МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ ЗОНЫ НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

Никанорова А. М.¹,

кандидат биологических наук,

доцент кафедры ветеринарии и физиологии животных

annushkanikanorova@gmail.com

Аннотация

В статье рассмотрены вопросы влияния экзогенных факторов на популяцию иксодовых клещей. Известно, что паразитические членистоногие, в том числе иксодовые клещи, очень подвержены изменениям климатических факторов определенной территории обитания. Для развития популяции необходимо изучение множества факторов: определенной температуры воздуха, влажности или количества осадков, светового дня, облачности, атмосферного давления. От экзогенных факторов зависит выбор и количество прокормителей, временные границы кровососания и диапаузы, пики активности. В Калужской области ежегодно регистрируются случаи пироплазмидозов, анаплазмоза среди животных, боррелиоза среди людей. На территории области обитают два вида иксодовых клещей: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus*.

Математическое моделирование в паразитологии открывает большие возможности без серьезных материальных затрат прогнозировать вспышки трансмиссивных инфекций и инвазий.

В итоге получены данные о наиболее сильном влиянии на популяцию членистоногих среднего атмосферного давления. При одновременном увеличении среднемесячных значений температуры, влажности и атмосферного давления количество активных иксодовых клещей будет уменьшаться.

Достоинство применяемого моделирования позволяет учитывать воздействие на наблюдаемый объект совокупности всех факторов и их эффектов взаимодействия.

Ключевые слова: иксодовые клещи, *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, математическое моделирование.

¹ Калужский филиал Российского государственного аграрного университета — МСХА имени К.А. Тимирязева (248007, Калужская обл., г. Калуга, ул. Вишневского, д. 27)

MATHEMATICAL MODELING OF IXODIC TICKS OF THE NON-BLACK EARTH ZONE

Nikanorova A. M.¹,

Candidate of Biological Sciences,

Associate Professor of the Department of Veterinary and Animal Physiology

annushkanikanorova@gmail.com

Abstract

The article discusses the impact of exogenous factors on the population of ixodic ticks. It is known that parasitic arthropods including ixodic ticks, are very susceptible to changes in climatic factors of a certain habitat. For the development of a population, it is necessary to study many factors: a certain air temperature, humidity or rainfall, daylight hours, cloud cover, and atmospheric pressure. The choice and number of hosts, the time limits of bloodsucking and diapause, and activity peaks depend on exogenous factors. In the Kaluga Region, cases of hemosporidial infections, anaplasmosis among animals, and borreliosis among people are recorded annually. Two species of ixodic ticks live in the Region: *Ixodes ricinus* and *Dermacentor reticulatus*.

Mathematical modeling in parasitology opens up great opportunities for predicting outbreaks of vector-borne infections and infestations without serious material costs.

As a result, data were obtained on the strongest effect on the arthropod population of mean atmospheric pressure. With a simultaneous increase in the monthly average values of temperature, humidity and atmospheric pressure, the number of active ixodic ticks will decrease.

The advantage of the applied modeling allows taking into account the impact on the observed object of a combination of all factors and their interaction effects.

Keywords: ixodic ticks, *Ixodes ricinus*, *Dermacentor reticulatus*, mathematical modeling.

Введение. Известно, что паразитические членистоногие, в том числе иксодовые клещи, очень подвержены изменениям климатических факторов определенной территории обитания. Для развития популяции необходимо изучение множества факторов: определенная температура воздуха, влажность или количество осадков, световой день,

¹ Kaluga branch of the Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after K.A. Timiryazev (27, Vishnevskiy st., Kaluga, Kaluga region, 248007)

облачность, атмосферное давление. От экзогенных факторов зависит выбор и количество прокормителей, временные границы кровососания и диапаузы, пики активности [1–3].

На территории области обитают два вида иксодовых клещей: *Ixodes ricinus* и *Dermacentor reticulatus* [1–3].

Математическое моделирование в паразитологии открывает большие возможности без серьезных материальных затрат прогнозировать вспышки трансмиссивных инфекций и инвазий.

Цель исследования: выяснить степень влияния экзогенных факторов на популяцию иксодовых клещей Калужской области с помощью математического моделирования.

Материалы и методы. Использовались стандартные методики сбора и учета иксодовых клещей, расчета математических моделей.

Сбор и учет иксодовых клещей осуществлялись с 2009 по 2019 гг. включительно.

Результаты исследований. Для получения математических моделей был проведен полный факторный эксперимент по собранным статистическим данным. Значения уровней факторов представлены в табл. 1.

Таблица 1

Значения уровней факторов

	–1	0	+1
X1	+1,85°C	+11,48°C	+21,12°C
X2	56,02%	68,62%	81,22%
X3	741,0 мм рт. ст.	745,5 мм рт. ст.	750,0 мм рт. ст.
X4	1,90%	2,25%	2,60%

X1 – среднемесячная температура (t°C);

X2 – среднемесячная влажность (Q, мм);

X3 – среднее атмосферное давление (P мм рт. ст.).

Откликом Y являлась численность иксодовых клещей.

$$Y = b_0 + b_1X_1 + b_2X_2 + b_3X_3 + b_{12}X_1X_2 + b_{13}X_1X_3 + b_{23}X_2X_3 + b_{123}X_1X_2X_3;$$

$$Y = 1150 - 65X_1 + 204,5X_2 + 415X_3 - 234,5X_1X_2 - 90X_1X_3 + 10,5X_2X_3 - 150,5X_1X_2X_3.$$

Анализ полученной модели показывает, что при погодных условиях, когда среднемесячные значения рассматриваемых факторов оказываются на нулевом уровне, предположительное количество иксодовых клещей окажется 1150 особей на контрольном 1 га² в год. Наиболее сильное влияние на популяцию членистоногих оказывает среднее атмосферное давление. Парный эффект взаимодействия температуры и влажности в 1,14 раз сильнее влияния одной влажности и в 3,6 раза сильнее влияния одной температуры. При одновременном увеличении средней температуры и влажности популяция иксодовых клещей уменьшается. При одновременном увеличении среднемесячных значений температуры, влажности и атмосферного давления количество активных иксодовых клещей будет уменьшаться.

Заключение. Достоинство применяемого моделирования позволяет учитывать воздействие на наблюдаемый объект совокупности всех факторов и их эффектов взаимодействия.

Наиболее сильное влияние на популяцию членистоногих оказывает среднее атмосферное давление.

При одновременном увеличении среднемесячных значений температуры, влажности и атмосферного давления количество активных иксодовых клещей будет уменьшаться.

Литература

1. Василевич Ф.И., Бегина А.М. Лабораторное культивирование иксодовых клещей *Dermacentor reticulatus* и *Ixodes ricinus*: Методические положения. М.: ФГБОУ ВПО МГАВМиБ, 2012. 12 с.
2. Никанорова А.М. Роль математического моделирования динамики численности популяций прокормителей кровососущих членистоногих в профилактике природно-очаговых болезней // В сборнике: Современные проблемы общей и прикладной паразитологии сборник научных статей по материалам XIII научно-практической конференции памяти профессора В.А. Ромашова. 2019. С. 64–69.
3. Тохов Ю.М. Современные подходы регуляции численности кровососущих членистоногих / Ю.М. Тохов, А.Н. Логвинов, И.В. Чумакова // Современные проблемы науки и образования. 2015. № 4.

References

1. Vasilevich F.I., Beginina A.M. Laboratory cultivation of ixodic ticks *Dermacentor reticulatus* and *Ixodes ricinus*: Methodological provisions. Moscow: FSBEI of HPE MGAVMIB, 2012. 12 p. (In Russ.)
2. Nikanorova A.M. The role of mathematical modeling of the dynamics of the number of hosts of blood-sucking arthropods in the prevention of natural focal diseases. In the collection: Current problems of general and applied parasitology, a collection of scientific articles based on the XIII scientific and practical conference in memory of Professor V.A. Romashova. 2019. P. 64–69. (In Russ.)
3. Tokhov Y.M. Modern approaches to the regulation of the number of bloodsucking arthropods / Y.M. Tokhov, A.N. Logvinov, I.V. Chumakova. *Modern problems of science and education*. 2015; (4). (In Russ.)