

## ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ ЛИЧИНОК НАСТОЯЩИХ КОМАРОВ (DIPTERA, CULICIDAE) НЕКОТОРЫХ РАЙОНОВ УССР К ЯДОХИМИКАТАМ

В. М. Лоскот, Л. И. Францевич

(Киевский государственный университет)

При организации химической борьбы с кровососущими двукрылыми, среди которых встречаются переносчики возбудителей опасных заболеваний, необходимо опираться на знание токсикологических характеристик вредителей. В отечественной литературе приводятся результаты исследований чувствительности к инсектицидам различных кровососущих двукрылых (Волкова, Диалектова, 1956; Феддер, Алексеев, 1961; Алексеев, Игнатъев, 1964), в том числе имагинальной фазы комаров (Канчавели, Гугушвили, 1961; Лосев, 1962; Ипатов и др., 1962).

По изучению чувствительности личинок комаров к ядохимикатам нам известна только работа В. М. Сафьяновой (1953).

Стандартная методика Всемирной Организации Здравоохранения (ВОЗ) для определения устойчивости личинок\* связана с использованием довольно громоздкого оборудования и не позволяет за короткий срок обследовать большое количество популяций.

В настоящей статье изложены результаты полевых исследований чувствительности к инсектицидам личинок комаров в районах Приднепровья. В работе применялась токсикологическая методика, основанная на использовании зависимости «концентрация—время», позволяющая быстро и надежно оценить степень чувствительности.

**Материал и методика.** Личинок комаров собирали на протяжении трех полевых сезонов — с апреля по октябрь 1962—1964 гг. — в Крымской, Херсонской, Днепропетровской, Кировоградской, Черкасской и Киевской областях. Были обследованы такие биотопы: лужицы с талой снежной водой в разных типах лиственного леса (район Чатыр-Дага, Черный Лес, Канев), пойменные водоемы (рр. Днепр, Самара, Рось и Расавка), соленые озера (Черноморский заповедник), пруды и озера (Киев, Канев), лесные болота (р. Ирдынь), заболоченные луга (р. Расавка, с. Толстый Лес Киевской обл.), залитые водой дупла (Канев), мелкие искусственные водоемы. Опыты в полевых условиях ставили при температуре 18—22° С.

Как рекомендуется в методике ВОЗ, экспериментировали с личинками IV возраста. Для работы в полевых условиях был разработан тест, позволяющий оценить чувствительность в течение нескольких часов с использованием портативного оборудования. В стандартном опыте собранных личинок по десять штук в небольшом количестве воды переносят в конические стаканчики емкостью 30 мл. Спиртовый раствор инсектицида в объеме 5—20 мм<sup>3</sup> вносят калиброванным капилляром; сразу после внесения яда стаканы доливают водой до отметки 30 мл. Концентрацию инсектицидов в работе выражают в мкг% (мкг на 100 мл воды). Испытывают три концентрации каждого яда (например, ДДТ 4,2; 10,9; 26,0 мкг% γ-ГХЦГ 5,2; 17,4; 52 мкг%; тиофос 2,94; 10,5; 31,5 мкг%; хлорофос 218; 436; 1089 мкг%), подобранные так, что обычно вызывают гибель личинок в течение 1/2, 1 1/2 и 3—4 час.

\* WHO technical report series, No 191. Geneva, 1960.

Для испытания действия каждой концентрации ставят три—пять стаканчиков с личинками. Токсическое действие учитывают по времени полуметального действия  $T_{50}$  (время гибели половины подопытных особей).

При такой методике подсчет общего количества погибших личинок, необходимый для построения кривых зависимости смертности от продолжительности действия ядохимиката (Bliss, 1935; Burchfield, Storrs, 1954; Busvine, 1957), практически невозможен, если одновременно испытываются три инсектицида в трех концентрациях каждый. Для подобных работ очень удобна методика оценки времени полуметального действия, разработанная при участии дипломанта математического факультета КГУ Ю. М. Рыжова.  $T_{50}$ —это медиана распределения времени жизни отравленных особей. Математическое ожидание выборочных медиан совпадает с медианой генеральной совокупности (Варден, 1960). В эксперименте для каждого стакана с десятью личинками регистрируется время  $t_5$ , когда остается пять живых личинок, считая с начала отравления. По отдельным значениям  $t_5$  выводится среднее  $\bar{t}_5$  для данной концентрации яда. Специальные опыты на массовом материале показали, что результаты оценки  $T_{50}$  по кривой смертности и по выборочным медианам почти не отличаются друг от друга. Следить за подопытным материалом с целью регистрации  $t_5$  очень легко, даже если одновременно проводится 9—15 вариантов опыта. Оценки  $\bar{t}_5$  легко сравнивать простыми статистическими методами, не прибегая к громоздкому аппарату пробит-анализа.

Чтобы дать однородную характеристику популяций, значения концентраций и  $\bar{t}_5$  наносят на двойную логарифмическую бумагу, через точки которой проводят прямую и по графику находят значение концентрации  $CL_{50}$ , вызывающей гибель половины особей за 4 часа.

Методика определения температурного коэффициента токсичности инсектицидов описана нами ранее (Францевич, Лоскот, 1964).

Таблица 1

Вид	$CL_{50}$ инсектицидов, мкг%							
	ДДТ	$n^*$	$\gamma$ -ГХЦГ	$n$	Теофос	$n$	Хлорофос	$n$
<i>Chaoborus</i> sp. . . . .	—	—	1,8	1	5,6	1	—	
<i>Mochlonyx culiciformis</i> Deg. . . . .	0,68	1	1,4—2,2	2	1,8	1	—	
<i>Anopheles maculipennis</i> Meig. . . . .	6,5	1	8,4—15,0	3	5,8	1	—	
<i>Aedes behningi</i> Mart.	9,4—10,1	1	2,6—4,2	2	1,0—4,9	3	340	1
<i>Aë. caspius</i> Pall. . . .	См. текст		1,35	1	0,8—7,5	4	См. текст	
<i>Aë. cataphyla</i> Dyar. . .	7,2	1	9,8	1	—		225	1
<i>Aë. detritus</i> Hal. . . .	5,6—56,0 Ср. 20,0 См. текст	5	7,5—25,2 Ср. 13,0	5	1,4—2,6	2	290—300	3
<i>Aë. flavescens</i> Meill.	См. текст		24,6	1	10,2	1	—	
<i>Aë. maculatus</i> Meig.	—		—		4,7	1	—	
<i>Aë. sticticus</i> Meig. . . .	—		2,7	1	—		—	
<i>Aë. geniculatus</i> Oliv.	25—>100	2	22,7—34,0	2	3,8—11,1	3	340	1
<i>Aë. rossicus</i> D. G. et M.	1,2	1	3,8—4,0	2	4,1	1	—	
<i>Aë. vexans</i> Meig. . . .	4,2—13,5 Ср. 8,3	3	6,9—12,0 Ср. 9,8	4	3,0	1	—	
<i>Culex pipiens</i> L. . . . .	1,8—12,7 Ср. 6,4	6	2,6—16,0 Ср. 6,7	10	1,0—3,4	2	135—180	3

\*  $n$  — количество испытанных популяций.

Результаты исследований. Было обследовано свыше шестидесяти популяций 14 видов сем. Culicidae. Всего в полевых опытах использовано около 16 тыс. личинок. В табл. 1 приведены среднее значение концентраций, вызывающих гибель половины особей за 4 часа, или обычные границы их изменчивости. Исключительные случаи повышенной и пониженной чувствительности подробно рассматриваются ниже.

По данным, характеризующим отдельные популяции, вычислены коэффициенты корреляции ( $r$ ) для определения чувствительности к различным инсектицидам (табл. 2). Среднее значение острого угла между прямой «концентрация—время» и осью абсцисс в логарифмических координатах составляют для ДДТ  $39,5 \pm 11,2^\circ$ ; для  $\gamma$ -ГХЦГ  $41,8 \pm 9,4$ ; для тиофоса  $26,5 \pm 6,5$ ; для хлорофоса  $28,5 \pm 3,3^\circ$  (для характеристики изменчивости указано среднеквадратичное отклонение, а не ошибка среднего).

Зависимость токсичности ядов от температуры исследовали в лабораторных условиях. В этих опытах также было использовано около 16 тыс. личинок. Температурный коэффициент токсичности  $Q_{10}$  составляет для инсектицидов:

ДДТ	—(—5,7) ( <i>Aë. aegypti</i> ), (—1,9)—(—3,3) ( <i>C. pipiens</i> )
$\gamma$ -ГХЦГ	—2,4 ( <i>A. maculipennis</i> ), 1,1—1,3 ( <i>Aë. aegypti</i> ), 2,8 ( <i>Aë. behningi</i> ), 1,6 ( <i>Aë. caspius</i> , <i>Aë. geniculatus</i> , <i>Aë. rossicus</i> ), 1,7 ( <i>Aë. vexans</i> ), 1,9—2,1 ( <i>C. pipiens</i> )
Гептахлор	—1,7 ( <i>Aë. aegypti</i> )
Хлорофос	—6,9 ( <i>Aë. aegypti</i> )
Тиофос	—2,5 ( <i>Aë. aegypti</i> , <i>Aë. behningi</i> ), 1,9 ( <i>C. pipiens</i> )
Севин	—1,9 ( <i>Aë. aegypti</i> )

Чувствительность личинок разных видов и отдельных популяций одного вида к испытанным инсектицидам колеблется в довольно широких пределах. Дисперсионный анализ данных показывает, что межвидовая изменчивость чувствительности к тиофосу превосходит внутривидовую, или межпопуляционную ( $P_0 < 1\%$ ), а к хлорофосу значительно превосходит последнюю ( $P_0 < 0,1\%$ ). Межвидовая изменчивость чувствительности к ДДТ и  $\gamma$ -ГХЦГ не больше внутривидовой.

Таблица 2

Инсектициды	$r$	Количество степеней свободы	$P_0, \%$
ДДТ— $\gamma$ -ГХЦГ . . . . .	0,59	20	<1%
ДДТ — тиофос . . . . .	—0,47	7	>5%
ДДТ — хлорофос . . . . .	0,46	9	>5%
$\gamma$ -ГХЦГ — тиофос . . . . .	0,45	13	>5%
$\gamma$ -ГХЦГ — хлорофос . . . . .	0,39	9	>5%

Отмечены случаи заметно пониженной чувствительности личинок некоторых видов комаров к ядам.

Личинки обитающего в дуплах *Aë. geniculatus* из окрестностей Канева по сравнению с личинками других видов комаров рода *Aëdes* всегда отличались пониженной чувствительностью к инсектицидам, особенно хлороорганическим. В апреле 1964 г. в с. Ишунь (Краснопереконский р-н Крымской обл.) собраны личинки *Aë. caspius*, для которых полулетальные концентрации инсектицидов были весьма высоки: ДДТ—37,0,  $\gamma$ -ГХЦГ—44,0, хлорофос—1850  $\text{мкг}\%$ . В прудах рыбного хозяйства под Киевом в мае 1962 г. собраны личинки этого же вида, на которых применявшиеся в стандартном опыте дозировки  $\gamma$ -ГХЦГ не ока-

зали токсического действия за обычное время опыта. Судя по времени действия ядохимиката на личинок (10 часов при концентрации 13 мкг%), они обладали примерно десятикратно пониженной чувствительностью к  $\gamma$ -ГХЦГ по сравнению с того же размерами личинками других видов.

Полулетальная концентрация ДДТ для личинок *Aë. detritus*, собранных в мае 1964 г. в Амур-Нижнеднепровском р-не г. Днепропетровска, более чем в десять раз превосходит среднюю полулетальную концентрацию для остальных популяций этого вида (свыше 220 и 20,3 мкг%). Несмотря на такую низкую чувствительность к ДДТ, личинки этой популяции обладают лишь слегка пониженной (по сравнению со средней для остальных популяций) чувствительностью к  $\gamma$ -ГХЦГ (35,0 против 13,0 мкг%) и нормальной чувствительностью к хлорофосу (290 против 297 мкг%).

Для очень крупных личинок (длина тела 12 мм) *Aë. flavescens* (г. Голая Пристань, Херсонской обл., апрель 1962 г.) ДДТ оказался практически нетоксичным.

С другой стороны, личинки *Aë. vexans*, собранные под г. Каневом, оказались в 9 раз чувствительнее к ДДТ, в 17 раз — к  $\gamma$ -ГХЦГ и в 4 раза — к хлорофосу, чем личинки из остальных обследованных популяций этого вида.

Личинки младших возрастов гораздо чувствительнее к ядам, чем личинки IV возраста. Например, личинки *Aë. detritus* II возраста (длина 1,5 мм) гибнут при концентрации ДДТ 8,6 мкг% за 46 мин., III возраста (3,0 мм) — за 54 мин., IV возраста (7,6 мм) — за 116 мин.

В изученном материале встречались галофильные виды: *Aë. detritus* из соленых озер на берегу Черного моря и *Aë. togoi*, собранный в пос. Зарубино (Приморье) в штормовых заплесках морской воды на прибрежных скалах. Специальные опыты показали, что действие инсектицидов на этих комаров одинаково в пресной и морской воде и (для первого вида) в рапе соленых озер.

Обсуждение результатов. Из испытанных препаратов наиболее токсичен для личинок комаров тиофос, что соответствует данным В. М. Сафьяновой (1953). Хлорофос в водном растворе для них мало токсичен.

Фосфорорганические яды характеризуются меньшими по сравнению с хлорорганическими соединениями колебаниями полулетальных концентраций, причем межвидовые различия личинок играют ведущую роль. Чувствительность же их к ДДТ и гексахлорану весьма изменчива. Вероятно, ее определяют условия существования или происхождения отдельных популяций, так как межпопуляционная изменчивость к этим ядам велика и приближается к межвидовой. В некоторых случаях утрата токсичности ДДТ может быть связана с повышенной температурой во время использования его для отравления личинок. Крупные личинки с хорошо развитым жировым телом (*Aë. flavescens* — из окрестностей Голой Пристани, *Aë. cascius* — с. Ишунь и Киев) мало чувствительны к ДДТ и ГХЦГ. Такие личинки *Aëdes* обычно встречаются в холодноводных весенних водоемах. В то же время у крупных личинок *Aë. behningi*, *Aë. vexans*, развивающихся в хорошо прогреваемых пойменных водоемах в конце мая, не обнаружено понижения чувствительности к этим ядам. В неблагоприятных экологических условиях развиваются личинки, обладающие высокой чувствительностью к инсектицидам. Сверхчувствительные личинки *Aë. vexans* (Канев), по нашим наблюдениям, обитали в условиях сильного перенаселения, которое

привело к задержке их роста и развития, а в дальнейшем, уже после сбора личинок для опыта, к развитию среди них грибковой эпизоотии.

Неспецифическое понижение чувствительности к инсектицидам у *Aë. geniculatus*, возможно, связано со своеобразным гидрохимическим и пищевым режимом в залитых дуплах деревьев, где обитает этот вид.

В мировой литературе описано большое количество наблюдений по изучению восприимчивости личинок кровососущих комаров к инсектицидам. Для чувствительных к инсектицидам личинок приводятся следующие концентрации ядохимикатов, вызывающие гибель половины особей в течение суток:

ДДТ	— <i>A. aquasalis</i> 0,2; <i>A. albimanus</i> 0,11 (Seminar, 1958); <i>A. stephensi</i> 0,5—0,8 (Hamon, Garret-Jones, 1961); <i>Aë. aegypti</i> 0,4—5,0 (Seminar, 1958), 50,0 (Micks, Murthy, 1961); <i>C. pipiens</i> 1,3—2,0 (Hedeem, Allen, 1961); <i>C. p. quinquefasciatus</i> 7,0 (Georghiou, Metcalf, 1961); различные <i>Anopheles</i> 1,7 (Мельников, 1954); различные <i>Culicidae</i> 1,0—30 (Chapman, 1962);
γ-ГХЦГ	— <i>A. aquasalis</i> 0,2; <i>A. albimanus</i> 0,7 (Seminar, 1958); <i>C. p. quinquefasciatus</i> 2,5 (Georghiou, Metcalf, 1961); разные <i>Culicidae</i> 0,6—2,1 (Chapman, 1962).
Тиофос	— <i>A. quadrimaculatus</i> 0,60; <i>A. taeniorhynchus</i> 0,36; <i>Aë. aegypti</i> 0,48 (Schmidt, Weidhaas, 1961); <i>Aë. dorsalis</i> 0,20; <i>Aë. melanimon</i> 0,19; <i>Aë. nigromaculatus</i> 0,15; <i>Culiseta inornata</i> 0,52; <i>Culex tarsalis</i> 0,19. <i>C. erythrothorax</i> 0,28 (Chapman, 1962).

Для устойчивых линий приводятся такие концентрации:

ДДТ	— <i>A. stephensi</i> 500—800 (Hamon, Garret-Jones, 1961); <i>Aë. aegypti</i> 12—250 (Seminar, 1958; Micks, Murthy, 1961); <i>C. fatigans</i> 100—500 (Seminar, 1958); <i>C. pipiens</i> 25—28 (Hedeem, Allen, 1961).
γ-ГХЦГ	— <i>A. albimanus</i> 21 (Georghiou, Metcalf, 1961); <i>C. fatigans</i> 60 (Seminar, 1958).

Для практических целей можно признать в качестве нижней границы устойчивости личинок к инсектицидам в природных популяциях следующие суточные и 4-часовые  $CL_{50}$ : ДДТ 50—100  $мкг\%$ , γ-ГХЦГ 10—20  $мкг\%$ , тиофос 5—10  $мкг\%$  (суточные); ДДТ 350—1000  $мкг\%$ , γ-ГХЦГ 50—100  $мкг\%$ , тиофос 20—50  $мкг\%$  (4-часовые).

При проведении химических противомаларийных обработок может происходить отбор устойчивых рас других кровососущих комаров. Возможно, специфическое падение чувствительности к ДДТ у *Aë. detritus* в окрестностях г. Днепропетровска объясняется тем, что популяция обитает в районе регулярных инсектицидных обработок.

Применяемая нами методика имеет некоторые преимущества по сравнению со стандартной. Оборудование удобно для применения в полевых условиях. Опыт продолжается недолго. За время опыта личинки не успевают окуклиться и температура среды изменяется незначительно. Большие же суточные колебания температуры в умеренной полосе могут привести к сильным изменениям токсичности инсектицидов, резко искажающим результат опыта.

Однако методикой быстрых отравлений предусмотрено использование завышенных доз инсектицидов. Только для немногих ядов (например, для γ-ГХЦГ) характерна обратно пропорциональная зависимость между концентрацией и временем действия. У других ядов эта связь гораздо сложнее (Францевич, 1964). Токсичность ядов, действующих с задержкой, может быть недооценена из-за кратковременности опыта. При полевых же обработках имеются условия для проявления медленного действия малых концентраций таких ядов.

## ЛИТЕРАТУРА

- Алексеев А. Н., Игнатъев А. П. 1963. Токсичность некоторых фосфорорганических инсектицидов для личинок кровососущих мошек. Мед. паразитол. и паразитарн. бол., **32**, 5.
- Ван дер Варден Б. Л. 1960. Математическая статистика, ИЛ.
- Волкова М. И., Диалектова М. А. 1956. Испытание токсического действия гексахлорана и ДДТ в отношении слепней. Уч. зап. Казанск. ун-та, **116**, 1.
- Ипатов В. П. и др. 1962. Исследование чувствительности к инсектицидам комаров *Anopheles maculipennis sacharovi* Favre и *Anopheles hyrcanus pseudopictus* Grassi. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, **31**, 1.
- Канчавели Г. И., Гугушвили Г. К. 1961. О резистентности местных популяций *Anopheles maculipennis* к хлороорганическим инсектицидам в Грузинской ССР. Сб. тр. НИИМПИТМ Груз. ССР, **3**.
- Лосев О. Л. 1962. Исследование чувствительности к ДДТ комаров *Anopheles pulcherrimus* Theobald в Шаартузском районе Таджикской ССР. Мед. паразитол. и паразитарн. бол., **31**, 2.
- Мельников Н. Н. и др. 1954. ДДТ. Свойства и применение. Госхимиздат.
- Сафьянова В. М. 1953. К вопросу об устойчивости личинок кровососущих комаров Culicidae к действию ларвицидов. Вопр. краевой, общей и эксперим. паразитол. и мед. зоол., **8**, Изд-во АМН СССР.
- Францевич Л. И. 1964. Зависимость между дозой инсектицида и временем ее полудетального действия. Фармакол. и токсикол. **5**.
- Францевич Л. И., Лоскот В. М. 1964. Вплив температури на токсичність інсектицидів для личинок комарів *Aedes aegypti* L. ДАН УРСР, **3**.
- Bliss C. I. 1936. The calculation of the dosage-mortality curve. Ann. appl. biol., **22**.
- Burchfield H. P., Storrs E. A. 1954. Contrib. Boyce Thompson Inst. **17**.
- Busvine J. R. 1937. A critical review of the techniques for testing insecticides. London.
- Chapman H. C. 1962. Laboratory evaluation of materials as larvicides against mosquitoes in Nevada. Mosquito News, **22**.
- Georghiou G. P., Metcalf R. L. 1961. A bioassay method and results of laboratory evaluation of insecticides against adult mosquitoes. Mosquito News, **21**.
- Hamon J., Garret-Jones C. 1962. Insecticide-resistance in major vectors of malaria and its operational importance. WHO (Mal) **336**, 2 March.
- Hedeen R. A., Allen J. 1961. DDT-resistance in a strain of *Culex pipiens* from Northern Illinois. Mosquito News, **21**, 3.
- Micks D. W., Murthy M. R. V. 1961. Intracellular distribution of TPN-isocitric dehydrogenase activity in susceptible and resistant strains of *Aedes aegypti*. J. econ. entomol., **54**, 3.
- Schmidt C. H., Weidhaas D. E. 1961. The toxicological action of three organophosphorus insecticides with three species of mosquito larvae. J. econ. entomol., **54**, 3.
- Seminar on the susceptibility of insects to insecticides. Report. 1958. Panama.

**SUSCEPTIBILITY OF MOSQUITO LARVAE (DIPTERA, CULICIDAE)  
TO INSECTICIDES IN CERTAIN AREAS OF THE UKRAINIAN SSR**

V. M. Loskot, L. I. Frantsevich

(Kiev State University)

*Summary*

Susceptibility to DDT, BHC, parathion, and dipterex was studied in 14 species of mosquito larvae of more than 60 populations in different areas of the Dnieper basin and the Crimea. The evaluation of the susceptibility levels was made by the dosage-time method in field tests.

The effect of the temperature on the toxicity was studied in the laboratory, and the thermal coefficients of toxicity were determined for six preparations. Parathion was the most toxic of all tested insecticides for mosquito larvae. The susceptibility of the larvae varied within broad limits, both interspecifically, and in different populations of the same species. The interspecific variability of the susceptibility to dipterex and parathion exceeded the intraspecific (interpopulational) variability, and the both were nearly equal for DDT and BHC.