МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ИКСОДОВЫХ КЛЕЩЕЙ И ИХ ПРОКОРМИТЕЛЕЙ 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 и мелких млекопитающих. Известно, что паразитические членистоногие, мышевидные грызуны очень подвержены изменениям климатических факторов определенной территории обитания. Для развития их популяции необходимо изучения множества факторов: определенной температуры воздуха, влажности или количества осадков, светового дня, облачности, атмосферного давления. От экзогенных факторов зависит выживаемость мелких млекопитающих, а следовательно, количество иксодовых клещей в дальнейшем. Математическое моделирование в паразитологии открывает большие возможности без серьезных материальных затрат прогнозировать вспышки трансмиссивных инфекций и инвазий. В итоге получены расчетные модели мелких млекопитающих для Калужской области и данные о наиболее сильном влиянии на популяцию членистоногих среднего атмосферного давления, температуры воздуха, влажности. Чем выше температура окружающей среды в пределах нормы для определенной территории, тем благоприятнее условия для размножения. Количество осадков имеет обратный эффект. Анализ полученной модели по иксодовым клещам показывает наиболее сильное влияние на популяцию членистоногих среднего атмосферного давления. Достоинство применяемого моделирования позволяет учитывать воздействие на наблюдаемый объект совокупности всех факторов и их эффектов взаимодействия.

Ключевые слова: иксодовые клещи, мелкие млекопитающие, математическое моделирование.

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

MATHEMATICAL MODELING OF IXODIC TICKS AND THEIR HOSTS 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 and small mammals. It is known that parasitic arthropods, mouse-like rodents are very susceptible to changes in climatic factors of a certain habitat. For the development of their population, it is necessary to study many factors: a certain air temperature, humidity or rainfall, daylight hours, cloud cover, and atmospheric pressure. The survival of small mammals, and therefore the number of ticks in the future, depends on exogenous factors. Mathematical modeling in parasitology opens up great opportunities for predicting outbreaks of vector-borne infections and infestations without serious material costs. As a result, calculation models of small mammals for the Kaluga Region and data on the most influence of the average atmospheric pressure, air temperature, and humidity on the arthropod population were obtained. The higher the ambient temperature is within the normal range for a certain territory, the more favorable the conditions for propagation are. Rainfall has the opposite effect. The analysis of the obtained model by ixodic ticks shows the strongest effect on the arthropod population of average atmospheric pressure. 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, small mammals, mathematical modeling.

Введение. Известно, что иксодовые клещи и основные прокормители их преимагинальных фаз — мелкие млекопитающие — очень подвержены изменениям климатических факторов определенной территории обитания. Для развития популяции необходимо изучение множества факторов: определенная температура воздуха, влажность или количество осадков, световой день, облачность, атмосферное давление. От экзогенных факторов зависит выбор и количество про-

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

кормителей, временные границы кровососания и диапаузы, пики активности, а также выживаемость самих мышевидных грызунов [1–3].

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

Цель исследования: математически рассчитать количество мышевидных грызунов в зависимости от климатических условий и выяснить степень их влияния на популяцию иксодовых клещей.

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

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:

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

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

Матрица плана эксперимента по мелким млекопитающим представлена в табл. 2.

Чем выше температура окружающей среды в пределах нормы для определенной территории, тем благоприятнее условия для размножения. Количество осадков имеет обратный эффект.

Таблица 2

Матрица плана эксперимента по мелким млекопитающим

№ опыта	X0	X1	X2	X1X2	Y
1	+	+	+	+	290
2	+	—	+	—	265
3	+	+	—	—	322
4	+	—	—	+	292

Анализ полученной модели по иксодовым клещам показывает наиболее сильное влияние на популяцию членистоногих среднего атмосферного давления. 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 среднемесячных значений температуры, влажности и атмосферного давления количество активных иксодовых клещей будет уменьшаться.

Полученные данные свидетельствуют о взаиморегулировании процессов численности мелких млекопитающих и иксодовых клещей.

Закключение. 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, а на мелких млекопитающих — температура воздуха.

Полученные данные свидетельствуют о взаиморегулировании процессов численности мелких млекопитающих и иксодовых клещей.

Литература

1. Василевич Ф.И., Бегинина 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.)