

УДК 595.771 : 471.23

© Е. Б. Виноградова

МОНИТОРИНГ ЛОКАЛЬНЫХ ПОПУЛЯЦИЙ ГОРОДСКОГО КОМАРА *CULEX PIPIENS PIPIENS* F. *MOLESTUS* FORSK. (DIPTERA, CULICIDAE) В САНКТ-ПЕТЕРБУРГЕ

[E. B. VINOGRADOVA. MONITORING OF LOCAL POPULATIONS OF THE URBAN MOSQUITO *CULEX PIPIENS PIPIENS* F. *MOLESTUS* FORSK. (DIPTERA, CULICIDAE) IN ST. PETERSBURG]

Culex pipiens pipiens f. *molestus*, известный как городской, или подвальный, комар в качестве самостоятельного вида *C. molestus* был описан из Египта в 1775 г. По внешним признакам он напоминал уже известного в Европе *C. pipiens*, описанного К. Линнеем в 1758 г., однако отличался чрезвычайной активностью нападения на людей. В результате дальнейшего изучения между ними были обнаружены небольшие морфологические и существенные биологические различия (Виноградова, 1997; Vinogradova, 2000). Таксономический статус городского комара стал предметом активной дискуссии и менялся со временем. Сейчас специалисты склонны рассматривать городского комара как внутривидовую форму, экотип, или биотип *C. pipiens* (Knight, Stone, 1979; Harbach et al., 1985) или *C. pipiens pipiens* (Barr, 1981; Ishii, 1991; Vinogradova, 2000).

C. p. pipiens, северный обыкновенный комар, представлен двумя формами *pipiens* и *molestus*, имеющими за небольшим исключением симпатрическое распространение. Форма *molestus* отличается автогенной (развитием первой порции яиц без приема крови), стеногамией (спариванием в ограниченном пространстве) и гомодинамией (отсутствием диапаузы), тогда как форма *pipiens* — неавтогенная, эвригамная и гетеродинамная (имеет репродуктивную диапаузу).

С 20-х годов XX века городского комара стали обнаруживать в некоторых городах Европы, а сейчас он встречается во многих городах Европы, Азии, Северной и Южной Америки, Австралии, Японии и Ближнего Востока. В умеренном климате эти комары освоили такую специфическую подземную нишу, как подтопленные водой подвалы, метро, канализационные люки и т. д., исключительно в таких местах возможно их непрерывное круглогодичное размножение.

Тесную связь распространения и роста численности комаров комплекса *Culex pipiens*, в том числе и *C. p. pipiens* f. *molestus*, с прогрессирующим процессом урбанизации отмечали уже в 1964 г. участники Международного семинара по экологии, биологии и контролю комаров этого комплекса, а прошедшее время подтвердило правильность этого предположения.

Городские комары превратились в серьезную проблему крупных городов, доставляя большое беспокойство населению своими укусами; часто сопровождающимися аллергической реакцией. Кроме того, комары *C. p. pipiens* имеют большое медико-ветеринарное значение в качестве переносчиков возбудителей многих заболеваний человека и животных — лимфатическо-

го филляриатоза (в тропических странах) и ряда форм энцефалита (японско-го — в Азии, энцефалита Сан-Луи и западного лошадиного — в США, лихорадки долины Рифт — в Африке). Они служат переносчиками и западнонильского энцефалита в Африке, Индии и Израиле. В 1999 г. наблюдалась вспышка этого заболевания в США (Нью-Йорк) и России (Волгоград и Волгоградская обл.), а вирус был выделен из *C. pipiens* в Чехии и Румынии. Из *C. p. pipiens f. molestus* в Чехии выделен возбудитель болезни Лайма (Vinogradova, 2000).

На территории бывшего СССР подвальный выплод комаров впервые отмечен в 1926 г. в Днепропетровске, к 1992 г. он был зарегистрирован более чем в 300 городах страны (Маркович, Заречная, 1992), а сейчас распространен еще шире. В Санкт-Петербурге городские комары впервые обнаружены в 1939 г., когда в нескольких подвалах в центре города были найдены личинки, а в квартирах наблюдалось массовое кровососание на спящих людях (Федоров, 1946). В 50-х годах XX века комаров находили лишь в единичных подвалах. К 1968 г. четверть городских подвалов была затоплена и 21.8 % из них заселены комарами. В результате санитарных, гидротехнических и истребительных мероприятий за последующие 5 лет количество таких подвалов уменьшилось в 2.4 раза (Вансулин, 1975). Сейчас комарами заселены в той или иной степени практически все районы города и пригороды.

Начало изучения комаров *C. pipiens* в бывшем СССР относится к 60-м годам XX века (Виноградова, 1965, 1997). В 1967—1973 гг. осуществлялась Общесоюзная программа по изучению биологии и внутривидовой структуры популяций комаров с целью биологического обоснования рациональных мер борьбы с ними, она дала хорошие результаты и сделала нашу страну лидером в области их изучения. Однако позже число специалистов по рассматриваемой проблеме и соответственно объем исследований резко сократились. Следует подчеркнуть, что внимание обращалось главным образом на комаров из наземных биотопов, а сведения о подвальных комарах в основном сводились к констатации факторов их существования в разных городах, тогда как вопросы их популяционной экологии почти совершенно не затрагивались.

Настоящая работа — это первый опыт многолетнего мониторинга популяций городского комара *C. p. pipiens f. molestus* в мегаполисе на примере Санкт-Петербурга.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Данная работа выполнена в 1987 и 1999—2007 гг. Обследовано 39 подтопленных водой подвалов жилых домов из следующих районов Санкт-Петербурга — Приморского (Школьная ул., Приморский пр., Ланское шоссе), Петроградского (Большой и Чкаловский проспекты, Разночинная, Ропшинская и Б. Монетная улицы, наб. р. Карповка), Центрального (улицы Пестеля, Рылеева и Очаковская, Лиговский пр., Апраксин двор), Адмиралтейского (улицы Пасторова и Союза печатников, Английский пр.) и г. Пушкин. В каждом случае отмечались площадь затопления, глубина, температура и степень органического загрязнения воды, освещенность, характер связи подвала с наружной средой и присутствие разных стадий развития комара. Степень загрязнения воды оценивалась по 3-балльной системе, т. е. мало-, средне- и сильно загрязненная. Наиболее доступные и удобные для регулярного сбора материала подвалы со средне- и сильно загрязненными водами были выбраны в качестве модельных для осуществления длительного мониторинга локальных популяций (микрораспространенных) комаров.

Собранные в подвале преимагинальные стадии комаров использовались для выведения имаго, а часть личинок IV возраста фиксировалась в спирте для морфометрического исследования. Имаго, содержащиеся при 20° в садках и получавшие углеводное питание, спустя 7—9 дней вскрывались для определения уровня автогенности и плодовитости. Автогенными счи-

тались самки с фолликулами на III—V стадиях Кристоферса-Мера. Показателем размера самок служила длина крыла, измеряемая под бинокляром при увеличении $\times 16$.

Статистическая обработка включала определение среднего показателя и ошибки, корреляционный анализ, тест Стьюдента с использованием компьютерной программы SYSTAT.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Характеристика подвальных биотопов. Из 39 обследованных подвальных биотопов городские комары были найдены только в 27 подвалах, подтопленных средне- и сильно загрязненной водой, причем наибольшее обилие комаров наблюдалось только в последних. Источником подтопления подвалов служила неисправность водопроводной, отопительной и канализационной систем, а также просачивание грунтовых вод. В зависимости от источника поступления воды она была смешанной или сточной, что определялось по запаху и цвету. Площадь подвальных водоемов варьировала от нескольких сотен до нескольких десятков квадратных метров, а глубина воды — от 2—3 см и примерно до 1 м, в основном до 50—70 см. Иногда личинок в большом количестве находили в мелких (до 1 см) углублениях пола. В больших подвалах на дне, как правило, скапливается большое количество ила. Химический анализ такого ила одного из подвалов в Центральном районе города обнаружил высокое содержание тяжелых металлов. Содержание Cd, Pb, Cu, Ni и Zn превышало допустимую норму в 12.5, 5.5, 3.4, 1.3 и 2.3 раза (Виноградова, Петрова, 2004). Однако это не мешало длительному (около 10 лет) существованию здесь стабильной популяции комаров.

Наблюдения показали, что круглогодично комары заселяют только отапливаемые подвалы с температурой воды не ниже 10° . Во время отопительного сезона температура воды чаще всего колебалась в пределах оптимума — 15 — 23° , но в одном случае зарегистрирована температура до 30 — 34° .

Характер освещения подвалов был разный — от слабого рассеянного или умеренно яркого дневного света, проникающего через окна или двери, до полной темноты. Некоторые подвалы имели электрическое освещение, включавшееся в случае надобности. Исследованные личиночные биотопы были в разной степени изолированы от внешней среды: одни сообщались с нею окнами или дверями, выходящими на лестничную площадку или прямо на улицу, другие представляли собой почти полностью изолированное пространство.

Личинки и куколки комаров в подвальных водоемах чаще всего распределялись неравномерно, концентрируясь в наиболее теплых и богатых органикой местах, а также явно тяготели к плавающим на поверхности воды разнообразным предметам (как правило, подвалы были захламлены). Это обстоятельство, а также трудности в проведении работы в подвалах исключали возможность какого-либо объективного учета численности насекомых.

Длительный мониторинг локальных популяций комаров на протяжении 9—14 месяцев проводился в 3 местах — в Апраксином дворе, на Разночинной и Чаховской улицах, где сборы преимагинальных стадий производились примерно с месячным интервалом; в других местах они были более редкими. Во всех случаях были изучены длина крыла самок, проявление автогении, автогенная плодовитость, соотношение полов и величина среднего сифонального индекса личинок.

Размеры комаров. Размеры самок оценивались по длине крыла, которая адекватно, хотя и не абсолютно точно отражает размеры тела насекомого, однако широко используется в исследованиях комаров. Длина крыла

постоянна на протяжении жизни особи и прямо пропорциональна весу тела комаров при отрождении (Christophers, 1960). Средняя длина крыла самок из разных локальных популяций комаров представлена в табл. 1 и 2. Она варьировала в широких пределах как между разными популяциями, так и внутри некоторых из них. Например, у самок из подвала на Очаковской ул. (табл. 1) она колебалась от 3.2 до 4.5 мм., на Разночинной ул. — от 3.8 до 5.1 мм, в Апраксином дворе — от 4.1 до 5.4 мм (табл. 2), причем в последнем случае наблюдалась некоторая тенденция к увеличению длины с понижением температуры воды в подвале. Напротив, в популяции в подвале на Очаковской ул. временное уменьшение длины крыла вызвано повышением температуры воды до 28—34°.

Проявление автогении. Автогения — главная биологическая особенность городского комара, обеспечивающая возможность автономного (без приема крови) длительного существования локальных популяций в отдельных подвальных биотопах. Данные о проявлении автогении у петербургских популяций комаров представлены в табл. 1 и 2. В Апраксином дворе (в подвале со смесью канализационных и грунтовых вод) на протяжении 9 месяцев мониторинга автогения оставалась на уровне 100 % (табл. 2). В подвале на Разночинной ул. с полисапробными водами на протяжении 14 месяцев в 7 из 9 сборов автогенными были 80—100 % самок, и только в двух сборах они составляли 67 и 70 % (табл. 2). Самый большой размах изменчивости доли автогенных самок наблюдался в подвале на Очаковской ул., где степень органического загрязнения воды и ее температура ме-

Таблица 1

Автогения и длина крыла самок некоторых популяций городского комара в Санкт-Петербурге

№	Дата сбора	Температура воды, °С	Число самок	Автогения, %	Средняя длина крыла, мм ($m \pm sem$)
Очаковская ул.					
1	15 IX 2003		14	100	4.3 ± 0.06
2	19 X 2003	18	25	100	4.5 ± 0.06
3	15 I 2004	19	19	63	4.0 ± 0.05
4	24 I 2004	16	40	82	4.1 ± 0.04
5	20 II 2004	13	46	74	3.9 ± 0.04
6	5 III 2004	14	56	91	4.5 ± 0.04
7	28 III 2004	14	23	73	3.7 ± 0.04
8	11 IV 2004	28—30	24	58	3.3 ± 0.04
9	16 V 2004	32—33	36	31	3.2 ± 0.03
10	29 V 2004	27—29	22	14	3.2 ± 0.05
11	5 VI 2004	33—34	16	50	3.3 ± 0.06
12	3 IX 2004	18	23	39	3.2 ± 0.05
13	18 IX 2004	19	13	100	3.6 ± 0.04
Приморский пр. (люк)					
14	11 IX 1987	17	68	92	—
15	22 IX 1987	15	26	100	—
16	15 IX 2003	16	21	100	4.5 ± 0.02
17	19 X 2003	14	20	100	4.8 ± 0.14
18	20 IX 2006	15	32	38	3.5 ± 0.03
19	5 X 2006	14	17	100	3.6 ± 0.18
20	4 XI 2006	13	13	85	3.6 ± 0.01

Таблица 2

Автогения, плодовитость и длина крыла самок некоторых популяций городского комара в Санкт-Петербурге

№	Дата сбора	Температура воды	Число самок	Автогения, %	Число яиц ($m \pm sem$)	Длина крыла, мм ($m \pm sem$)
Ланское шоссе						
1	18 I 1999	19	52	59	30.9 ± 1.6	3.7 ± 0.02
2	17 II 1999	19	40	72	46.3 ± 3.2	4.2 ± 0.04
3	9 III 1999	19	18	100	78.1 ± 3.1	4.5 ± 0.04
Апраксин двор						
4	3 XII 1999	20	23	100	43.6 ± 2.9	4.1 ± 0.04
5	14 I 2000	18	23	100	53.7 ± 0.9	4.2 ± 0.02
6	9 II 2000	12	18	100	72.5 ± 2.0	4.1 ± 0.04
7	6 III 2000	13	21	100	90.9 ± 3.0	5.0 ± 0.05
8	3 IV 2000	12	21	100	105.7 ± 1.5	5.4 ± 0.02
9	11 V 2000	12	21	91	49.6 ± 1.2	4.3 ± 0.03
10	7 IX 2000	13	21	100	72.9 ± 1.0	4.8 ± 0.01
Разночинная ул.						
11	8 X 2001	19	43	100	81.5 ± 1.8	4.8 ± 0.05
12	21 X 2001	19	36	86	55.8 ± 3.3	4.3 ± 0.06
13	11 I 2002	20	45	100	72.9 ± 1.9	5.1 ± 0.05
14	19 II 2002	24	27	70	50.1 ± 1.5	3.8 ± 0.03
15	3 IV 2002	20	24	67	32.9 ± 1.2	3.8 ± 0.03
16	16 V 2002	17	38	100	73.3 ± 1.7	4.5 ± 0.03
17	6 VI 2002	16	35	91	84.4 ± 4.2	4.7 ± 0.07
18	24 VI 2002	15	34	100	53.8 ± 1.6	4.8 ± 0.04
19	3 XII 2002	20	45	100	51.5 ± 1.2	4.0 ± 0.02
Ропшинская ул.						
20	25 VI 2007	18	21	100	98.0 ± 1.1	5.1 ± 0.03
21	8 VII 2007	19	20	90	55.8 ± 2.8	4.9 ± 0.03
ул. Союза печатников						
22	21 IV 2007	21	—	—	44.9 ± 1.1	3.6 ± 0.04
23	3 V 2007	20	—	—	58.4 ± 1.3	4.2 ± 0.03
Большой пр.						
24	6 II 2007	20	23	95	—	—

нялись в зависимости от притока горячей воды (табл. 1). Здесь экспрессия автогении изменялась от 14 до 100 %. Большинство других локальных популяций комаров (Ропшинская ул., ул. Союза Печатников, Большой пр. Васильевского острова и др.) тоже характеризовалось достаточно высоким уровнем автогении. Единственный полуоткрытый биотоп (люк для стока дождевой воды, входящий в канализационную систему, на Приморском пр.) в осеннее время (сентябрь—октябрь) был заселен исключительно городскими комарами, 87—100 % которых были автогенными.

Таким образом, большинство подвальных популяций городского комара в Санкт-Петербурге характеризовались стабильно высоким уровнем автогении.

Связь экспрессии автогении с размером самок комаров показана на рис. 1. Хорошо видна разница в распределении автогенных и неавтогенных

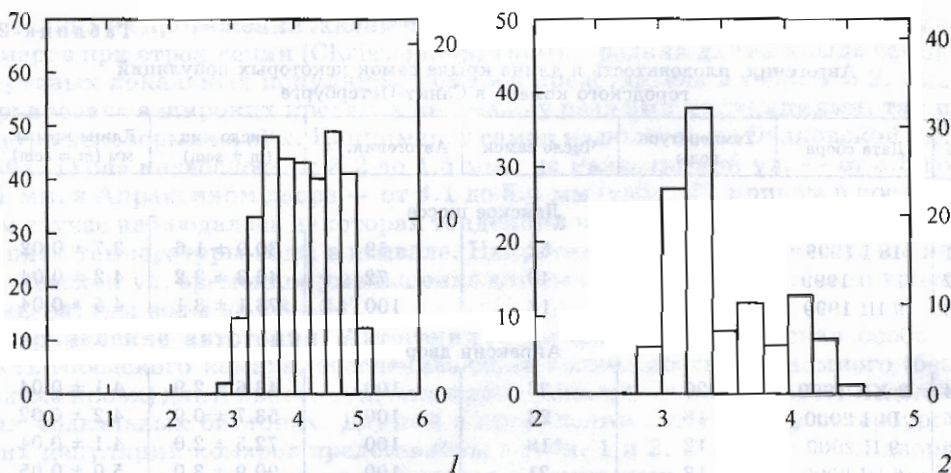


Рис. 1. Связь экспрессии автогенности с длиной крыла самок городского комара.

1 — автогенные самки, 2 — неавтогенные самки.

По оси абсцисс — длина крыла, мм; по оси ординат — количество самок (слева) и количество самок, % (справа). Данные для популяций с Очаковской ул. и Приморского пр.

особей в зависимости от длины крыла. У большинства автогенных самок длина крыла составляла 3.2—5 мм, в то время как около 60 % неавтогенных самок имели длину крыла 3—3.5 мм, а остальные — менее 4.5 мм. Средняя длина крыла автогенных особей оказалась достоверно больше, чем неавтогенных, 4.1 ± 0.03 и 3.4 ± 0.04 мм соответственно (тест Стьюдента, $p < 0.001$).

Достаточно показательно уменьшение размеров комаров из очаковской популяции, развивавшихся вследствие протечки горячей воды в течение 2 месяцев при высокой температуре воды, 28—34°. Этот температурный стресс вызвал достоверное уменьшение среднего размера крыла самок до 3.2 ± 0.02 мм и доли автогенных — до 14 % (табл. 1), тогда как за весь период наблюдений за этой популяцией упомянутые показатели составили 3.8 ± 0.03 мм и 68 % соответственно.

Плодовитость комаров. Данные об автогенной плодовитости комаров представлены в табл. 2. Средняя плодовитость различалась как в пределах одной локальной популяции в разное время, так и между отдельными популяциями. Например, в популяции из подвала в Апраксином дворе средняя плодовитость варьировала от 43.6 до 105.7 яйца на самку, на ул. Разночинной — от 32.9 до 84.4 яйца на самку, при этом во многих случаях наблюдались достоверные различия между средней плодовитостью самок из одной и той же популяции, но собранных в разное время. Эти различия плодовитости могли быть обусловлены изменением как кормовой базы (содержанием органического вещества в воде), так и температуры воды. Статистическая обработка суммарных данных (популяций из подвалов на Разночинной и Ропшинской улицах, а также на ул. Союза печатников) показала достоверную положительную корреляцию между средней плодовитостью и длиной крыла самок, которая описывается уравнением линейной регрессии $Y = 1.3X - 52$ ($R = 0.723$, $p < 0.001$). Зависимость плодовитости самок городского комара от длины крыла представлена на рис. 2.

Таким образом, мониторинг нескольких локальных популяций городского комара в Санкт-Петербурге показал существование положительной корреляции как доли автогенных самок, так и плодовитости с их размером, а именно длиной крыла, которая в свою очередь определяется условиями питания и температурой во время развития преимагинальных стадий.

Половая структура популяций. Соотношение полов служит важной характеристикой состояния популяции. Соотношение полов в отдельных популяциях изучали на кукольной стадии; число окуклившихся самоцов и самок в сборах из подвалов подсчитывалось в лабораторных условиях ежедневно на протяжении периода окукливания продолжительностью от 14 до 40 дней. В среднем по всем сборам ($n = 4923$) самцы составили 55 %, т. е. наблюдалось нормальное соотношение полов, равное 1 : 1.

Условия стабильного существования локальных популяций. Успешное и практически бесконечно длительное существование отдельных локальных популяций в подвальных биотопах обусловлено уже самим комплексом биологических особенностей городского комара — автогенной, стеногамией и гомодинамией, однако реализация

этой возможности требует определенных экологических условий, а именно воды, имеющей температуру в пределах 10—30°, достаточно высокого уровня органического загрязнения, обеспечивающего кормовую базу личинок. Мониторинг популяций комаров в Санкт-Петербурге дает примеры быстрого прекращения подвального выплода комаров после устранения протечек в канализационной и водопроводной системах. Например, подвал на ул. Пасторова (около 18 м²) в марте 1998 г. был затоплен смешанными водами на глубину 10—12 см и заселен огромным количеством водных стадий комаров, все стены были густо покрыты комарами, которые при появлении человека проявляли большую агрессивность. В сентябре 1998 г. после ликвидации протечки от попадания сточных вод основная вода сошла, но сохранился тонкий ручеек, вытекающий из водопроводной трубы, а в немногочисленных лужицах были обнаружены единичные личинки, такая же ситуация сохранилась и к апрелю 1999 г. Другой пример — подвал склада в Апраксином дворе (около 20 м²), долгое время залитый смесью канализационных и грунтовых вод на глубину около 50 см, с температурой воды сначала 20°, но в основном — 12—13°. В декабре 1999 г. там наблюдалась достаточно большая численность всех стадий развития комаров, в октябре 2000 г. ликвидирована протечка канализации и проведена небольшая откачка воды. К январю 2001 г. в слабо загрязненной органикой воде встречались лишь единичные личинки комаров, а также совершенно исчезли многочисленные до этого времени дафнии. В данном случае причиной деградации популяции комаров и дафний стало резкое ухудшение их кормовой базы. Очевидно, в случае изменения экологических условий — нового затопления водой с повышенным содержанием органики — возможно постепенное восстановление численности популяции комаров.

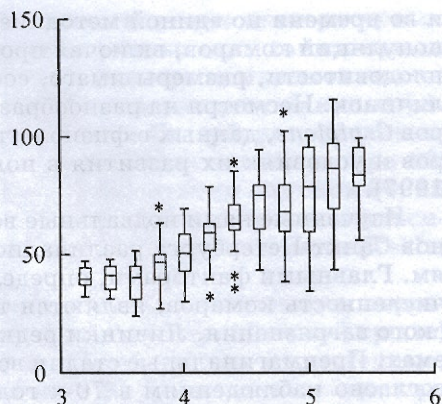


Рис. 2. Зависимость автогенной плодотворности от длины крыла самок городского комара.

По оси абсцисс — длина крыла, мм; по оси ординат — количество яиц. Данные для популяций с Ланского шоссе и улиц Разночинной, Ропшинской и Союза печатников.

ОБСУЖДЕНИЕ

Физиологическая и размерная характеристика комаров. Впервые осуществлен многолетний мониторинг локальных популяций городских комаров на территории такого мегаполиса, как Санкт-Петербург. В пространстве

и во времени по единой методике проведено разностороннее исследование популяций комаров, включая проявление автогении, величину автогенной плодовитости, размеры имаго, соотношение полов и сифональный индекс личинок. Несмотря на разнообразие наблюдений по местам выплода комаров *C. pipiens*, данных о физиологической характеристике городских комаров и условиях их развития в подвалах относительно мало (Виноградова, 1997).

Изученные нами подвальные водоемы в жилых домах нескольких районов Санкт-Петербурга различались по размерам и экологическим условиям. Главными факторами, определяющими возможность существования и численность комаров, являются температура воды и степень ее органического загрязнения. Личинки редко встречались в малозагрязненных водоемах. Преимагинальные стадии встречались при температурах от 10 до 34°, согласно наблюдениям в 70-х годах в Ленинграде (Вансулин, 1971), они могли развиваться и при температуре ниже 10°. Также отмечалась положительная корреляция между численностью личинок и содержанием органики в разных отсеках одного из подвалов Москвы (Аксенова, 1979).

Автогения — главная особенность городского комара, обеспечивающая возможность длительного воспроизводства подвальных популяций в отсутствие объектов кровососания. Известно, что автогения контролируется как внутренними, эндогенными (генетическим и гормональным), так и экзогенными факторами, среди последних большое значение имеют количество и качество личиночного питания и температура воды, а иногда углеводное питание имаго и осеменение (O'Meara, 1985; Виноградова, 2005; Vinogradova, Karova, 2006, 2007; Виноградова, Карпова, 2006). Согласно проведенным исследованиям, большинство подвальных популяций комаров в Санкт-Петербурге характеризуется стабильно высоким уровнем автогенного овогенеза — до 80—100 % (табл. 1 и 2). Однако в 1968—1976 гг. доля автогенных самок была меньше, в среднем 44.3 % ($n = 589$) (Вансулин, Максимова, 1978).

Что касается литературных данных по автогении подвальных популяций в других странах, то они неоднозначны. Так, в Германии (долина Верхнего Рейна) во всех популяциях из подземных полисапробных водоемов более чем 90 % самок оказались способными к автогенному овогенезу (Becker et al., 1999). Наоборот, во Франции (Монпелье) доля автогенных особей в подвальной биотопе в течение 6 месяцев была на низком уровне, от 12 до 40 % (Guy et al., 1978). В США (Бостон) автогенные самки были найдены во всех 25 сборах, сделанных в подземных водоемах с октября по апрель, в 15 сборах наблюдалась 100%-ная автогения (Spielman, 1971).

Средняя автогенная плодовитость петербургских комаров различалась как в пределах одной популяции в разное время, так и между локальными популяциями. В целом размах изменчивости плодовитости велик — от 32.9 до 105.7 яйца на самку.

Согласно литературным данным, величина автогенных яйцекладок городского комара значительно варьирует, причем большинство данных относится к лабораторным культурам. Четкие тенденции прослеживаются нечасто. В культуре комаров из Японии (Нагасаки) отмечено уменьшение среднего размера яйцекладки от 67.7 до 25.9 яйца на самку с понижением температуры воспитания преимагинальных стадий от 27 до 19° (Камига, 1959). В Грузии у природных самок, прошедших преимагинальное развитие в загрязненных водоемах, отмечено сезонное повышение средних размеров автогенных кладок — от 42 яиц в декабре—феврале до 71 яйца в августе—октябре (Сичинава, 1976).

В Санкт-Петербурге средние размеры самок (длина крыла) комаров также подвержены большой вариабельности — они различались между локальными популяциями и внутри некоторых из них (пределы изменчи-

вости — от 3.2 до 5.4 мм), при этом наблюдалось влияние температурных условий преимагинального развития, а именно уменьшение длины крыла с повышением температуры воды. Зависимость размера комаров от температуры уже отмечалась ранее в экспериментах с лабораторными культурами комаров. Так, длина крыла комаров из Санкт-Петербурга, развивавшихся при 25°, была достоверно меньше по сравнению с таковыми при 20° (Vinogradova, Karpova, 2006). При температуре воспитания личинок 30, 25 и 16° у *C. pipiens* длина крыла составляла 4.79, 4.83 и 5.02 мм соответственно, а у *C. quinquefasciatus* — 4.77, 4.82 и 4.94 мм соответственно (Tekle, 1960).

Проведенный мониторинг выявил достоверную положительную корреляцию уровня автогении и средней плодовитости с размером (длиной крыла) самок. Автогенные самки имели большую длину крыла, чем неавтогенные, 4 и 3.4 мм соответственно. Близкие величины были получены ранее при изучении других локальных популяций комаров в Санкт-Петербурге — 4.2 и 3.9 мм соответственно (Vinogradova, 2001a). Согласно предыдущим исследованиям петербургских подвальных популяций, средний размер автогенных яйцекладок самок со средней длиной крыла 3.2 и 4.8 мм составлял 17.8 и 67.8 яйца (Vinogradova, 2000). Положительная корреляция между средней длиной крыла самок и плодовитостью отмечалась также в экспериментах с петербургской культурой (Vinogradova, Karpova, 2006) и с одной из американских культур городского комара (Spielman, 1957).

Помимо температуры, рассматриваемые параметры также зависят от условий питания личинок. Для петербургской популяции комара уже было показано, что ухудшение питания вызывает уменьшение размеров и плодовитости самок (Vinogradova, Karpova, 2006). Еще ранее было экспериментально установлено влияние качества и количества личиночного питания на проявление автогении, размеры и плодовитость самок (Виноградова, 1997).

Особенности существования локальных популяций комаров. В отличие от большинства видов комаров, нуждающихся для воспроизводства в кровососании, в умеренном климате жизненный цикл городского комара в подвальных биотопах (даже полностью изолированных) максимально упрощен и сокращен — комары могут размножаться без питания кровью бесконечно долго исключительно за счет автогенных яйцекладок, но при соблюдении определенных условий, а именно температура воды не должна выходить за пределы 10—30°, и уровень ее органического загрязнения должен быть достаточно высоким, чтобы обеспечить реализацию автогенного овогенеза. После откладки яиц самки, как правило, становятся агрессивными и стремятся насосаться крови. В поисках объекта кровососания они распространяются из подвала внутри дома через лестничные площадки, дверные проемы, вентиляционные отверстия и т. д. При повышении наружной температуры в среднем до 10° они могут вылетать наружу через двери и окна подвалов и проникать в жилые помещения через окна и форточки (Николаева, 1992). Поиск прокормителя осуществляется благодаря сложному поисковому поведению, а в качестве основных пищевых аттрактантов выступают углекислый газ, молочная кислота и некоторые другие соединения (Виноградова, 1997). Обычно сборы из подвальных водоемов состоят из особой разных стадий развития комаров, иногда с некоторым преобладанием 1—2 стадий что свидетельствует об асинхронном развитии популяции. В редких случаях можно наблюдать последовательную смену всех стадий — сначала личинок младших возрастов, потом личинок старших возрастов и куколок, затем массовое появление яйцекладок, и наконец, поверхность воды густо покрывается погибшими имаго. Вероятно, самки, отложившие автогенные кладки и не нашедшие объекта кровососания, от-

личаются небольшой продолжительностью жизни. Далее из яйцекладок развивается следующее поколение.

Расселение комаров по городу происходит при благоприятной температуре, преимущественно в темное время суток. Благодаря высокоорганизованной сенсорной системе готовые к яйцекладке самки отыскивают наиболее подходящие для развития будущего потомства подвалы, руководствуясь дистантными и контактными хеморецепторами. Экспериментально показана избирательность самок из подвальных популяций при яйцекладке: самки предпочитают чистой воде воду из подвальных биотопов, культуральную среду личинок, воду с кормом и воду, в которой предварительно (в течение 2 дней) находилось 5—10 личинок или 5 яйцекладок (Vinogradova, 2006). Ранее из яиц городского комара был выделен аттрактант, стимулирующий яйцекладку комаров (Sakakibara, Ikeshoji, 1989).

В процессе мониторинга среди петербургских популяций комаров не было выявлено никаких инфекций, которые могли бы ограничивать их численность, среди них, например, микроспоририоз личинок или энтомофтороз имаго. Некоторую опасность для популяций комаров представляют пауки *Tegenaria domestica*, питающиеся имаго комаров, а также рачки *Macrocyclus albidus* и *Acanthocyclops vernalis* (Copepoda), которые, как известно (Marten et al., 1993), способны питаться особями младших возрастов *C. pipiens* и *Anopheles*. Упомянутые виды были обнаружены в некоторых подвальных биотопах.

ВЫВОДЫ

1. Впервые в Санкт-Петербурге в 1999—2006 гг. проведен мониторинг локальных популяций городского комара *C. p. pipiens f. molestus*, включающий оценку размера самок (длину крыла), уровня автогении, плодовитости, соотношения полов и сифонального индекса личинок. Комары найдены в 27 из 39 обследованных подвалов жилых домов из 5 районов города. Круглогодичное развитие комаров возможно только в отапливаемых подвалах с температурой воды от 10 до 34° и достаточно высоким уровнем органического загрязнения.

2. Большинство локальных популяций комаров характеризуется высоким уровнем автогении: 80—100 % самок откладывает первую порцию яиц без приема крови, гарантируя возможность длительного существования в отдельных подвалах автономных популяций.

3. Средняя длина крыла самок и средняя плодовитость различаются как между популяциями, так и в пределах отдельной популяции и варьируют от 3.2 до 5.4 мм и от 32.9 до 105.7 яйца на сумку соответственно.

4. Установлена достоверная положительная корреляция доли автогенных самок и их плодовитости с длиной крыла, которая в свою очередь определяется условиями питания и температурой воды во время преимагинального развития. Установленная закономерность согласуется с результатами экспериментов с лабораторными культурами комаров.

5. Мониторинг показал, что петербургская популяция городского комара характеризуется высоким репродуктивным потенциалом, нормальным соотношением полов и отсутствием у них каких-либо инфекций. Для снижения численности и ограничения дальнейшего распространения комаров в пределах города необходимо оперативное проведение санитарных, гидротехнических (прежде всего осушение подвалов) и истребительных мероприятий.

Работа частично поддержана грантом СПбНЦ РАН за 2007 г.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Аксенова А. С. Биология комаров *Culex pipiens* L. и обоснование системы мероприятий по ликвидации их массового выплода в городах / Автореф. ... канд. биол. наук. М., 1979. 209 с.
- Вансулин С. А. Некоторые вопросы экологии *Culex pipiens molestus* Forsk. в условиях Ленинграда // Паразитология, 1971. Т. 5, № 4. С. 361—363.
- Вансулин С. А. Опыт борьбы с комарами *Culex pipiens molestus* в условиях Ленинграда // Паразитология, 1975. Т. 9, № 5. С. 462—463.
- Вансулин С. А., Максимова В. Г. Изменение автогенности *Culex pipiens molestus* ленинградской популяции // Паразитология, 1978. Т. 12, № 5. С. 462—463.
- Виноградова Е. Б. Морфологическая и биологическая характеристика некоторых природных популяций кровососущих комаров *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) на территории СССР // Тр. ЗИН АН СССР, 1965. Т. 36. С. 31—57.
- Виноградова Е. Б. Комары комплекса *Culex pipiens* в России // Тр. ЗИН РАН. 1997. Т. 271. 307 с.
- Виноградова Е. Б. Влияние углеводного питания, голодания, фотопериода и температуры на проявление автогенности у городского комара *Culex pipiens pipiens* f. *molestus* Forsk. (Diptera, Culicidae) // Энтомол. обозр. 2005. Т. 84, вып. 2. С. 256—261.
- Виноградова Е. Б., Карпова С. Г. Усовершенствование методики культивирования комаров *Culex pipiens pipiens* f. *molestus* (Diptera, Culicidae) без кормления кровью // Паразитология. 2006. Т. 40, № 3. С. 306—311.
- Маркович Н. Я., Заречная С. Н. Материалы по распространению *Culex pipiens* на территории СССР // Мед. паразитол. 1992. № 1. С. 5—9.
- Николаева Н. В. Фенология и летная активность антропофильных *Culex pipiens* L. в Свердловске. В: Насекомые в естественных и антропогенных биогеоценозах Урала. Екатеринбург: Наука, 1992. С. 103—105.
- Сичинава Ш. Г. Реципрокное скрещивание *Culex pipiens pipiens* и *Culex pipiens molestus*, автогенность и плодовитость родительских и гибридных поколений. Сообщ. АН ГрССР. 1976. Т. 81, № 3. С. 717—720.
- Федоров В. Г. К обнаружению *Culex molestus* Forskal в Ленинграде // Мед. паразитол., 1946. Т. 15, № 2. С. 58—68.
- Barr A. R. The *Culex pipiens* complex // Cytogenetics and genetics of vectors. Proc. Symp. XVIIth Int. Congr. Ent. Amsterdam. 1981. P. 123—136.
- Becker N., Jost A., Weitzel T. and other. Exploiting the biology of urban mosquitoes for their control. In: Proc. 3rd Int. Conference Urban Pests. P. 425—429. Czech. Univ. Agriculture, Prague, Czech Republic, 19—22 July 1999.
- Christophers S. R. *Aedes aegypti* L.: the yellow fever mosquito. Cambridge, 1960. 739 p.
- Guy Y., Brondel F., Suzzoni-Blatger J., Tesson R. Essai sur la dynamique des populations d'un gîte urbain et hypogée de *Culex pipiens* L. (Diptera, Culicidae) // Ann. Parasit. Hum. Comp. 1978. Т. 53. P. 235—249.
- Harbach R. E., Harrison B. A., Gad A. M. *Culex* (*Culex*) *molestus* Forskal (Diptera, Culicidae): neotype designation, description, variation, and taxonomic states // Proc. Ent. Soc. Wash., 1984. Vol. 87, N 1. P. 1—24.
- Ishii T. Integrated study on the *Culex pipiens* complex // Akaieka Newsletter, 1991. Vol. 14, N 3. P. 5—40.
- Kamura T. Studies on the *Culex pipiens* group of Japan. 4. Ecological studies on the Nagasaki *molestus* // Endemic Dis. Bull., Nagasaki Univ. 1959. Vol. 1, N 1. P. 51—59.
- Knight K. L., Stone A. A catalog of the mosquitoes of the world (Diptera, Culicidae). 2nd edition. Thomas Say Found. 1978. Ent. Soc. Amer., College Park. Vol. 6. 611 p.
- Marten G. G., Bordes E. S., Nguen M. Use of cyclopoid copepods for mosquito control // Proc. 5th Int. Conference of Copepoda, Baltimore, USA, June 6—13, 1993.
- O'Meara G. F. Ecology of autogeny in mosquitoes // Ecology of mosquitoes. Proceedings of Workshop (eds E. P. Louinibos, J. R. Ray, J. H. Frank) Vero Beach, Fla. Med. Ent. Lab. 1985.
- Sakakibara N., Ikeshoji T. Oviposition-stimulation protein in the eggs of *Culex pipiens molestus* Forskal (Diptera, Culicidae) // Appl. Ent. Zool. 1989. Vol. 24, N 4. P. 334—342.
- Spielman A. The inheritance of autogeny in the *Culex pipiens* complex mosquitoes // Am. J. Hyg. 1957. Vol. 65, N 3. P. 404—425.
- Spielman A. Studies on autogeny in natural populations of *Culex pipiens*. II Seasonal abundance of autogenous and anautogenous populations // J. Med. Ent. 1971. Morbidity- and Mortality-Weekly. Report 48. P. 890—892.
- Tekle A. The physiology of hibernation and its role in the geographical distribution of populations of *Culex pipiens* complex // Amer. J. Trop. Med. Hyg. 1960. Vol. 9. P. 321—330.
- Vinogradova E. B. Mosquitoes *Culex pipiens pipiens* (taxonomy, distribution, ecology, physiology, genetics, applied importance and control). 2000. Sofia—Moscow: Pensoft, 2000. 250 p.

- Vinogradova E. B. Reproduction pattern of the house mosquito *Culex pipiens pipiens* f. *molestus* (Diptera, Culicidae) from the St. Petersburg // Proc. Zool. Inst. Russ. Acad. Sci. 2001. Vol. 289. P. 167—172.
- Vinogradova E. B. Experimental study of the choice of oviposition place by the urban mosquito, *Culex pipiens pipiens* (f. *molestus*) (Diptera, Culicidae) // Int. J. Dipterol. Res. 2001. Vol. 12, N 1. P. 3—7.
- Vinogradova E. B., Karpova S. G. Effect of photoperiod and temperature on the autogeny rate, fecundity and wing length in the urban mosquito, *Culex pipiens pipiens* f. *molestus* (Diptera, Culicidae) // Int. J. Dipterol. Res. 2006. Vol. 17, N 1. P. 3—12.
- Vinogradova E. B., Karpova S. G. Exogenous control of autogeny in mosquitoes // Proc. Zool. Inst. Russ. Acad. Sci. 2007. Vol. 310. P. 123—132.

Зоологический институт РАН,
Санкт-Петербург.

Поступила 20 III 2007.

SUMMARY

Monitoring of local populations of the urban mosquito *Culex pipiens pipiens* f. *molestus* was carried out in St. Petersburg (Russia) in 1999—2006 for the first time. It included the estimation of the autogeny rate, mean fecundity and wing length of females, sex ratio, and siphonal index of the larvae. The mosquitoes were found in 27 out of the 39 examined basements of dwelling houses in five city districts. The permanent populations may exist whole year round only in heated basements flooded with by sewage or mixed waters with high organic pollution and temperature between 10 and 34°. The majority of the local populations is characterized by high autogeny rate: 80—100 % of females lay the first egg batch without blood-feeding ensuring a long-term existence of autonomous local populations. The mean wing length and mean fecundity differ both between and within local populations varying from 3.1 to 5.4 mm and from 32.9 to 105.7 eggs per female, correspondingly. The significant positive correlation was recorded between autogeny rate and fecundity, on the one hand, and the wing length of females, on the other hand. The latter, in its turn, is affected by the temperature and pollution of basement waters during the larval development of mosquitoes. Monitoring of the local populations of the urban mosquito in St. Petersburg has shown them to possess high reproductive potential, normal sex ratio, and absence of any infections. The sanitary, hydrotechnical (first of all drainage of basements) and mosquito control measures are necessary for decreasing mosquito abundance and restriction of their further settling within the city.