

УДК 574.24:595.77

## ФАКТОРЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ДИНАМИКУ ЧИСЛЕННОСТИ ЛИЧИНОК КОМАРА РОДА ANOPHELES

Родионов Ю.А.

Филиал ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в городе Москве» в ВАО,  
Москва, e-mail: filial-vao@mail.ru

Исследования проводились в эпидемиологически значимом периоде генерации комара рода *Anopheles* с целью изучения влияния температурного режима окружающей среды на динамику численности личинок комара рода *Anopheles* в водоемах Восточного административного округа города Москвы. Температурный режим водоемов обусловлен преимущественно погодно-климатическими условиями, которые определяют количество и площадь анофелогенных водоемов. В зависимости от этого формируются показатели численности личинок комара рода *Anopheles*. Изменения температурного режима водоемов оказывают влияние на динамику преимагинального развития комара рода *Anopheles*. Установлено, что в водоемах с более высокими температурными показателями поверхности воды скорость развития и численность личинок анофелеса выше, чем в водоемах с более низкими температурными показателями поверхности воды. При температуре поверхности водоемов 26–27°C численность личинок анофелеса ниже, чем при 24–25°C, а при температуре 22–23°C ниже, чем при 24–25°C, но выше, чем при 20–21°C. Таким образом, оптимальным температурным режимом поверхности водоемов для развития личинок комара рода *Anopheles* является температура 24–25°C. Однако в водоемах с температурным режимом выше оптимального уровня анофелогенная площадь и численность личинок сокращается ввиду изменения химических показателей воды, которые выступают в качестве нивелирующих факторов. В таких водоемах усиливается процесс биохимического окисления органических веществ, в результате возникает дефицит растворенного в воде кислорода, необходимого для жизнедеятельности организмов, являющихся кормовой базой личинок анофелеса. Также усиливается испарение воды, вследствие которого в воде повышается уровень концентрации солей, что тоже негативно влияет на жизнеспособность личинок анофелеса.

**Ключевые слова:** водоем, температурный режим воды, химические показатели воды, анофелогенеративный сезон, анофелогенный водоем, малярийный комар, личинки малярийного комара, *anopheles*

## THE FACTORS THAT DETERMINE THE POPULATION DYNAMICS OF MOSQUITO LARVAE OF THE GENUS ANOPHELES

Rodionov Yu.A.

Branch of the Federal budget health care institution «Center of hygiene and epidemiology in Moscow»  
in the Eastern administrative district of Moscow, Moscow, e-mail: filial-vao@mail.ru

The studies were conducted in epidemiologically significant period of generation of a mosquito of the genus *Anopheles*, with the aim of studying the influence of the temperature regime of the environment on the population dynamics of mosquito larvae of the genus *Anopheles* in the waters of the Eastern administrative district of Moscow. The temperature regime of reservoirs is mainly due to weather and climatic conditions that determine the number and area of anophelogenic reservoirs. Depending on this, the indicators of the number of larvae of the mosquito genus *Anopheles* are formed. To change the temperature of water bodies affect the dynamics of larval development of the mosquito of the genus *Anopheles*. It is established that in reservoirs with higher temperature indicators of water surface the rate of development and the number of *Anopheles* larvae is higher than in reservoirs with lower temperature indicators of the water surface. At the surface temperature of reservoirs 26–27°C the number of *Anopheles* larvae is lower than at 24–25°C, and at a temperature of 22–23°C lower than at 24–25°C, but higher than at 20–21°C. Thus, the optimal temperature regime of the surface of reservoirs for the development of mosquito larvae of the genus *Anopheles* is the temperature of 24–25°C. However in reservoirs with a temperature regime above the optimum level anophelogenic area and the number of larvae is reduced due to changes in the chemical parameters of water, which act as leveling factors. In such reservoirs increases the biochemical oxidation of organic matter resulting in a deficit of dissolved oxygen in the water necessary for the life of the organisms that are forage of the larvae of *Anopheles*. Also, the evaporation of water increases, as a result of which the level of salt concentration in the water increases, which also negatively affects the viability of *Anopheles* larvae.

**Keywords:** reservoir, the water temperature, chemical characteristics of water, anafilaktichesky season, anophelogenic pond, the *Anopheles* mosquito, the larvae of the malaria mosquito, *anopheles*

В России распространены несколько десятков видов малярийных комаров, входящих в комплексы «*Anopheles maculipennis*» и «*Anopheles hyrcanus*». В комплекс «*Anopheles maculipennis*» входят следующие виды: *Anopheles (Anopheles) maculipennis* Meigen, 1818; *An. (Anopheles) messeae* Falleroni, 1926; *An. (Anopheles) melanoon* Hackett, 1934; *An. (Anopheles) Sacharovi* Fave, 1903 и др. [1–3].

Наибольший эпидемиологический интерес для московского региона имеют *An. (Anopheles) maculipennis* и *An. (Anopheles) messeae* [1].

Малярийные комары живут почти во всех климатических зонах. В мире насчитывается около 460 видов малярийных комаров. Большая часть их распространена в зонах с тропическим климатом. Тем не менее многие виды малярийных комаров

населяют страны с субтропическим и умеренным климатом, в том числе и Россию, не перенося малярию, поскольку сами климатические условия нашей страны не позволяют малярийному плазмодию совершать полный цикл развития. Из 460 видов малярийных комаров фактически переносят малярию способны лишь около 100 видов (менее 23%), а эпидемиологическую опасность представляют несколько десятков из них. Самки анофелеса откладывают одиночные яйца на прибрежной части водного зеркала открытых водоемов, продолжительность развития яйца и личинки зависит от температурного режима воды. Личиночная фаза развития комара рода *Anopheles*, как и других *Culicidae*, имеет 4 стадии роста, затем личинка окукливается [1].

Температура воды, форма и количество осадков, изменяющих ее – важнейшие абиотические факторы, влияющие на возможность преимагинального развития анофелеса, численность личинок и скорость их развития [4, 5].

В условиях низкой температуры воды (13–15 °С) развитие личинок длится от 26 до 42 дней; в условиях средней температуры воды (22–23 °С) – от 23 до 35 дней; а в условиях высокой температуры воды (27 °С) – от 17 до 26 дней. Отмечена существенная гибель личинок на первых стадиях развития (I и II возраст), причем для высокотемпературного режима она продолжается и на более поздних стадиях развития [6].

Цель исследования: Целью работы является изучение влияния температурного режима окружающей среды на химические показатели воды и динамику численности личинок комара рода *Anopheles* в водоемах Восточного административного округа города Москвы.

#### Материалы и методы исследования

Исследования проводили в наиболее эпидемиологически значимом периоде генерации комара рода *Anopheles* (май – июль). Обследовались анофелогенные водоемы Восточного административного округа города Москвы: протоки, каналы, водоотстойники, ручьи, пруды и озера. Общая площадь обследованных водоемов составила 200 га.

Учет численности личинок комара рода *Anopheles* и анофелогенной площади водоемов проводили в соответствии с общепринятой методикой.

Температурный режим поверхностного слоя водоемов анализировали с помощью поплавкового термометра со шнуром 58072 BW (Китай).

Химический анализ проб воды проводили при помощи:

– анализатора «Флюорат 02-2М»/Криол-1 (Россия), в основу работы которого положен фотометрический, флуориметрический и хемилюминесцентный методы измерения массовой концентрации органических и неорганических веществ в области спектра 250–650 нм; анализатора кислорода АКПМ-02-05 (Россия), позволяющего измерять парциальное давление и концентрацию кислорода в жидкостях и определять биохимическое потребление кислорода и др.;

– анализатора фотометрического «Spektroquant NOVA 60» (Германия), определяющего катионы щелочных и щелочно-земельных металлов, ионы аммония, нитраты и нитриты, сульфаты, фосфаты, хлориды, фториды, бромиды и йодиды; иономера/кондуктометра АНИОН 4154 (Россия) для измерения активности ионов, молярной и массовой концентрации ионов и др.;

– системы капиллярного электрофореза «Капель 105М» (Россия) для определения неорганических катионов и анионов, гербицидов и др.

Водоемы подразделяли на группы и подгруппы. Группа водоемов «А» – водоемы с более высоким уровнем температуры поверхности воды (24–27 °С), водоемы группы «Б» – с более низким уровнем температуры поверхности воды (20–23 °С). Внутри каждой из этих групп водоемов значились водоемы с более высокими температурными показателями поверхности воды – водоемы подгруппы «А-1» (26–27 °С) и «Б-1» (22–23 °С) и водоемы с более низкими температурными показателями поверхности воды – водоемы подгруппы «А-2» (24–25 °С) и «Б-2» (20–21 °С).

#### Результаты исследования и их обсуждение

Май месяц имел высокий уровень температурного колебания атмосферы и представлял фенологический интерес первой регистрации личинок комара рода *Anopheles*, июнь и июль отличались высоким уровнем генеративной способности анофелеса. Температурный режим атмосферы в этих месяцах представлен по данным [7] в табл. 1.

Так, наиболее теплым анофелогенеративным месяцем 2018 г. оказался июль, наиболее холодным – май. По данным [8], наибольшее количество выпавших осадков отмечалось в июле, наименьшее – в июне (табл. 2).

Анофелогенная площадь водоемов в зависимости от температурного фактора окружающей среды по месяцам варьировала, что определяло показатели численности личинок комара рода *Anopheles*. Наибольшим уровнем по этим показателям характеризовался июнь месяц (табл. 3).

**Таблица 1**

Температурный режим атмосферы г. Москвы в анафелогенеративном сезоне 2018 г.

Уровень атмосферной температуры	Температурный показатель в месяцах, °С		
	май	июнь	июль
Минимальный	+4,00	+10,00	+13,00
Максимальный	+27,00	+30,00	+31,00
Минимальный среднесуточный	+10,43	+10,75	+19,00
Максимальный среднесуточный	+20,29	+25,68	+24,29
Среднемесячный	+15,54	+19,56	+21,89

**Таблица 2**

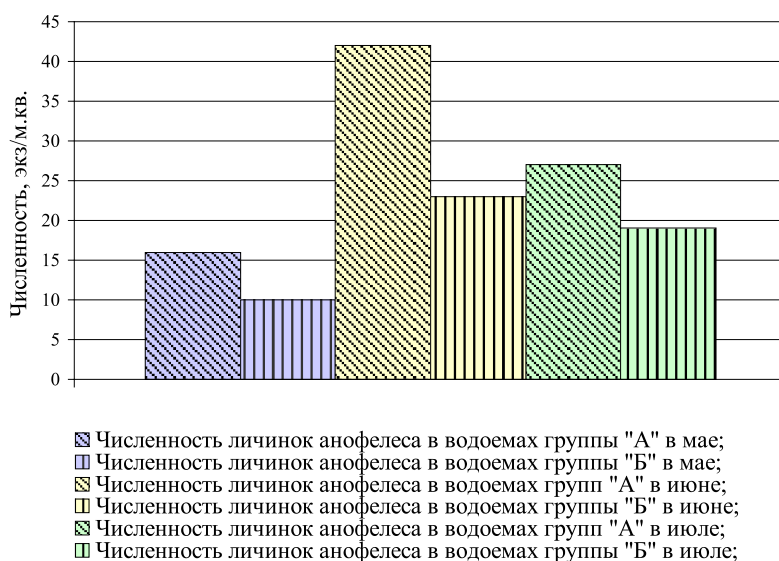
Количество выпавших осадков в г. Москве в анафелогенеративном сезоне 2018 г.

Месяц	Средняя норма осадков, мм	Количество выпавших осадков, мм
Май	51	60,0
Июнь	75	56,0
Июль	94	83,7

**Таблица 3**

Анофелогенная площадь водоемов в ВАО г. Москвы в 2018 г. и численность личинок комара рода *Anopheles*

Анофелогенная площадь водоемов по месяцам, га ( $P \geq 0,95$ )			Численность личинок по месяцам, экз./м <sup>2</sup> ( $P \geq 0,95$ )		
май	июнь	июль	май	июнь	июль
26,1 ± 1,2	74,9 ± 3,7	67,3 ± 3,3	12,7 ± 0,5	32,2 ± 1,6	22,4 ± 1,0



*Численность личинок комара рода Anopheles в водоемах ВАО г. Москвы в анафелогенеративном сезоне 2018 г. в зависимости от температурного режима воды*

В июне анофелогенная площадь водоемов превышала таковую в мае в  $2,87 \pm 0,02$  раза, а в июле – в  $1,11 \pm 0,01$  раза ( $P \geq 0,95$ ). Численность личинок анофелеса в июне была выше в  $2,53 \pm 0,02$  раза, чем в мае, и в  $1,43 \pm 0,01$  раза, чем в июле ( $P \geq 0,95$ ).

Установлено, что в водоемах с более высокими температурными показателями

поверхности воды (водоемы группы «А») скорость развития и численность личинок анофелеса выше, чем в водоемах с более низкими температурными показателями поверхности воды (водоемы группы «Б»). Корреляция численности личинок анофелеса в водоемах этих групп представлена на рисунке.

Среди водоемов группы «Б» в подгруппе «Б-1» скорость развития и численность личинок анофелеса была выше, чем в водоемах подгруппы «Б-2», а в группе водоемов «А» эти показатели были выше в водоемах подгруппы «А-2», чем в подгруппе «А-1», то есть наблюдался обратный эффект.

При температуре поверхности водоемов 26–27 °С численность личинок анофелеса ниже, чем при 24–25 °С, а при температуре 22–23 °С ниже, чем при 24–25 °С, но выше, чем при 20–21 °С. Таким образом, оптимальным температурным режимом поверхности водоемов для развития личинок

комара рода *Anopheles* является температура 24–25 °С.

Известно, что температура воды влияет на ее физические, химические и биологические показатели. Возможно, что в высокотемпературных водоемах, кроме температурного фактора, имеются и другие механизмы-регуляторы численности личинок комара рода *Anopheles*. Исходя из этого, целесообразен сравнительный химический анализ проб воды, отобранных в гидрологически однородных водоемах подгруппы «А-1» и «А-2», который проводили в соответствии с утвержденными методиками (табл. 4).

Таблица 4

Химические показатели воды в водоемах подгруппы «А-1» (n = 1) и «А-2» (n = 1)

Под-группа водоемов	Количественный химический анализ образцов воды				НД на метод исследования
	определяемый показатель	единица измерения	уровень показателя	величина допустимого уровня	
А-1	Аммиак и аммоний-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,085 ± 0,017	не более 3	МВИ № 01.1:1.2.4.16-05
	Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	6,8 ± 1,0*	не более 4	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
	Растворенный кислород	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	8,1 ± 1,1	не менее 4	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	88,2 ± 8,8	не более 350	ПНД Ф 14.1:2:4.157-1999
	Водородный показатель	ед. рН	8,84 ± 0,20*	6,5 – 8,5	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
	Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,022 ± 0,008	не более 0,3	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
	Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0,125 ± 0,025	не более 3	МВИ № 01.1:1.2.4.13-05
	Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	<0,2	не более 45	ПНД Ф 14.1:2:4.157-1999
	Химическое потребление кислорода (ХПК)	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	23,3 ± 7,0	не более 30	МВИ № 01.1:1.2.17-05
А-2	Аммиак и аммоний-ион	мг/дм <sup>3</sup>	0,055 ± 0,011	не более 3	МВИ № 01.1:1.2.4.16-05
	Биохимическое потребление кислорода (БПК <sub>5</sub> )	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	3,1 ± 0,4	не более 4	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
	Растворенный кислород	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	11,3 ± 1,6	не менее 4	ПНД Ф 14.1:2:3:4.123-97
	Хлориды	мг/дм <sup>3</sup>	43,0 ± 4,3	не более 350	ПНД Ф 14.1:2:4.157-1999
	Водородный показатель	ед. рН	8,15 ± 0,20	6,5 – 8,5	ПНД Ф 14.1:2:3:4.121-97
	Нефтепродукты (суммарно)	мг/дм <sup>3</sup>	0,024 ± 0,009	не более 0,3	ПНД Ф 14.1:2:4.128-98
	Нитриты	мг/дм <sup>3</sup>	0,105 ± 0,021	не более 3	МВИ № 01.1:1.2.4.13-05
	Нитраты	мг/дм <sup>3</sup>	<0,2	не более 45	ПНД Ф 14.1:2:4.157-1999
	Химическое потребление кислорода (ХПК)	мгО <sub>2</sub> /дм <sup>3</sup>	17,9 ± 5,4	не более 30	МВИ № 01.1:1.2.17-05

Примечание. \* – превышение допустимого уровня.

Так, в пробе из водоема подгруппы «А-1» величина показателя биохимического потребления кислорода при 5-дневной инкубации пробы (БПК<sub>5</sub>) и рН была выше допустимого уровня. Уровень хлоридов в пробе был почти на 50% выше, чем в пробе из водоема подгруппы «А-2». Величина БПК<sub>5</sub> характеризует суммарное содержание в воде органических веществ и их биохимическое окисление, она непостоянна и зависит в основном от сезонных и суточных изменений температуры и жизнедеятельности микроорганизмов. В водоеме подгруппы «А-1» показатель растворенного в воде кислорода был более чем на 71% ниже, чем в водоеме подгруппы «А-2», что определяет его более низкий уровень кормовой базы для личинок анофелеса.

### Заключение

Погодно-климатические факторы среды анофелогенеративного сезона определяют количество и площадь анофелогенных водоемов, а также показатели численности личинок комара рода *Anopheles*. Оптимальные погодно-климатические условия обуславливают возрастание количества и площади анофелогенных водоемов, высокие показатели численности личинок комара рода *Anopheles*.

В водоемах с температурным режимом выше оптимального уровня анофелогенная площадь и численность личинок сокращается ввиду изменения химических показателей воды, которые выступают в качестве нивелирующих факторов. В таких водоемах усиливается процесс биохимического окисления органических веществ, в результате возникает дефицит растворенного в воде

кислорода, необходимого для жизнедеятельности организмов, являющихся кормовой базой личинок анофелеса. Также усиливается испарение воды, вследствие которого в воде повышается уровень концентрации солей, что тоже негативно влияет на жизнеспособность личинок анофелеса.

### Список литературы

1. Малярийные комары и борьба с ними на территории Российской Федерации: методические указания. М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2000. 56 с.
2. Артова М.А., Разумейко В.Н., Симчук А.П. К вопросу о генетическом полиморфизме видов-двойников малярийного комара комплекса *Anopheles Maculipennis* в Крыму // Ученые записки Таврического национального университета. Серия «Биология, химия». 2014. Т. 27 (66). № 4. С. 3–11.
3. Ежов М.Н., Званцов А.Б. Практическое руководство по элиминации малярии для стран европейского региона ВОЗ // Европейское региональное бюро Всемирной Организации Здравоохранения. Копенгаген, 2010. 110 с. URL: [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0013/102343/E93764R-rev.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0013/102343/E93764R-rev.pdf) (дата обращения: 17.07.2018).
4. Колпаков А.Д. Влияние температуры воды и количества осадков на численность преимагинальной гемипопуляции малярийного комара (комплекс видов *Anopheles maculipennis* Meigen, 1818) в условиях урбанизированной среды обитания // Известия Самарского научного центра РАН. 2008. Т. 10. № 2. С. 559–566.
5. Турцева М.А., Сантылова О.А., Котоманова В.Г., Сапирова О.Л. Фенологические наблюдения за малярийными комарами *Anopheles* по Саратову (2006–2009 гг.) // Энтомологические и паразитологические исследования в Поволжье. 2010. № 8. С. 58–62.
6. Гаджиева С.С. Влияние температурного режима на кариотип популяции малярийных комаров рода *Anopheles* в условиях Дагестана // Юг России: экология, развитие. 2007. № 3. С. 52–54.
7. Прогноз и архив погоды [Электронный ресурс]. URL: <http://weatherarchive.ru> (дата обращения: 17.07.2018).
8. Климатический монитор [Электронный ресурс]. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/monitor.php> (дата обращения: 17.07.2018).