комарах является Ширакская область – 7–8 генераций в год. Зараженность собак дирофиляриями выявлена у 3,6% исследованных собак.

Высокая экстенсивность инвазии у собак в Армавирской и Араратской областях напрямую коррелирует с высоким средним многолетним числом генераций дирофиляриозной инвазии. Все поголовье исследованных собак содержалось в стационарных уличных вольерах.

Весь наблюдаемый период собаки использовались в работе как в дневное, так и в ночное время, постоянно контактируя с комарами – промежуточными хозяевами дирофилярий.

Собак Армавирской и Араратской областей в отличие от собак Арагацтонской и Ширакской областей использовали в Араратской долине в местности, граничащей с рекой Аракс; там же находятся основные искусственные водоемы и рыбные хозяйства

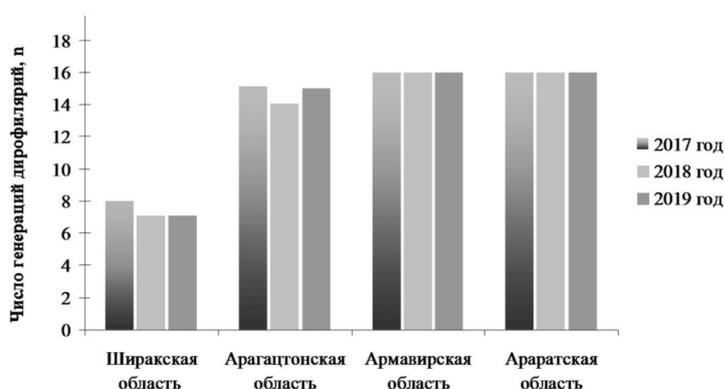


Рис. 1. Число возможных генераций дирофилярий в комарах в период с 2017 по 2019 гг.

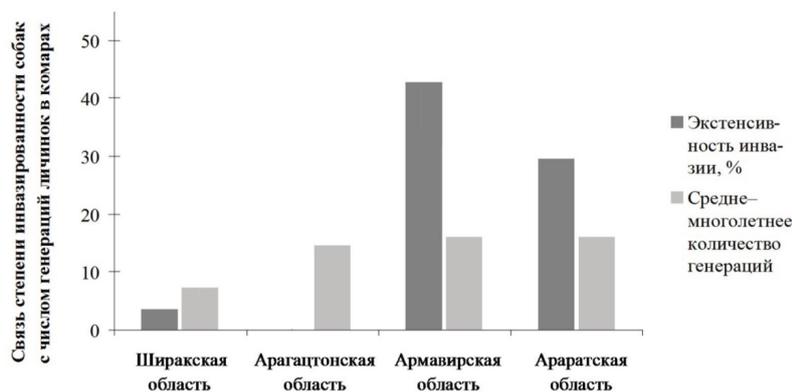


Рис. 2. Средние показатели инвазированности собак дирофиляриями и среднее число поколений комаров

республики, а также большое число заболоченных участков [24].

На территории Армавирской и Араратской областей природой и деятельностью человека созданы благоприятные условия, способствующие развитию промежуточных хозяев дирофилярий – комаров [8]. Этим и объясняется высокая экстенсивность инвазии в хозяйствах Араратской долины и отсутствие зарегистрированных больных животных в хозяйствах Арагацотнской области.

Резервуаром дирофиляриоза могут служить дикие животные семейства псовых, которые широко распространены в Араратской долине и встречаются в больших количествах во всех биотопах бассейна реки Аракс [3, 14].

Территория Ширакской и Арагацотнской областей представляет собой горно-степной и горно-луговой ландшафты с альпийскими и горными степями. За счёт больших перепадов высот климат в Арагацотнской области очень разнообразен. В исследованных долинных районах Арагацотнской области тепло держится вплоть до октября. Климат в Ширакской области довольно прохладный летом с суровыми и продолжительными зимами [3, 25].

В Арагацотнской области при высоких среднесуточных температурах воздуха в сезон передачи инвазии зараженность собак дирофиляриями не выявлена. В Ширакской области, наоборот, летние среднесуточные температуры невысокие, а зараженность собак дирофиляриями по сравнению с Арагацотнской областью составляет 3,6%. Но выявленные больные животные в большинстве своем или находились в командировках, или поступали в хозяйства Ширакской области из неблагополучных по дирофиляриозу хозяйств Араратской долины.

Отсутствие выявленных инвазированных больных собак в Арагацотнской области и низкая, в сравнении с Армавирской и Араратской областями, экстенсивность инвазии у собак в Ширакской области, также связана с географическими и климатическими особенностями этих регионов. Природный ландшафт Арагацотнской области не богат водными ресурсами, соответственно - местами выплода комаров. У собак в этих районах риск быть зараженными дирофиляриями значительно меньше, чем у собак в Армавирской и Араратской областях, что напрямую коррелирует с отсутствием зараженных дирофиляриями собак в Арагацотнской области. Регистрируемые в Арагацотнской области высокие температуры воздуха, наличие переносчиков возбудителей и окончательных хозяев, не исключают возможности заражения животных дирофиляриозной инвазией, что в свою очередь обязывает специалистов ветеринарно-санитарных служб проводить ветеринарно-профилактические мероприятия в данном регионе.

Выявленные особенности распространения дирофиляриоза в Ширакской, Арагацотнской, Армавирской и Араратской областях обусловлены физико-географическими и природно-климатическими условиями, определяющими развитие комаров – переносчиков, их жизнеспособность и скорость развития личинок дирофилярий в организме комара.

Расчет эпизоотического сезона дирофиляриоза проводили на основании метеорологических данных и результатов фенологических наблюдений за кровососущими комарами родов *Aedes*, *Culex*, *Anopheles*, которые являются основными переносчиками дирофилярий (табл. 1).

Таблица 1

Сроки эпизоотического сезона дирофиляриоза и фенологические наблюдения в Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях Армении в период с 2017 по 2019 гг.

Область Республики Армении	Год	Дата			
		начала сезона эффективной зараженности комаров	начала сезона риска передачи дирофиляриоза	окончания сезона эффективной зараженности комаров	падения температуры ниже пороговой (14 °С)
Ширакская	2017	25.05	21.06	10.09	29.09
	2018	17.05	16.06	08.09	03.10
	2019	23.05	11.06	22.08	07.09
Арагацтонская	2017	16.04	11.05	21.09	26.10
	2018	23.04	23.05	27.09	25.10
	2019	26.04	21.05	02.10	01.11
Армавирская	2017	16.04	08.05	22.09	15.10
	2018	23.04	11.05	01.10	25.10
	2019	24.04	14.05	02.10	01.11
Араратская	2017	15.04	08.05	19.09	03.11
	2018	22.04	14.05	02.10	26.10
	2019	26.04	17.05	03.10	23.10

За начало сезона эффективной заражаемости комаров принимали дату, с которой устанавливалась среднесуточная температура воздуха выше 14 °С. За начало сезона передачи дирофилярий принимали дату, когда сумма ЕРД достигала 130 единиц. Для определения сроков окончания сезона эффективной заражаемости комаров рассчитывали дату окончания развития последней возможной генерации личинок в комаре в текущем году. Для этого устанавливали последний день со среднесуточной температурой воздуха выше 14 °С. От этой даты в обратном порядке вели расчет последнего цикла развития личинок дирофилярий в комарах. Число, на которое приходилась сумма в 130 ЕРД, считали датой окончания сезона эффективной заражаемости комаров. Падение температуры ниже пороговой (14 °С) устанавливали по последнему дню со среднесуточной температурой воздуха 14 °С [7, 11].

Сезон эффективной заражаемости комаров в Арагацтонской, Армавирской и Араратской области начинается с 15–16 по 26 апреля, в Ширакской области – с 17 по 25 мая.

Начало сезона передачи дирофилярий в Армавирской и Араратской областях начинается с 08 по 17 мая, в Арагацтонской области – с 11 по 21 мая, в Ширакской области – с 11 по 21 июня.

Окончание сезона передачи дирофилярий в Арагацтонской, Армавирской и Араратской

области начинается с 19–21 сентября по 2–3 октября, в Ширакской области – с 22 августа по 10 сентября.

Дата падения температуры ниже пороговой (14 °С) в Арагацтонской, Армавирской и Араратской области начинается с 15–25 октября по 1–3 ноября, в Ширакской области – с 7 сентября по 3 октября.

Для районов, где фиксируют высокую инвазированность животных, предложено использовать две линии защиты. Основной линией защиты являются макроциклические лактоны. Второй линией защиты выступают репелленты. Сами репелленты не способны защитить от дирофиляриоза, но повышают эффективность профилактики [6, 26].

Опираясь на температурную модель дирофиляриоза (на даты окончания первой и последней инкубации личинок дирофилярий в комарах в течение нескольких лет), а также результаты фенологических наблюдений, нами разработаны схемы эффективной профилактики дирофиляриоза (табл. 2).

Окончание сезона передачи дирофиляриоза в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях может продолжаться до 2–3 октября, а в Ширакской области – до 10 сентября, учитывая холодостойкость личинок дирофилярий и тот факт, что они не теряют инвазионных свойств после окончания инкубации даже при снижении температуры. Окончание

Таблица 2

Сроки проведения программы профилактики дирофиляриоза в Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях Армении

Область Республики Армении	Программа профилактики			
	препараты первой линии защиты (макроциклические лактоны)		препараты второй линии защиты (репелленты)	
	начало дачи препаратов	последняя дача препаратов	начало дачи препаратов	последняя дача препаратов
Ширакская	апрель	январь	апрель	октябрь
Арагацтонская	март	февраль	март	ноябрь
Армавирская	март	февраль	март	ноябрь
Араратская	март	февраль	март	ноябрь

сезона трансмиссии лучше определять, исходя из дат стойкого снижения среднесуточных температур ниже пороговых (14 °C), когда активность комаров существенно снижается. Дата падения температуры ниже пороговой (14 °C) в Арагацтонской, Армавирской и Араратской области длится до 1–3 ноября, а в Ширакской области до 3 октября. Соответственно, и личинки дирофилярий L3, попавшие в это время в организм собаки, будут развиваться в подкожной клетчатке и мышцах животного до юной стадии L5 на протяжении 2–3 мес., т. е. в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях – до февраля, а в Ширакской области – до января [2, 7, 11].

Начало сезона передачи дирофилярий в Армавирской и Араратской областях начинается с 8 мая, в Арагацтонской области – с 11 мая, а в Ширакской области – с 11 июня. Результаты фенологических наблюдений за кровососущими комарами в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях свидетельствуют, что лет комаров начинается с начала марта, а в Ширакской области – с начала апреля. В целях недопущения возможного заражения собак личинкам дирофилярий дачу макроциклических лактонов необходимо провести с началом лета комаров. Ранняя дача препарата поддержит ларвицидный эффект в организме животного и не позволит внедрившимся личинкам дирофилярий L3 вырасти в половозрелую особь.

При организации второй линии защиты необходимо учитывать начало сезона эффективной заражаемости комаров, а также данных мониторинга результатов фенологических наблюдений непосредственно в населенных пунктах и на местности, где активно

используют собак. Начало сезона эффективной заражаемости комаров в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях начинается с 15 апреля, а в Ширакской области – с 17 мая. По результатам фенологических наблюдений за кровососущими комарами родов *Aedes*, *Culex*, *Anopheles* в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях лет комаров начинается с начала марта, а в Ширакской области с начала апреля. Следовательно, организацию второй линии защиты – обработку шерсти собак репеллентными препаратами – необходимо осуществлять с появлением комаров: в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях – в первых числах марта, а в Ширакской области – в первых числах апреля.

Последнюю обработку животных репеллентными препаратами необходимо провести с учетом даты падения температуры ниже пороговой (14 °C) и данных результатов фенологических наблюдений за комарами. Репеллентную обработку собак в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях необходимо провести в начале ноября, а в Ширакской области – в начале октября.

Заключение

Температурные модели дирофиляриоза, рассчитываемые на основании показателей среднесуточной температуры воздуха, не подходят для долгосрочного прогнозирования распространенности инвазии в Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях Армении. Необходимо отметить, что температурное моделирование ЕРД не имеет столь высокой значимости, поскольку учитывается только один показатель – температура воздуха. Для полной характеристики необходимо учитывать физико-географические

и природно-климатические условия, а также антропогенные факторы, определяющие развитие комаров – переносчиков дирофилярий, их жизнеспособность, а также скорость развития личинок микрофилярий в теле инвазированных комаров.

Для специалистов ветеринарно-санитарных служб расчет сумм ЕРД позволит определить сроки сезонов передачи дирофилярий, а также сроки химиофилактики дирофиляриоза собак на эндемичных территориях и обосновать необходимость диагностического контроля за животными, ввозимыми из эндемичных районов.

В целях организации и проведения ветеринарно-профилактических мероприятий по недопущению инвазирования собак дирофиляриями в Ширакской, Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях необходимо организовать две линии защиты. Первую линию защиты составляют профилактические антигельминтики из группы макроциклических лактонов. В Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях это необходимо осуществлять ежемесячно, а в Ширакской области – в период с апреля по январь. Вторую линию защиты представляют собой обработки шерсти собак репеллентами в Арагацтонской, Армавирской и Араратской областях в период с марта по ноябрь, в Ширакской области – в период с апреля по октябрь.

Системность и последовательность действий, которая состоит в применении на практике температурных ЕРД-моделей дирофиляриоза, ежегодный лабораторно-диагностический контроль и диспансеризация всего поголовья собак, а также проведение ветеринарной разведки в неблагополучных по дирофиляриозу областях позволит специалистам ветеринарно-санитарных служб организовать и провести эффективные профилактические и лечебные мероприятия.

Литература

1. Аракельян Р. С., Ковтунов А. И., Быков В. П., Шаталин В. А., Аракельян Е. М. Эпидемиолого-эпизоотологические особенности трехчленной системы дирофиляриоза (собака – комар – человек) на территории Астраханской области // Сиб. мед. журн. (Иркутск). 2008. № 7.
2. Архипов И. А., Архипова Д. Р. Дирофиляриоз. М., 2004. 194 с.
3. Даль С. К. Животный мир Армянской ССР. Том 1. Позвоночные животные. Ереван: АН Арм ССР, 1954. 415 с.
4. Криворотова Е. Ю. Биологические аспекты дирофиляриоза в ряде субъектов Российской Федерации: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2015. 24 с.
5. Криворотова Е. Ю., Нагорный С. А. Температурное моделирование дирофиляриоза в городе Ростове-на-Дону // Здоровье населения и среда обитания. 2015. № 9 (270). С. 47–50.
6. Криворотова Е. Ю., Нагорный С. А. Ксеномониторинг дирофиляриоза на юге и северо-западе Российской Федерации // Паразитология. 2016. 50 (5). С. 357–364.
7. Криворотова Е. Ю., Нагорный С. А. Область применения температурных ЕРД-моделей дирофиляриоза // Российский паразитологический журнал. 2016. № 4. С. 488–495.
8. Кряжев А. Л., Слободяник Р. В. Дирофиляриоз служебных собак в Араратской области Республики Армения // Международный вестник ветеринарии. 2019. № 3. С. 16–21.
9. Медведев С. Г., Халин А. В., Айбулатов С. В. Пути происхождения фауны кровососущих насекомых северной палеарктики на примере блох (Siphonaptera), комаров семейства Culicidae и мошек (Diptera: Simuliidae) // Паразитология. 2017. 51. № 6. С. 499–516.
10. Медведева С. Г., Айбулатов С. В., Панюкова Е. В. Экологические особенности и распространение комара *Aedes communis* (De Geer, 1776) на территории северо-запада европейской части России // Паразитология. 2010. 44 (5). С. 441–460.
11. Нагорный С. А., Криворотова Е. Ю. Возможность применения температурной модели дирофиляриоза (Slocombe JOD et al., 1989) в условиях России // «Теория и практика борьбы с паразитарными болезнями»: Матер. докл. науч. конф. Всерос. о-ва гельминтол. РАН. 2014. № 15. С. 175–177.
12. Сергиев В. П., Супряга В. Г., Дарченкова Н. Н., Жукова Л. А., Иванова Т. Н. Дирофиляриоз человека в России // Российский паразитологический журнал. 2012. № 4. С. 60–64.
13. Слободяник Р. В., Зыкова С. С., Асатрян А. Т., Ширяева В. А. Мониторинг дирофиляриоза у собак в Республике Армения // Международный вестник ветеринарии. 2020. № 1. С. 19–23.
14. Слободяник Р. В., Зыкова С. С., Масайтис В. В. К вопросу о роли шакала (*Canis aureus* L.) как возможного переносчика дирофиляри-

- оза в Республике Армения // «Охотоведение и охотничье хозяйство России и ближнего зарубежья. Современное состояние и перспективы (Чтение памяти Анатолия Алексеевича Селантьева)»: матер. докл. Всерос. науч.-практ. конф. Санкт-Петербург, 2020. С. 95–99.
15. Халин А. В., Горностаева Р. М. К таксономическому составу кровососущих комаров (Diptera: Simuliidae) // *Паразитология*. 2008. 42 (5). С. 360–381.
 16. Халин А. В., Айбулатов С. В. Фауна кровососущих насекомых комплекса гнуса (Diptera) северо-западного региона России. III. Кровососущие комары (Culicidae) // *Паразитология*. 2019. 53 (4). С. 309–341.
 17. Chua T. H. Modelling the effect of temperature change on the extrinsic incubation period and reproductive number of *Plasmodium falciparum* in Malasia. *Trop. Biomed.* 2012; 29 (1): 121–128.
 18. 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. 8 (1): 175–181.
 19. Genchi C., Rinaldi L., Mortarino M. et al. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet. Parasitol.* 2009. 163 (4): 286–292.
 20. 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; 19–26.
 21. Zyкова S., Slobodyanik R., Belova L., Kryazhev A., Savinkov A. Monitoring dirofilariasis spread: herding dogs in Armenia / E3S Web of Conferences, 175, 03014 (2020)/ [http: doi.org/10.1051/e3sconf/202017503014](http://doi.org/10.1051/e3sconf/202017503014).
 22. Электронный ресурс: <https://www.gismeteo.ru/catalog/armenia/> (дата обращения 21.07.2020).
 23. Электронный ресурс: <http://mes.am/ru/weather/archive/> (дата обращения 21.07.2020).
 24. Электронный ресурс: <https://agroservers.ru/b/gubnoe-khozyaystvo-v-armenii-616984.htm> (дата обращения 21.07.2020).
 25. Электронный ресурс: <http://ostarmenia.com/ru/> (дата обращения 21.07.2020).
 26. Электронный ресурс: <https://www.heartwormsociety.org/veterinary-resources/client-education/think-12> (дата обращения 25.07.2020).

References

1. Arakelian R. S., Kovtunov A. I., Bykov V. P., Shatalin V. A., Arakelian E. M. Epidemiological and epizootic features of the three-membered system of dirofilariasis (dog – mosquito – human) in the Astrakhan region. *Sib. honey. zhurn. (Irkutsk)*. 2008; 7. (In Russ.)
2. Arkhipov I. A., Arkhipova D. R. *Dirofilariasis*. M., 2004; 194. (In Russ.)
3. Dal S. K. *Animal world of the Armenian SSR*. Vol. 1. Vertebrates. Yerevan: AN Arm SSR, 1954; 415. (In Russ.)
4. Krivorotova E. Yu. Biological aspects of dirofilariasis in a number of subjects of the Russian Federation: author. dis. ... Cand. biol. sciences. Rostov-on-Don, 2015; 24. (In Russ.)
5. Krivorotova E. Yu., Nagorny S. A. Temperature modeling of dirofilariasis in the city of Rostov-on-Don. *Zdorov'ye naseleniya i sreda obitaniya = Public health and life environment*. 2015; 9 (270): 47–50. (In Russ.)
6. Krivorotova E. Yu., Nagorny S. A. Xenomonitoring of dirofilariasis in the south and north-west of the Russian Federation. *Parazitologiya = Parasitology*. 2016; 50 (5): 357–364. (In Russ.)
7. Krivorotova E. Y., Nagorny S. A. Areas of application of temperature based DDU models for dirofilariasis. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian journal of parasitology*. 2016; 4: 488–495. (In Russ.)
8. Kryazhev A. L., Slobodyanik R. V. Dirofilariasis of service dogs in the Ararat region of the Republic of Armenia. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii = International veterinary bulletin*. 2019; 3: 16–21. (In Russ.)
9. Medvedev S. G., Khalin A. V., Aibulatov S. V. Paths of origin of the fauna of blood-sucking insects in the Northern Palaearctic on the example of fleas (Siphonaptera), mosquitoes of the Culicidae family and midges (Diptera: Simuliidae). *Parazitologiya = Parasitology*. 2017; 51 (6): 499–516. (In Russ.)
10. Medvedeva S. G., Aibulatov S. V., Panyukova E. V. Ecological characteristics and distribution of the mosquito *Aedes communis* (De Geer, 1776) in the north-west of the European part of Russia. *Parazitologiya = Parasitology*. 2010; 44 (5): 441–460. (In Russ.)
11. Nagorny S. A., Krivorotova E. Yu. Possibility of using the temperature model of dirofilariasis

- (Slocombe JOD et al., 1989) in the conditions of Russia. *Materialy dokladov nauchnoy konferentsii Vserossiyskogo obshchestva gel'mintologov RAN «Teoriya i praktika bor'by s parazitarnymi boleznyami» = Materials of reports of the scientific conference of the All-Russian Society of Helminthologists of the Russian Academy of Sciences "Theory and practice of parasitic disease control"*. 2014; 15: 175–177. (In Russ.)
12. Sergiev V. P., Supryaga V. G., Darchenkova N. N., Zhukova L. A., Ivanova T. N. Human dirofilariasis in Russia. *Rossiyskiy parazitologicheskiy zhurnal = Russian journal of parasitology*. 2012; 4: 60–64. (In Russ.)
 13. Slobodyanik R. V., Zykova S. S., Asatryan A. T., Shiryaeva V. A. Monitoring dirofilariasis in dogs in the Republic of Armenia. *Mezhdunarodnyy vestnik veterinarii = International veterinary bulletin*. 2020; 1: 19–23. (In Russ.)
 14. Slobodyanik R. V., Zykova S. S., Masaytis V. V. To the question of the role of the jackal (*Canis aureus* L.) as a possible vector of dirofilariasis in the Republic of Armenia. «*Okhotovedeniye i okhotnich'ye khozyaystvo Rossii i blizhnego zarubezh'ya. Sovremennoye sostoyaniye i perspektivy (Chteniye pamyati A. A. Selant'yeva): mater. dokl. Vseros. nauch.-prakt. konf. = "Hunting science and hunting economy in Russia and the near abroad. Current state and prospects (Reading the memory of A. A. Selantiev)": mater. report Vseros. scientific-practical conf. St. Petersburg, 2020; 95–99.* (In Russ.)
 15. Khalin A. V., Gornostaeva R. M. On the taxonomic composition of blood-sucking mosquitoes (Diptera: Simuliidae). *Parazitologiya = Parasitology*. 2008; 42 (5): 360–381. (In Russ.)
 16. Khalin A. V., Aibulatov S. V. Fauna of blood-sucking insects of the gnus complex (Diptera) of the north-western region of Russia. III. Blood-sucking mosquitoes (Culicidae). *Parazitologiya = Parasitology*. 2019; 53 (4): 309–341. (In Russ.)
 17. Chua T. H. Modeling the effect of temperature change on the extrinsic incubation period and reproductive number of *Plasmodium falciparum* in Malasia. *Trop. Biomed*. 2012; 29 (1): 121–128.
 18. Cuervo P. F., Fantozzi M. C., Di Cataldo S. Analysis of climate and extrinsic incubation of *Dirofilaria immitis* in southern South America. *Geospat. Health*. 2013.8 (1): 175–181.
 19. Genchi C., Rinaldi L., Mortarino M. et al. Climate and *Dirofilaria* infection in Europe. *Vet. Parasitol*. 2009.163 (4): 286–292.
 20. 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; 19–26.
 21. Zykova S., Slobodyanik R., Belova L., Kryazhev A., Savinkov A. Monitoring dirofilariasis spread: herding dogs in Armenia / E3S Web of Conferences, 175, 03014 (2020) / <http://doi.org/10.1051/e3sconf/202017503014>.
 22. Electronic resource: <https://www.gismeteo.ru/catalog/armenia/> (date of treatment 07/21/2020).
 23. Electronic resource: <http://mes.am/ru/weather/archive/> (date of access 07/21/2020).
 24. Electronic resource: <https://agroserver.ru/b/rybnoe-khozyaystvo-v-armenii-616984.htm> (date of access 07/21/2020).
 25. Electronic resource: <http://ostarmenia.com/ru/> (date of access 07.21.2020).
 26. Electronic resource: <https://www.heartwormsociety.org/veterinary-resources/client-education/think-12> (date of treatment 07/25/2020).