

## Сопоставимость результатов количественного учета выплода кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) гидробиологическим методом и конусовидными ловушками

Ю. А. ЮРЧЕНКО<sup>1,2</sup>, О. Э. БЕЛЕВИЧ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Институт систематики и экологии животных СО РАН  
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 11*

<sup>2</sup> *Томский государственный университет,  
Институт биологии, экологии, почвоведения, сельского и лесного хозяйства  
634050, Томск, просп. Ленина, 36  
E-mail: yurons@ngs.ru*

Статья поступила 05.10.15

Принята к печати 26.11.15

### АННОТАЦИЯ

Дано сравнение двух методов оценки выплода и выноса биомассы кровососущими комарами из водоемов. Установлено, что фенологические и количественные данные, полученные с помощью гидробиологического метода (водный сачок, кювета) и модифицированных конусовидных ловушек, различаются. Тем не менее общая картина изучаемых процессов характеризуется одинаково. Суммарные значения удельного годового выноса биомассы представителями сем. Culicidae по данным гидробиологического метода составляли 3,157 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год, конусовидных ловушек – 3,457 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год.

**Ключевые слова:** Culicidae, конусовидная ловушка, гидробиологический метод, оценка выплода, биомасса.

Большое количество химических элементов смывают талые и дождевые воды с водосборных площадей, что приводит к их накоплению в гидроценозах [Жерихин, 1980; Алимов, 1990; Силина, 2007; Vartrons et al., 2013; и др.]. Обратный поток формирует преимущественно биогенный вынос, в частности при выплоде амфибионтных насекомых и земноводных, перемещениях позвоночных животных, питании наземных позвоночных

и беспозвоночных водными объектами [Покровская, 1976; Жерихин, 1980; Гладышев и др., 2011; Beintema, 1997; Gladyshev et al., 2009; Gratton, Vander Zanden, 2009; Gregorić et al., 2011; и др.]. Благодаря такой постоянной миграции элементов в обоих направлениях существует тесная связь и отчасти стабильность наземных и водных экосистем.

Косвенно о выносимой биомассе кровососущими комарами с близлежащих водоемов,

можно судить по методам, применяемым для изучения фенологии и динамики численности, т. е. по учетам имаго, нападающих на теплокровных животных [Harding et al., 2007; Silver, 2008; и др.]. Для оценки выноса биомассы с конкретных гидроценозов применяют и другие методы, такие как гидробиологический и отлов ловушками [Malicky, 2002; Silver, 2008; Persson-Vinnersten et al., 2010; и др.]. Наиболее распространен последний. В зависимости от типа водоема и задач исследований используют разные варианты оригинальных ловушек [Савицкий и др., 1986; Демина и др., 2009; Rosenberg et al., 1980; Malicky, 2002; MacKenzie, Kaster, 2002, 2004; MacKenzie, 2005; Silver, 2008; и др.]. Большинство из них применяют для одновременного отлова всех выплывающих насекомых. Однако при изучении индивидуального вклада отдельных таксонов необходима модификация ловушек, позволяющая обеспечить достаточную сохранность особей и учесть их экологические особенности в конкретных природно-климатических условиях.

К настоящему времени накоплены количественные данные о выводе и миграции из водоемов различных животных [Силина, 2007; Malicky, 2002; MacKenzie, Kaster, 2002, 2004; MacKenzie, 2005; Baxter et al., 2005; Persson-Vinnersten, 2010; и др.]. Тем не менее в данном аспекте малоизученной остается эпидемически важная и многочисленная группа – комары сем. Culicidae. В связи с этим цель нашей работы – количественная оценка вывода кровососущих комаров с помощью конусовидных ловушек и сравнение полученных данных со стандартным гидробиологическим методом.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

**Район исследования.** Работа проведена в 2010 г. в Карасукском р-не Новосибирской обл. в переходной полосе между северной степью и южной лесостепью (53°43'48,7" с. ш., 77°52'01,1" в. д.). Климат континентальный, с продолжительной холодной зимой и жарким, кратковременным летом. Средняя температура января – около –20 °С (минимальные значения могут достигать –40 °С), июля – +19...+22 °С. Годовое количество осадков 250–

350 мм. Преобладают степные ландшафты с небольшими березовыми колками с подлеском из смородины и шиповника, разнообразные озера и небольшие реки, в значительной степени пересыхающие летом [Районы., 1996].

Конусовидные ловушки апробированы на одном постоянном и двух временных водоемах с различным гидрорежимом и биотопами: постоянный водоем (оз. Кротово, ранее оз. Кротовая Ляга), временный на открытом степном участке и временный в разреженном колке. Котловина оз. Кротово занимает обширное понижение в пойме р. Карасук, имеет сглаженную овальную форму и входит в систему близких по генезису озер, соединенных протоками. Наполнение происходит за счет весеннего паводка р. Карасук. Площадь (415 га) и средняя глубина ( $1,53 \pm 0,02$  м) меняются в разные годы. Берега низменные, местами заболоченные, характеризующиеся сильным прибрежно-сплавинным зарастанием (тростник, рогоз). Вскрытие происходит в конце апреля. В это время температура воды прибрежной зоны колеблется в пределах 5–6 °С, в мае повышается до 11,2–14,1 °С (от 7,8 до 17,7 °С) [Волгин, Сипко, 1982]. Основным местом развития личинок комаров служит прибрежная часть озера. Скорость ее обмеления зависит от силы паводка и общей обводненности территории. Большая часть тростникового бордюра обычно высыхает к концу июля.

Временный водоем в разреженном колке расположен в деградирующем березово-осиновом колке, вблизи юго-восточной окраины с. Троицкое. Овальной формы, размеры 40 × 60 м, глубина до 0,8 м. Временный водоем на открытом степном участке находился в 7 км юго-западнее с. Троицкое (420 × 260 м, глубиной до 1 м). Личинки комаров встречаются по всей площади временных водоемов. Высыхают водоемы в конце мая – начале июня.

Доминирующие виды установлены по классификации Х. Д. Энгельмана, разработанной для водных животных [Engellmann, 1978]: эудоминанты (40–100 %), доминанты (12,5–39,9 %), субдоминанты (2,4–4 %), резиденты (1,3–3,9 %) и субрезиденты (менее 1,3 %).

Имаго, отловленные ловушками, взвешивали в лабораторных условиях на прецизи-

онных весах Ohaus Adventurer (США) с дискретностью 0,001 г. Взвешивали только самок, так как достоверность определения неокрепших самцов по гипопигиям вызывала сомнение. Для дальнейших расчетов использовался показатель сырого веса имаго комаров.

Общепринятым способом оценки плотности и численности личинок и куколок комаров являются водные сачки (черпаки) и кюветы различного объема и площади [Гуцевич и др., 1970; Service, 1993; Silver, 2008; и др.], которые далее в тексте объединены в гидробиологический метод. Видовая принадлежность комаров установлена по определителям А. В. Гуцевич с соавт. [1970], А. П. Кухарчук [1980].

Статистическая обработка результатов осуществлялась с помощью пакетов Microsoft Office Excel 2007 и STATISTICA 5.5. В работе рассчитана средняя взвешенная плотность и биомасса личинок комаров. Данные, полученные для водоемов различного типа, сравнивали с помощью критерия Манна – Уитни.

**Модель используемой ловушки.** За основу принята ловушка, используемая для оценки выплода амфибионтных насекомых на маршевых болотах Северной Америки [MacKenzie, Kaster, 2002], т. е. биотопах, благоприятных для развития личинок комаров [Becker et al., 2010].

На анализируемой территории часты сильные ветры, поэтому для снижения парусности размеры ловушки, в сравнении с оригиналом, уменьшены и составили в высоту 80 см, по диаметру у основания 52 см (рис. 1). Ловчая часть (сетчатый мешок) изготовлена из мелкоячеистой сетки скрывающей окраски. В основании ловушки устроен канал с гладким пластиковым шнуром, обеспечивающим легкое и быстрое затягивание ее при снятии. Жестким основанием, к которому прикреплен сетчатый мешок, служил пластиковый обруч диаметром 50 см. Он обеспечивал постоянство формы ловушки и ее плавучесть. Основание сетчатого мешка к обручу прикреплено четырьмя фрагментами резинового шланга (15 см), имеющими разрез по длине. Диаметр и толщина шланга подобраны таким образом, чтобы он плотно прилегал к стенкам обруча. В собранном виде ловушка помещена на деревянной рейке с заостренным с одного края концом. Длина рейки за-

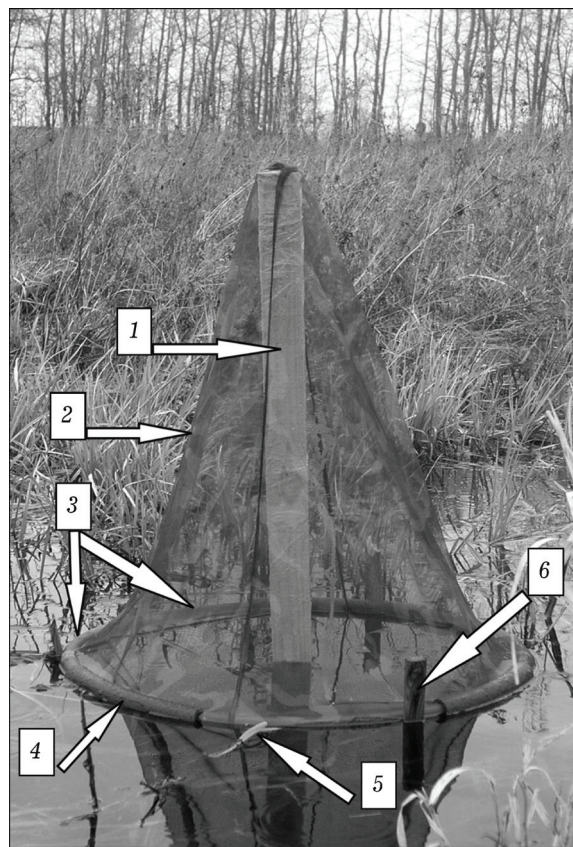


Рис. 1. Конусовидная ловушка на временном водоеме: 1 – опорная рейка; 2 – ловчая часть ловушки (сетчатый мешок); 3 – обруч; 4 – резиновый шланг; 5 – пластиковый шнур; 6 – ограничительная рейка

висела от глубины водоема в месте установки ловушки.

Вокруг обруча, примерно в 1 см от него, в дно водоема устанавливали 3–4 небольшие ограничительные рейки. Они существенно уменьшали горизонтальное перемещение основания ловушки, но не препятствовали вертикальному при незначительном изменении уровня воды. При быстром высыхании водоема рейку периодически вдавливали в дно, тем самым предотвращая зависание ловушки над поверхностью воды. Таким образом, ловушка всегда плавала на поверхности.

Описанная ловушка изолировала 0,2 м<sup>2</sup>. На постоянном водоеме ее устанавливали с 20 мая и до завершения развития комаров, на временных – с 1 мая и до полного высыхания водоема.

Поскольку для определения видов имаго сем. Culicidae используют преимущественно



признаки хетотаксии, для чего необходимо сохранение окрылившихся комаров сухими и неповрежденными, то в описываемой ловушке, как и у оригинальной, отсутствовала собирающая емкость с фиксирующей жидкостью. Имаго концентрировались на внутренних стенках сетчатого мешка, что позволяло отлавливать их живыми и почти неповрежденными.

При смене ловушки сначала снимали фрагменты шланга, соединяющие обруч с сетчатым мешком, и затягивали шнур в его основании (рис. 2, а). Затем деревянную рейку вместе с закрытой ловушкой вынимали из дна водоема. После этого сетчатый мешок за вершину осторожно стягивали с рейки, отводя его в сторону и вверх, что позволяло скапливаться пойманым живым насекомым в свободной части сетчатого мешка (см. рис. 2, б). Для обеспечения их сохранности необходимо избегать плотного контакта рейки со стенками мешка. После снятия его с рейки шнур затягивали до полного закрытия, и в лаборатории помещали в морозильную камеру ( $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) на несколько часов. После отловленных насекомых изымали и определяли до вида.

**Принципы расстановки ловушек.** Для выявления оптимальных для развития личинок комаров водоемов и микробиотопов перед расстановкой ловушек с помощью гидробиологического метода проводили предварительную оценку обилия и распределения личинок сем. Culicidae финальных возрастов (III, IV). Мониторинг водоемов гидробиологическим методом продолжался до полного прекращения вышлода. На основе полученных данных определялась схема и дальность расстановки ловушек от берега.

На временных водоемах с относительно равномерным распределением личинок по акватории ловушки расставляли поперек всего водоема на равном удалении друг от друга. Расстояние между ловушками зависело от его размеров и колебалось от нескольких до десятков метров. На постоянном водоеме, где личинки концентрировались в литоральной зоне ловушки устанавливали в направлении от берега к центру до глубины 1–1,2 м. Первая из них располагалась не далее 1 м от уреза воды, последующие – через рав-



Рис. 2. Конусовидная ловушка: а – с затянутой ловчей частью (сетчатого мешка) у основания опорной рейки; б – при снятии ловчей части с опорной рейки

ные промежутки (2–3 м) по всей прибрежной зоне, заселенной комарами.

На временном водоеме, расположенном в разреженном колке, установлено три ловушки, на постоянном и временном на открытом участке по пять. Их проверку проводили чаще, чем в оригинале (один раз в 7 дней) [MacKenzie, Kaster, 2002, 2004], раз в 1–7 дней. До начала и во время вышлода кома-

ров ловушки проверялись ежедневно. В случае отсутствия имаго в течение трех дней ловушки начинали проверять через день, и далее по такой схеме увеличивали интервал между контролем. После завершения вы플ода комаров периодичность возрастала и достигала максимума. График проверки ловушек для каждого водоема оказался индивидуальным.

**Расчет выносимой биомассы.** Биомассу  $M$  ( $г/м^2$ ), выносимую комарами из водоемов в наземные биотопы, рассчитывали по формуле

$$M = m \cdot n \cdot t,$$

где  $m$  – средняя масса одного комара после окрыления (до питания) ( $г/экз.$ ),  $n$  – среднее число комаров за сутки, попавших в ловушки с единицы площади пригодного местообитания ( $экз./м^2 \cdot сут$ ),  $t$  – продолжительность вы플ода комаров (сут).

Данная формула применима как для сообщества в целом, так и для отдельных видов.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

В обследованных водоемах в год исследований выявлено 13 видов личинок сем. Culicidae.

Наибольшее число видов обнаружено во временном водоеме, расположенном в разреженном колке (12 видов). Значительно меньше – во временном водоеме на открытом участке (9) и на постоянном (7) (табл. 1). Представители доминирующего комплекса (эудоминанты, доминанты и субдоминанты) во всех обследованных водоемах составляли более 91 %.

В год исследований значения средней плотности комаров сем. Culicidae, полученные гидробиологическим методом и конусовидными ловушками (пересчет числа окрылившихся комаров на  $1 м^2$ ), сопоставимы для временного водоема на открытом участке критерий (Манна – Уитни,  $p = 0,074$ ) и для постоянного ( $p = 0,022$ ), а для временного в разреженном колке нет ( $p = 0,003$ ) (табл. 2). Однако изменение данного показателя не имело единого тренда. Так, по результатам гидробиологического метода, плотность оказалась минимальной в постоянном водоеме, максимальной – во временном, расположенном в разреженном колке. По результатам, полученным с помощью конусовидных ловушек, наоборот. Только для временного водоема на открытом

Т а б л и ц а 1

Видовой состав личинок сем. Culicidae обследованных водоемов

Вид	Водоем		
	Временный		Постоянный оз. Кротово
	на открытом участке	в разреженном колке	
<i>Anopheles messeae</i> Falleroni, 1926	–	Субдоминант*	Доминант*
<i>Aedes cinereus</i> Meigen, 1818	Резидент*	Субрезидент*	Субрезидент*
<i>Ochlerotatus behningi</i> Martini, 1926	То же	То же*	–
<i>O. cantans</i> (Meigen, 1818)	»	»	Субдоминант
<i>O. caspius</i> (Pallas, 1771)	–	* (в пробах отсутствовал)	Доминант *
<i>O. cataphylla</i> Dyar, 1916	Доминант *	Субдоминант*	–
<i>O. excrucians</i> (Walker, 1856)	Субдоминант	Резидент	–
<i>O. euedes</i> Howard, Dyar et Knab, 1912	Эудоминант*	Эудоминант*	–
<i>O. flavescens</i> (Muller, 1764)	* (в пробах отсутствовал)	Резидент*	Субдоминант*
<i>O. subdiversus</i> Martini, 1926	Субдоминант*	Субдоминант*	–
<i>Culex modestus</i> Ficalbi, 1889	Субрезидент	Субрезидент	Доминант*
<i>C. pipiens</i> Linnaeus, 1758	–	То же	–
<i>C. territans</i> Walker, 1856	–	–	Резидент
Всего обнаружено видов гидробиологическим методом	8 (88,9 %)	11 (91,7 %)	7 (100 %)
Всего отловлено ловушками	5 (55,6 %)	8 (66,7 %)	5 (71,4 %)
Всего видов	9	12	7

\* Виды, отловленные конусовидной ловушкой; % от общего числа обнаруженных в водоеме видов; прочерк – вид отсутствовал.

Средняя плотность куколок комаров сем. Culicidae в период вышлота (ос./м<sup>2</sup>)

Водоем	Метод	Гидробиологический			Ловушки			$U_{\text{эмп}} - U_{\text{кр}}$
		средняя плотность	$\sigma$	min-max	средняя плотность*	$\sigma$	min-max	
Временный в разреженном колке		15,343	12,233	3-50	10,174	4,761	6-16	282-356 $p = 0,003$
Временный на открытом участке		11,765	11,606	3-40	11,159	14,213	1-38	125-93 $p = 0,074$
Постоянный оз. Кротово		10,333	4,033	3-15	13,091	8,485	12-24	53-19 $p = 0,022$

\* Плотность получена по результатам отлова окрылившихся имаго с пересчетом на 1 м<sup>2</sup>.

участке плотность личинок, полученная разными методами, оказалась практически равной.

Из 13 обнаруженных видов, восемь найдены в конусовидных ловушках (см. табл. 1). Первые вылетающие имаго отловлены ловушками, установленными у берега. В остальных комары появились через 1-2 дня. В дальнейшем различий в уловистости между ловушками, стоящими на разном удалении от берега, не выявлено. Таким образом, в год исследований вышлот кровососущих комаров на временных водоемах начался 10 мая, на постоянном - 2 июня. Продолжительность периода вылета составила на временном водоеме на открытом участке 44 дня, в разреженном колке - 23 дня, на постоянном участке - 11 дней.

На основе данных, полученных с помощью конусовидных ловушек и гидробиологического метода, по приведенной формуле рассчитаны значения удельного годового выноса биомассы представителями сем. Culicidae из водоемов различного типа. Для расчетов

использована средняя масса одного окрылившегося имаго сем. Culicidae (до питания), которая составила  $0,003 \pm 0,001$  г.

В частности, такие данные получены для *Aedes cinereus* Meigen, 1818 ( $m = 0,001 \pm 0,0002$  г/экз.) (табл. 3). Имаго этого вида обнаружены в ловушках всех обследованных водоемов. Наибольшие значения удельного годового выноса биомассы имаго зафиксированы с временного водоема, расположенного в разреженном колке (0,094 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год), наименьшие - с постоянного (0,033 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год).

Гидробиологический метод не позволяет получать количественные данные о вышлоте отдельных видов, поскольку установление видовой принадлежности куколок комаров практически невозможно.

Аналогичные расчеты проведены для видов доминирующего комплекса, а полученные результаты оказались сопоставимы для анализируемых методов. В обоих случаях наибольшие значения удельного годового выно-

Основные количественные показатели вышлота, полученные для *A. cinereus* на водоемах разного типа

Водоем	Показатель	Среднее число комаров за сутки (n), экз./м <sup>2</sup> · сут	$\sigma$ min-max	Продолжительность вышлота (t), сут	Биомасса (M), г сырого веса/м <sup>2</sup> в год	$\sigma$ min-max
Временный на открытом участке	1,346	$\frac{0,577}{1-2}$	26	0,051	$\frac{0,008}{0,39-0,063}$	
Постоянный оз. Кротово	2,091	$\frac{0,707}{2-3}$	11	0,033	$\frac{0,005}{0,026-0,041}$	



са биомассы видами-доминантами зафиксированы для временных водоемов. По данным гидробиологического метода с водоема, расположенного в разреженном колке (1,447 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год), конусовидных ловушек – на открытом участке (1,953 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год). Наименьшие значения удельного годового выноса биомассы получены для постоянного водоема – 0,573 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год по данным ловушек и 0,787 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год по данным гидробиологического метода.

Суммарные значения удельного годового выноса биомассы видами доминирующего комплекса со всех типов обследованных водоемов по результатам обоих методов оказались близки (критерий Манна – Уитни,  $p = 0,003$ ). По данным гидробиологического метода составляли 3,157 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год, конусовидных ловушек – 3,457 г сырого веса/м<sup>2</sup> в год, что эквивалентно приблизительно 1052 и 1152 особей соответственно.

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Полученные результаты свидетельствуют о том, что ни один из апробированных методов не охватил в полной мере население временных водоемов (см. табл. 1). С помощью гидробиологического метода выявлено 88,9 % видов на временных водоемах и до 100 % на постоянном. Высокая точность для постоянного водоема, вероятно, связана с бедностью видового состава. Ловушками поймано 55,6–71,4 % от общего числа видов, большая часть которых массовые. На временных водоемах ловушками пойманы виды, не обнаруженные гидробиологическим методом.

Помимо этого применяемые методы не позволили получить единой картины изменения средней плотности личинок комаров в зависимости от типа водоема. Наибольшие различия показателей (более 30 %) отмечены для временного водоема, расположенного в разреженном колке. Причины этого неизвестны.

Используемые методы не позволили установить единых сроков появления первых куколок и начала выплода, которые регистрировались с разницей от 2 до 7 дней. Есть основания полагать, что причиной этого явля-

лись микробиотопические предпочтения и/или суточные миграции куколок. Поскольку ловушки были установлены круглосуточно на разных участках водоема, то оказалось возможным отловить неучтенные гидробиологическим методом виды, что указывает на необходимость одновременного использования обоих методов при изучении выплода кровососущих комаров.

Известно, что температура воды является одним из ключевых факторов, влияющих на продолжительность развития личинок [Мирзаева и др., 2000]. Поэтому первые имаго отловлены ловушками, расположенными на минимальной глубине у берега. В дальнейшем, после равномерного прогревания водоема, разница между ловушками, установленными на разном расстоянии от берега, не выявлена.

Одним из наиболее важных преимуществ использования конусовидных ловушек является возможность оценки интенсивности выплода для отдельных видов комаров на конкретном водоеме. Полученные данные могут быть использованы для расширения знаний по экологии видов, а также для расчета вклада каждого вида в общий вынос биомассы представителями сем. Culicidae. Например, максимальные значения выплода *A. cinereus*, личинки которого развивались во всех обследованных водоемах, получены для временного водоема в разреженном колке, а минимальные – для постоянного. На временном водоеме, расположенном на открытом участке, количество вылетевших *A. cinereus* оказалось промежуточным. Полученные результаты не противоречат сведениям о предпочтении личинками этого вида затененных или полузатененных водоемов в разреженном лесу или на опушках [Гуцевич и др., 1970].

Данные о распределении значений удельного годового выноса биомассы видами-доминантами по типам водоемов ожидаемы, поскольку не противоречат биотопическому предпочтению комаров. Известно, что временные водоемы являются наиболее благоприятными для развития личинок комаров [Beketov et al., 2010; Белевич, Юрченко, 2011].

Несмотря на то, что суммарные значения удельного годового выноса биомассы видами-доминантами со всех обследованных во-

доемов близки, говорить о взаимозаменяемости этих методов не следует, поскольку информация о смертности куколок комаров в природных биотопах практически отсутствует, что не позволяет оценить влияние этого фактора на их вылет при работе с гидробиологическим методом.

Имеющиеся в литературе оценки интенсивности выхлода и выносимой кровососущими комарами биомассы существенно варьируют в зависимости от района исследований и типа анализируемых водоемов. Так, для постоянных водоемов приведен диапазон значений в пределах от 0,11 до 4,59 г/м<sup>2</sup> в год. По данным А. Е. Силиной [Силина, 2007], общий вынос биомассы при окрылении комаров в пойменном озере (нижнее течение р. Усмань, Воронежская обл.) и сфагновом болоте составлял 0,11 и 0,13 г/м<sup>2</sup> в год соответственно. При этом О. Н. Сазоновой [Сазонова, 1970, цит. по: Силина, 2007] для сем. Culicidae получены данные для сфагнового болота подзоны южной тайги, равные 0,2 г/ м<sup>2</sup> в год, а М. Р. Вилесом и Б. С. Голдовитзом [Whiles, Goldowitz, 2001] приведена биомасса комаров, выносимая из ветландов долины субтропической реки, равная 4,59 г/м<sup>2</sup> в год. В единственной обнаруженной работе, где указана продуктивность временных водоемов (расположенных в лесных массивах), общегодовой вынос комарами оценен в 2,8 г/м<sup>2</sup> в год [Сазонова, 1970, цит. по: Силина, 2007], что значительно выше значений, полученных нами для временных водоемов северной Кулунды (0,923–1,953 г сырого веса./м<sup>2</sup> в год) (табл. 4). Такой существенный разброс показателей, приведенных разными авторами, вероятно, связан как с особенностью водоемов, так и с метеорологическими условиями года проведения исследований, которые могут оказывать существенное влияние на интенсивность вылета комаров [Мирзаева, 2000; Persson-Vinnersten et al., 2010]. При этом в литературе практически отсутствуют данные по комплексной оценке выхлода и выносимой комарами биомассы, где учитывались бы все имеющиеся типы водоемов на анализируемой территории, включая и временные, которые наиболее благоприятны для развития личинок кровососущих комаров. Только в единичных публикациях анализируется продуктивность разных типов водоемов, а оценки вы-

Т а б л и ц а 4  
Основные количественные показатели выхлода и удельного годового вылета (г сырого веса/м<sup>2</sup> в год), полученные для видов доминирующего комплекса на водоемах разного типа

Водоем	конусовидные ловушки				гидробиологический метод				$U_{\text{эмп}} - U_{\text{кр}}$
	среднее число комаров за сутки (n), экз./м <sup>2</sup> · сут	$\sigma$ min-max	продолжительность выхлода (t), сут	биомасса (M), г сырого веса/м <sup>2</sup> в год	среднее число комаров за сутки (n), экз./м <sup>2</sup> · сут	$\sigma$ min-max	продолжительность выхлода (t), сут	биомасса (M), г сырого веса/м <sup>2</sup> в год	
Временный в разреженном колке	10,174	129,55	23	0,931	14,560	53,917	25	1,447	64–127
		7–342		0,647		3–168		0,408–2,421	$p = 0,0002$
Временный на открытом участке	11,159	59,674	44	1,953	10,087	42,297	23	0,923	7–127
		12–144		0,550–3,265		10–128		0,260–1,543	$p < 0,001$
Постоянный оз. Крогово	13,090	67,88	11	0,573	14,14	76,878	14	0,547	93,5–127
		24–120		0,161–0,957		3–195		0,222–1,317	$p = 0,064$



плода приводятся для крупных таксонов, либо для всех амфибионтных насекомых [например, Gratton, Vander Zanden, 2009].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использованные конусовидные ловушки показали высокую эффективность при оценке интенсивности вылета из водоемов имаго кровососущих комаров и расчета выносимой ими биомассы.

Считаем, что с помощью конусовидных ловушек могут быть получены наиболее реалистичные и детальные данные по выплоту кровососущих комаров в сравнении с другими методами, поскольку только с помощью конусовидных ловушек возможна оценка выплота и выносимой биомассы из водоемов отдельно для каждого вида, а незначительные модификации позволяют использовать ее в различных природно-климатических условиях.

При работе с ловушками гидробиологический метод рекомендуем использовать в качестве дополнительного, поскольку он имеет ряд критических недостатков (невозможность установления видовой принадлежности куколок и сроков начала вылета), значительно затрудняющих объективную оценку выплота и выносимой из водоема биомассы.

Авторы выражают благодарность за критические комментарии д-ру биол. наук Е. Н. Ядренкиной.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, гранты № 10-04-00503-а и №15-29-02479 офи\_м, а также программы ФНИ государственных академий наук на 2013–2020 гг., проект № VI.51.1.9.

### ЛИТЕРАТУРА

- Алимов А. Ф. Основные положения теории функционирования водных экосистем // Гидробиол. журн. 1990. Т. 26, № 6. С. 3–12.
- Белевич О. Э., Юрченко Ю. А. Население личинок кровососущих комаров (Diptera: Culicidae) в водоемах Северной Кулунды // Паразитология. 2011. № 3. С. 182–193.
- Волгин М. В., Сипко Л. Л. Физико-географическая и гидрохимическая характеристика Карасукских озер // Опыт комплексного изучения и использования Карасукских озер / под ред. Г. М. Кривошекова. Новосибирск: Наука, 1982. С. 5–54.
- Гладышев М. И., Сущик Н. Н., Юрченко Ю. А., Белевич О. Э., Калачева Г. С. Различия жирнокислотного состава личинок и имаго кровососущих комаров и вынос незаменимых кислот из воды на сушу // Докл. РАН. 2011. Т. 441, № 2. С. 282–285.
- Гуцевич А. В., Мончадский А. С., Штакельберг А. А. Комары. Семейство Culicidae // Фауна СССР. Насекомые двукрылые. Л.: Наука, 1970. Т. 3, вып. 4. 384 с.
- Демина И. В., Ермохин М. В., Демин А. Г. Имагоуловитель для количественного учета вылета гетеротопных насекомых на границе “вода – воздух” в стоячих водоемах // Поволж. экол. журн. 2009. № 1. С. 65–68.
- Жерихин В. В. Насекомые в экосистемах суши // Историческое развитие класса насекомых / Тр. Палеонт. Ин-та АН СССР. 1980. Т. 175. С. 189–224.
- Кухарчук Л. П. Кровососущие комары (Diptera, Culicidae) Сибири. Новосибирск: Наука, 1980. 232 с.
- Мирзаева А. Г., Глуценко Н. П., Чанкина О. В. Определение степени выживаемости личинок комаров рода *Aedes* в водоемах в окрестностях Новосибирского научного центра // Сиб. экол. журн. 2000. № 4. С. 499–502.
- Покровская И. В. Об использовании в пищу водной фауны лесными воробьиными птицами // Биология внутренних вод. 1976. № 32. С. 40–43.
- Районы и города Новосибирской области: природно-экономический справочник. Новосибирск: Новосибир. кн. изд-во, 1996. 516 с.
- Савицкий Б. П., Гончаров М. А., Залеская Л. Ф., Силина А. Е. Ловушка-конус для изучения вылета развивающихся в воде насекомых (инструкция по устройству и применению). Гомель, 1986. 12 с.
- Сазонова О. Н. Вынос органического вещества кровососущими комарами из понижений рельефа на плакор // Средообразующая деятельность животных: мат-лы к совещ. 1970. С. 65–71.
- Силина А. Е. Вынос вещества и энергии из болотной экосистемы при эмергенции насекомых: сукцессионный аспект // Проблемы водной энтомологии России и сопредельных стран. Изд.-полиграф. центр Воронеж. гос. ун-та, 2007. С. 303–320.
- Bartrons M., Papes M., Diebel M. W., Gratton C., Vander Zanden M. J. Regional-Level Inputs of Emergent Aquatic Insects from Water to Land // Ecosystems. 2013. Vol. 16. P. 1353–1363.
- Baxter C. V., Fausch K. D., Saunders W. C. Tangled webs: reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones // Freshwater Biology. 2005. Vol. 50. P. 201–220.
- Becker N., Zgomba M., Petric D., Dahl C., Boase C., Lane J., Kaiser A. Mosquitoes and Their Control. Second Edition. Heidelberg: Springer, 2010. 577 p.
- Beintema A. J. European Black Terns (*Chlidonias niger*) in trouble: examples of dietary problems // Colonial Waterbirds. 1997. Vol. 20, N 3. P. 558–565.
- Beketov M. A., Yurchenko Yu. A., Belevich O. E., Liess M. What environmental factors are important determinants of structure, species richness, and abundance of mosquito assemblages? // J. Medical Entomol. 2010. Vol. 47, Iss. 2. P. 129–139.
- Engellmann H. D. Zur Dominanzklassifizierung von Bodenarthropoden // Pedobiologia. 1978. N 18. S. 378–380.

- Gladyshev M. I., Arts M. T., Sushchik N. N. Preliminary estimates of the export of omega-3 highly unsaturated fatty acids (EPA + DHA) from aquatic to terrestrial ecosystems // *Lipids in aquatic ecosystems* / eds. M. T. Arts, M. T. Brett, M. Kainz. New York: Springer, 2009. P. 179–209.
- Gratton C., Vander Zanden M. J. Flux of aquatic insect productivity to land: comparison of lentic and lotic ecosystems // *Ecology*. 2009. Vol. 90, Iss. 10. P. 2689–2699.
- Harding J. S., Brown C., Jones F., Taylor R. C. Distribution and habitats of mosquito larvae in the Kingdom of Tonga // *Australian Journ. Entomol.* 2007. Vol. 46. P. 332–338.
- MacKenzie R. A. Spatial and temporal patterns in insect emergence from a Southern Maine salt marsh // *Am. Midl. Nat.* 2005. Vol. 153, Iss. 2. P. 257–269.
- MacKenzie R. A., Kaster J. L. A preservative-free emergence trap for the isotopic and elemental analysis of emergent insects from a wetland system // *Great Lakes Entomologist*. 2002. Vol. 35, N 1. P. 47–51.
- MacKenzie R. A., Kaster J. L. Temporal and spatial patterns of insect emergence from a lake Michigan coastal wetland // *Wetlands*. 2004. Vol. 24, N 3. P. 688–700.
- Malicky H. A quantitative field comparison of different types of emergence traps in a stream: general, Trichoptera, Diptera (Limoniidae and Empididae) // *Ann. Limnol.* 2002. Vol. 38, Iss. 2. P. 133–149.
- Gregorić M., Agnarsson I., Todd A. Blackledge and Matjaž Kuntner Darwin's bark spider: giant prey in giant orb webs (*Caerostris darwini*, Araneae: Araneidae)? // *J. Arachnology*. 2011. Vol. 39. P. 287–295.
- Persson-Vinnersten T. Z., Lundström J. O., Schäfer M. L., Petersson E., Landin J. A six-year study of insect emergence from temporary flooded wetlands with and without Bti-based mosquito control // *Bull. Entomol. Res.* 2010. Vol. 100. P. 715–725.
- Rosenberg D. M., Wiens A. P., Bilyj B. Sampling emerging Chironomidae (Diptera) with submerged funnel traps in a new northern Canadian reservoir, Southern Indian Lake, Manitoba // *Canad. Journ. Fish. and Aquat. Sci.* 1980. Vol. 37, N 6. P. 927–936.
- Service M. W. *Mosquito Ecology: Field Sampling Methods*. London; New York: Elsevier Applied Science, 1993. 988 p.
- Silver J. B. *Mosquito Ecology. Field Sampling Methods*. Third Edition. New York: Springer, 2008. 1477 p.
- Whiles M. R., Goldowitz B. S. Hydrologic influences on insect emergence production from central Platte River wetlands // *Ecol. Appl.* 2001. Vol. 11, N 6. P. 1829–1842.

## Quantitative Assessment of the Emergence of Blood-Sucking Mosquitoes (Diptera, Culicidae) Through the Hydrobiological Method and by Using Cone-Shaped Traps

Yu. A. YURCHENKO<sup>1,2</sup>, O. E. BELEVICH<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Institute of Systematics and Ecology of Animals, SB RAS  
630091, Novosibirsk, Frunze str., 11  
E-mail: yurons@ngs.ru*

<sup>2</sup> *Tomsk State University, Institute of biology, ecology, soil science, agriculture and forestry  
634050, Tomsk, Lenina ave., 36*

Two methods of estimation of the emergence and transfer of biomass of blood-sucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) were compared. It was found that the phenological and quantitative data obtained by the hydrobiological method (using an aquatic net and a dipper) and by using cone-shaped traps were different. Nevertheless, the general characteristics of the studied processes were similar. The results of the hydrobiological method showed that the total value of the annual transfer of biomass by Culicidae accounted for 3.157 g wet weight/m<sup>2</sup> per year. According to the data obtained by using cone-shaped traps, the total value amounted to 3.457 g wet weight/m<sup>2</sup> per year.

**Key words:** Culicidae, cone-shaped trap, hydrobiological method, estimation of emergence, biomass.