

О. Н. Виноградская

УЧАСТИЕ ТРАХЕЙНОЙ СИСТЕМЫ В ИСПАРЕНИИ ВОДЫ У *ANOPHELES MACULIPENNIS MESSEAE* FALL. И СЕЗОННАЯ ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДЫХАЛЬЦЕВОГО ИНДЕКСА У ВИДОВ ПОДСЕМЕЙСТВА CULICINAE (DIPTERA, CULICIDAE)

Известно, что та или иная интенсивность потери воды насекомыми играет большую роль в их жизни. По интенсивности испарения различные насекомые значительно отличаются друг от друга, что связано со строением кутикулы, а также с размерами стигм и строением замыкательных аппаратов (Bergold, 1935; Hassan, 1944; Виноградская, 1941, 1948 и 1950; Далматова, 1949).

Возникает вопрос: каким способом осуществляется испарение жидкостей у комаров — с поверхности ли тела, через кутикулу, или с поверхности трахейной системы. Повидимому, разные насекомые обладают разными особенностями в этом отношении. По Мелленби (Mellanby, 1934), у насекомых, открывающих свои стигмы (личинки хрущака *Tenebrio molitor* L.), вся потеря воды осуществляется через поверхность трахейной системы при открывании стигм. Рамзай (Ramsay, 1935), исследовавший американского таракана *Periplaneta americana* L., нашел, что у этого насекомого испарение воды происходит как через поверхность кутикулы, так и через поверхность трахейной системы.

Испарение воды у насекомых зависит от дефицита влажности в окружающем воздухе, а также и от прямого действия температуры, увеличивающей интенсивность обмена веществ и соответственно интенсивность дыхания. Последнее ведет к более частому открыванию стигм, большей вентиляции трахей и более интенсивному испарению.

В нашем исследовании объектом служили самки и самцы *Anopheles maculipennis messeae* Fall., являющиеся насекомыми, легко теряющими воду и, в силу этого, способными существовать только в таких условиях внешней среды, в которых эта потеря сведена до минимума.

Первой задачей нашего исследования являлось выяснение того, через кутикулу или через поверхность трахейной системы осуществляется испарение жидкостей у *An. maculipennis messeae*. Для разрешения этого вопроса было использовано свойство CO₂ заставлять насекомое почти непрерывно держать стигмы открытыми, в то время как в обычных условиях они открываются только несколько раз в минуту.

Для *An. m. messeae* мы установили, что содержание углекислоты в воздухе около 1% уже заставляет комаров этого вида почти непрерывно держать грудные стигмы открытыми. У комаров при жизни не удается рассмотреть, закрыты или открыты брюшные стигмы, так что в опытах приходилось принимать во внимание лишь грудные стигмы.

Самки *An. m. messeae* помещались в термостат с определенными условиями температуры, влажности и содержания CO_2 (CO_2 поступала из прибора Киппа). Для определения концентрации CO_2 пробы воздуха проводились из термостата через резиновую трубочку в прибор Гольдена. Подопытные комары находились под биноклем, позволяющим следить за состоянием стигмы.

В опытах по участию трахейной системы в испарении жидкостей мы заставляли комаров открывать грудные стигмы под действием сухого воздуха (проведенного через концентрированную H_2SO_4), содержащего 2—3% CO_2 , поступающей из прибора Киппа. Каждый опыт продолжался 30 минут. О потере воды мы судили по потере в весе, вычисленной по весу комаров до и после опыта. Контролем служили самки, подвергнутые действию сухого (проведенного через H_2SO_4) комнатного воздуха, обычно содержащего около 0.01% CO_2 . Комары, подвергнутые действию CO_2 , оставались живыми и не прекращали движений.

Высушиванием воздуха в опыте и в контроле мы стремились создать условия наибольшего испарения для получения ясных результатов. По проценту потери в весе можно было судить о том, сколько жидкости испарили комары при открытых, благодаря действию CO_2 , стигмах и при их нормальном функционировании в сухом воздухе (см. таблицу).

Потеря в весе комарами *Anopheles maculipennis messeae* Fall. при стигмах, открытых, в связи с действием углекислоты, и в контроле, в отсутствие высокой концентрации углекислоты

Температура (в °C)	Число опытов	Продолжительность опыта (в мин.)	Физиологическое состояние комаров	Потеря в весе (в %)	
				опыт	контроль
25—26	10, по 5 самок в каждом	30	Самки с дней на различных стадиях переваривания крови	12.33	3.21
22—24	2, по 4 самки в каждом	30	Новорожденные самки	23.6	4.25
22—24	2, по 5 самок в каждом	30	Новорожденные самцы	23.1	1.9

Для опытов брались: 1) самки с дней на различных стадиях переваривания крови и развития яичников, 2) новорожденные самки, 3) новорожденные самцы. Как видно из таблицы, во всех трех группах обнаружилось большое различие в потере веса между опытом и контролем.

На основании этих опытов мы считаем возможным заключить, что у комаров при стигмах, непрерывно открытых в связи с действием CO_2 , испарение идет значительно интенсивнее, чем при нормально функционирующих стигмах, когда они большую часть времени закрыты. Отсюда, в свою очередь, следует, что испарение жидкостей осуществляется в основном с поверхности трахейной системы. Это положение хорошо согласуется с показанными нами ранее различиями в величине стигмальных отверстий у отдельных видов *Anopheles* (Виноградская, 1944, 1948, 1950).

Кроме различий в размерах стигм у разных видов *Anopheles* нами обнаружены различия в этом отношении также у различных *Culicini* (*Aedes*, *Culex* и *Theobaldia*). Как и в предыдущих работах, длина передней грудной стигмы сравнивалась с длиной грудного отдела (от переднего края

до щитка) и выражалась при помощи дыхальцевого индекса (выраженное в процентах отношение длины первой к длине второго; рис. 1).

Каждая из кривых этого рисунка составлена на основании измерения 50 особей. Из кривых видно, что влаголюбивые виды *Aedes* — *Aë. cinereus*

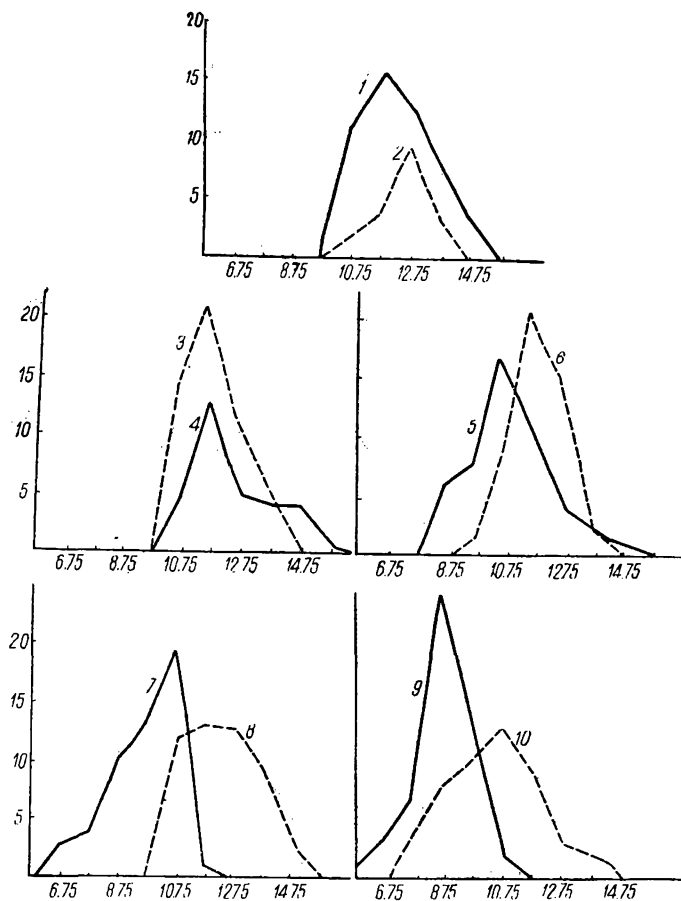


Рис. 1. Вариационные кривые дыхальцевого индекса комаров трибы *Culicini*.

1 — *Culex pipiens* L. (весна и лето); 2 — *Theobaldia silvestris* Shing. (весна, лето); 3 — *Aedes cinereus* Mg. (весна и лето); 4 — *Aë. cataphylla* Dyar (весна); 5 — *Aë. dorsalis* Mg. (весна и начало лета); 6 — *Aë. excrucians* Walk. (весна и лето); 7 — *Aë. vexans* Mg. (лето); 8 — *Aë. vexans* Mg. (весна); 9 — *Aë. caspius* Pall. (лето); 10 — *Aë. caspius* Pall. (весна). Ордината — число особей; абсцисса — дыхальцевый индекс (%).

Mg. и *Aë. excrucians* Walk., весенние *Aë. cataphylla* Dyar, *Aë. caspius dorsalis* Meig., а также *Culex pipiens* L. и *Theobaldia silvestris* Shing. — имеют больший индекс, тогда как у летних, сравнительно сухоустойчивых *Aë. caspius* Pall. и *Aë. vexans* Mg. он значительно меньше.

Далее, оказывается, что у одного и того же вида размеры стигм различны у особей, вылупившихся весной и летом; у вылупившихся весной размеры стигм больше, а летних — меньше. Это мы можем заключить по кривым, составленным раздельно для весенних и летних *Aë. caspius* и *Aë. vexans*.

Таким образом, в этом экологически важном признаке у наших *Aedes* наблюдается явно выраженный сезонный диморфизм приспособительного характера. Внешние условия, при которых происходит развитие отдельных поколений, различны; можно думать, что эти различия условий и вызывают различия в размерах дыхательных отверстий выплывающих особей. Наличие сезонной изменчивости стигмального аппарата подтвер-

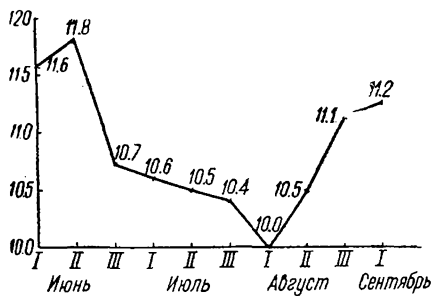


Рис. 2. Сезонный ход изменений средней величины дыхательного индекса у самок *Anopheles maculipennis messeae* Fall. в летне-осенний сезон 1948 г. на Истринском водохранилище Московской области.

дилось и на подмосковном *Anopheles maculipennis messeae* (рис. 2). Ежедекадное измерение особей этого вида (числом около 100 особей в декаду), показало, что в начале лета и в конце лета дыхательный индекс больше, а в середине лета меньше.

Остается выяснить, какие именно факторы жизненной среды развивающейся особи определяют собой размеры дыхалец.

ВЫВОДЫ

1. Испарение жидкостей у самок *An. maculipennis messeae* осуществляется в основном с поверхности трахейной системы.

2. Это доказывается тем, что в непрерывно открытых под действием углекислоты стигмах испарение жидкостей из тела комара идет значительно интенсивнее, чем при нормально функционирующих стигмах.

3. Испарение жидкостей у комаров через трахейную систему объясняет различия в размерах стигмальных отверстий у разных видов, способных переносить те или иные условия влажности.

4. У некоторых видов *Aedes* и *Anopheles maculipennis messeae* размеры грудных стигм различны у особей, выплывших весной и летом; этот сезонный диморфизм, очевидно, определяется различиями во внешних условиях, при которых протекает развитие разных поколений, и является приспособлением к условиям жизни, изменяющимся в течение сезона.

ЛИТЕРАТУРА

- Виноградская О. Н. 1941. Дыхательный индекс *Anopheles*. Мед. паразитол., X, 4: 401—403. — Виноградская О. Н. 1945. Сухостойчивость и влаголюбивость видов анофелес. Мед. паразитол., XIV, 2: 28—37. — Виноградская О. Н. 1948. Функциональные приспособления абдоминальных стигм у комаров (сем. Culicidae, Diptera). Докл. Акад. Наук СССР, IX, 6: 1225—1227. — Виноградская О. Н. 1950. Стигмальный аппарат *Anopheles* и его видоизменения в зависимости от сухостойчивости и влаголюбивости видов. Энт. обозр., XXXI, 1—2: 151—154. — Далматова А. В. 1949. Морфологические приспособления москитов к сухому и влажному воздуху. Докл. Акад. Наук СССР, LXIX, 2: 285—287. — Bergold A. 1935. Die Ausbildung der Stigmen bei Coleoptera verschiedenen Biotopen. Ztschr. Morph. Oekol. Tiere, 29: 511—526. — Hassan A. 1944. The structure and mechanism of the spiracular regulatory apparatus in adult Diptera and certain other groups of insects. Trans. R. Ent. Soc. London, 94: 103—153. — Mellanby K. 1934. The site of loss of water from insects. Proc. Roy. Soc. London, CXVI (B): 139—149. — Ramsay I. A. 1935. The evaporation of water from the cockroach. Journ. exp. Biol., XII, 4: 373—383.

Энтомологический сектор
Института малярии, медицинской паразитологии
и гельминтологии Министерства
здравоохранения СССР, Москва