

ЖИВОТНЫЕ
В УСЛОВИЯХ
АНТРОПОГЕННОГО
ЛАНДШАФТА

СБОРНИК НАУЧНЫХ ТРУДОВ

УДК 591.5+502.5

Животные в условиях антропогенного ландшафта: Сб. науч. трудов. Свердловск: УрО АН СССР, 1990.

Сборник посвящен проблемам зооиндикации и экологического мониторинга. Даны результаты многолетних исследований влияния антропогенных факторов на популяционные особенности массовых в Уральском регионе видов беспозвоночных, амфибий, мышевидных грызунов. Приведены показатели, удобные для эффективного осуществления мониторинга за состоянием среды.

Сборник рассчитан на широкий круг биологов — экологов, зоологов, студентов биологических факультетов.

Ответственный редактор
кандидат биологических наук **В. Л. Вершинин**

Рецензент
доктор биологических наук **Л. Н. Добринский**

Л. С. НЕКРАСОВА, С. Д. ЛЕПЕШКИНА

**ЛАБОРАТОРНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ТОКСИЧНОСТИ
РАЗНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХЛОРОФОСА
ДЛЯ ЛИЧИНОК КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ**

Среди механизмов адаптации животных к загрязнению среды пестицидами и промышленными выбросами большое значение имеют акклимация и более долговременные приспособления на физиологическом уровне. По сравнению с морфологическими и экологическими характеристиками физиологические признаки реже используют для выявления своеобразия популяций и целей экологического мониторинга. Одна из причин этого — недостаточная экспрессивность методов.

В опытах на личинках комаров и лягушек показано, что время гибели личинок в растворах хлорофоса зависит от условий, в которых они выращиваются, таких, например, как плотность популяций (Некрасова, 1978; Сюзюмова, 1978). Действие этого яда хорошо изучено. Он влияет на холинэстеразу, вызывает судороги и дискоординацию функций нервной системы насекомых из-за накопления ацетилхолина. Он может также подавлять отдельные звенья энергетических процессов насекомых — гликолиз и окислительное фосфорилирование (Гар, 1974; Флеров, 1978; Вашков, Шнайдер, 1962).

В этой работе мы подбирали такие концентрации хлорофоса, при которых по скорости отравления личинок кровососущих комаров можно было за непродолжительное время (в полевых условиях) определять, различается ли физиологическое состояние насекомых разных природных выборок (например, чистых и загрязненных промышленными выбросами). Ранее мы показали, что реакция личинок комаров экологически разных родов *Aedes* и *Culex* на естественные факторы среды (плотность населения) и на инсектициды неодинакова (Некрасова, 1979). Поэтому концентрацию хлорофоса для сравнения природных выборок мы подбирали для личинок разных родов.

Материал и методика

Опыты по влиянию разных концентраций хлорофоса на личинок провели на комарах *Aedes* и *Culex pipiens pipiens* L.

Личинок *Aedes* отловили в лужах юго-западного лесопарка Свердловска. В выборке оказались виды, %: *Aedes communis* De Geer (87,3), *A. diantaeus* H. D. K. (4), *A. cantans* Mg. (3,6), *A. punctor* Kirby (3,3), *A. intrudens* Dyar (1,8). В июне 1986 г. провели эксперимент с концентрациями хлорофоса, мг/л: 10 (вариант I), 15 (вариант II) и 20 (вариант III). Второй опыт провели в августе того же года на личинках *C. p. pipiens*, собранных в лесопарке у оз. Шарташ. Концентрация хлорофоса была равна, мг/л: 5 (вариант I), 10 (вариант II), 15 (вариант III) и 20 (вариант IV). Для опытов отбирали личинок четвертой стадии развития. В 200 мл раствора помещали по десять штук. В каждом варианте было по 10—11 повторностей. Наблюдения за личинками проводили через каждые 15 мин. Токсическое действие хлорофоса оценивали по поведению личинок. Отмечали особей, которые не могли активно двигаться, лежали на дне и отвечали слабыми судорожными движениями лишь на прикосновения к ним. Таких личинок доставали из раствора яда, подсушивали на фильтровальной бумаге и взвешивали на торсионных весах. В ходе опытов несколько личинок окуклилось. Их не включали в дальнейшие расчеты. Полученные данные обрабатывали обычными статистическими методами (Плохинский, 1970).

Результаты и их обсуждение

Опыт на комарах *Aedes*. В каждом варианте опыта преобладали личинки комаров *A. communis*. В варианте I они составляли 85,3 %, II — 84,5, III — 90,8 %. Масса тела личинок в растворах яда концентрацией 10 и 15 мг/л статистически не различалась (табл. 1). В варианте III (20 мг/л) она оказалась достоверно больше, чем в двух других — на 6,5 и 11,6 % ($p < 0,01$; 0,001). Личинки при этой концентрации яда гибли быстрее. Коэффициент вариации массы тела комаров был сходен во всех трех случаях. Это свидетельствует об однородности выборки личинок, взятых для эксперимента. Оказалось, что чем больше концентрация яда, тем меньше среднее время жизни личинок в растворе и короче весь период их гибели. Начало гибели первых личинок при концентрациях 15 и 20 мг/л совпало (рис. 1). Однако пики на кривых гибели комаров в этих вариантах сдвинуты на 30 мин, а последние личинки при концентрации 15 мг/л погибли на 15 мин позже.

Значительно отличался ход гибели комаров в варианте I. Весь период гибели длился дольше на 45 и 65 мин, т. е. на 22,3 и 44,4 %, чем при больших концентрациях яда, а среднее время гибели возросло на 14,5 и 29,1 % (см. табл. 1). Судя по *F*-критерию Фишера, изменчивость среднего времени гибели различалась лишь между вариантами I и III ($p < 0,01$). При концентрации хлорофоса 10 мг/л этот период был наиболее вариабель-

Влияние разных концентраций хлорофоса на личинок комаров *Aedes*

Показатель	Концентрация (вариант), мг/л			t-критерий Стьюдента
	10 (I)	15 (II)	20 (III)	
Время гибели, мин.				
Начало	30	15	15	—
Конец	165	105	90	—
Весь период	135	90	75	—
Среднее	79,79	68,26	56,59	$t_{1-2}=3,27$
Отклонение ($\pm m$)	2,76	2,19	1,71	$t_{1-3}=7,14$
Козф. вариации, %	34,11	32,25	31,65	$t_{2-3}=4,20$
Общее кол-во, экз.	97	98	110	—
Масса, мг				
Средняя	6,87	6,50	7,35	$t_{1-2}=1,58$
Отклонение ($\pm m$)	0,16	0,17	0,12	$t_{1-3}=2,4$
Козф. вариации, %	23,1	25,6	17,0	$t_{2-3}=4,08$
Общее кол-во, экз.	97	96	109	—

Таблица 2

Влияние разных концентраций хлорофоса на личинок комаров *C. p. pipiens*

Показатель	Концентрация (вариант), мг/л			
	5 (I)	10 (II)	15 (III)	20 (IV)
Время гибели, мин.				
Начало	105	60	30	15
Конец	240	165	120	105
Весь период	135	105	90	90
Среднее	157,81	85,98	69,24	67,12
Отклонение ($\pm m$)	2,24	2,16	1,87	1,48
Козф. вариации, %	13,57	24,7	26,9	22,0
Общее кол-во, экз.	96	97	99	99
Критерий Стьюдента	$t_{1-2}=23,1, t_{2-3}=5,86, t_{3-4}=0,89,$ $t_{1-3}=30,3, t_{2-4}=7,2, t_{1-4}=33,8$			
Масса, мг				
Средняя	3,79	3,41	3,40	3,24
Отклонение ($\pm m$)	0,13	0,094	0,08	0,079
Козф. вариации, %	33,5	27,2	23,4	24,2
Общее кол-во, экз.	96	97	99	99
Критерий Стьюдента . .	$t_{1-2}=2,37, t_{2-3}=0,08, t_{3-4}=1,42,$ $t_{1-3}=2,56, t_{2-4}=1,38, t_{1-4}=3,62$			

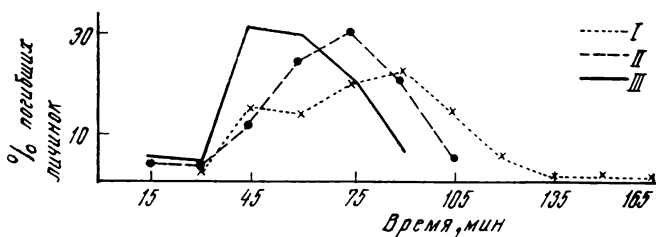


Рис. 1. Ход гибели личинок комаров *Aedes* в растворах хлорофоса разной концентрации, мг/л:
I — 10, II — 15, III — 20.

ным и растянутым (см. рис. 1). Следовательно, биологическая разнородность материала выборки комаров *Aedes* по времени гибели их в хлорофосе проявилась при концентрации 10 мг/л. Быстрая гибель комаров при больших концентрациях яда не дает возможности для ее проявления. Время, за которое происходит гибель всех взятых для опыта личинок комаров, составило 165 мин.

Опыт на *C. p. pipiens*. Масса тела комаров в вариантах II, III, IV не различалась. Лишь в варианте I (в растворах с концентрацией хлорофоса 5 мг/л) личинки весили больше на 10,0—14,5 % (табл. 2). Их изменчивость по массе тела была выше, чем у особей, погибших при концентрациях 10, 15 и 20 мг/л.

Анализ данных показал, что от концентрации яда отрицательно зависели интервалы времени, прошедшего от начала опыта до гибели первых и последних личинок (табл. 2). Между средним временем гибели и концентрацией яда также существовала отрицательная (криволинейная) связь ($r = -0,87$). Кривые, отражающие гибель личинок в разное время опыта и среднее время гибели комаров в растворах яда при концентрации 15 и 20 мг/л, были сходными. В обоих случаях наибольшее число личинок погибло к 60-й минуте опыта. Пик гибели при концентрации 10 мг/л отмечен на 15 мин позднее, а время гибели последних личинок увеличилось на 45 и 60 мин. Среднее время отравления комаров при этой концентрации было на 19,5 и 21,9 % больше, чем при 15 и 20 мг/л. Изменчивость личинок по времени гибели в яде в вариантах II, III, IV одна и та же. Коэффициенты вариации оставались в пределах 22,0—24,7 %.

Значительно отличалась устойчивость личинок *C. p. pipiens* в растворах хлорофоса концентрацией 5 мг/л (см. табл. 2). Однако динамика гибели и здесь и при концентрации 10 мг/л сходна (рис. 2). Среднее время гибели личинок при концентрации 5 мг/л превышало время гибели комаров при концентрации 10—20 мг/л на 45,5—57,5 %. Таким образом, можно сделать вывод, что концентрации хлорофоса в 5 и 10 мг/л удобны для работы в полевых условиях на личинках комаров *C. p. pipiens*.

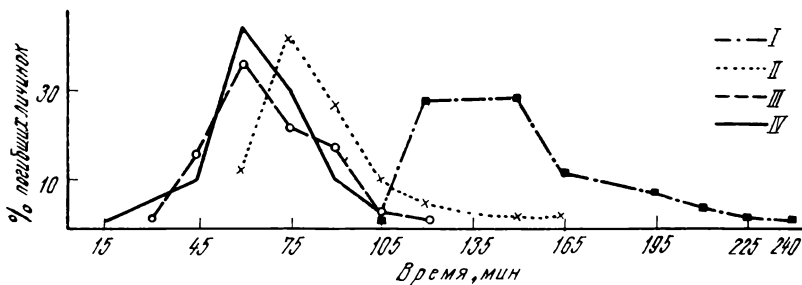


Рис. 2. Ход гибели личинок комаров *C. p. ripiens* в растворах хлорофоса разной концентрации, мг/л:
I — 5, II — 10, III — 15, IV — 20.

В опытах на комарах *Aedes* и *C. p. ripiens* были взяты одинаковые концентрации хлорофоса — 10, 15 и 20 мг/л. Сравним реакции на яд особей этих разных родов. Масса комаров *C. p. ripiens* была в 2 раза меньше, чем *Aedes*. При концентрации 10 мг/л личинки того и другого вида начали гибнуть через 15 мин от начала опыта. Однако пик на кривой гибели *Culex* отмечен раньше. Среднее время *C. p. ripiens* было больше на 7,2 %, хотя статистически оно не отличалось от времени гибели *Aedes* ($t_{st}=1,75$). При концентрации 15 мг/л по среднему времени отравления различий между *Aedes* и *Culex* не отмечено. Однако вид кривых их гибели несколько отличался. У первых была более пологая левая ветвь, а у вторых — правая. При этом на графике гибели *C. p. ripiens* пик был на 15 мин раньше.

В растворах концентрацией 20 мг/л, четко проявились различия в устойчивости к яду личинок этих родов. На рисунках видны различия в ходе гибели комаров *Aedes* и *Culex*. Так, *C. p. ripiens* начали гибнуть на 30 мин позднее, чем *Aedes*. Однако пик гибели первых оказался на 15 мин раньше. Самые последние особи погибали в обоих экспериментах в одно и то же время (к 165-й минуте опыта). Достоверно различалось среднее время гибели комаров разных родов ($p < 0,001$). Оно было больше у *C. p. ripiens* на 15,7 %, и это при меньшей (в 2,3 раза) их массе в сравнении с *Aedes*.

В опытах на *Aedes* и *C. p. ripiens* изменчивость по времени гибели в хлорофосе, выраженная коэффициентом вариации, была более 20 %. При этом выборка *Aedes* оказалась разнороднее. Изменчивость по массе особей обоих родов в большинстве случаев была на уровне 23,4—27,2 %. Учитывая, что комары *Culex* были намного мельче, *C. p. ripiens* оказался более устойчив к хлорофосу, чем *Aedes*. Это не противоречит полученным ранее данным по сравнению устойчивости личинок *Aedes caspius dorsalis* и *C. p. ripiens* к тому же инсектициду — хлорофосу (Некрасова, 1979).

В опытах по отравлению личинок кровососущих комаров хлорофосом установили, что в полевых экспериментах для выявления физиологических различий между выборками целесообразно использовать растворы хлорофоса в концентрации 5 и 10 мг/л. При этом отравление личинок длится от 165 до 240 мин и по нескольким параметрам хорошо заметна биологическая неоднородность выборок. Проведение опытов на личинках комаров разных родов (*Aedes* и *Culex*) при этих концентрациях хлорофоса подтвердило значительно большую устойчивость к яду личинок *C. p. pipiens*.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Вашков В. И., Шнайдер Е. В. Хлорофос. М.: Медгиз, 1962. 183 с.
- Гар К. А. Инсектициды в сельском хозяйстве. М.: Колос, 1974. 254 с.
- Некрасова Л. С. Об эколого-физиологических различиях кровососущих комаров *Aedes* и *Culex* (Diptera, Culicidae) // Экологические и морфологические основы систематики двукрылых насекомых. Л., 1979. С. 72—74.
- Некрасова Л. С. О действии хлорофоса на личинок кровососущих комаров из поселений разной плотности // Информационные материалы ИЭРиЖ УНЦ АН СССР с отчетной сессии зоологических лабораторий. Свердловск, 1978. С. 41—42.
- Плохинский Н. А. Биометрия. М.: Изд-во МГУ, 1970. 367 с.
- Сюзюмова Л. М. Влияние экологических факторов на устойчивость личинок амфибий к ядам // Экспериментальная экология низших позвоночных. Свердловск, 1978. С. 57—71.
- Флеров Б. А. Физиологические механизмы действия токсических веществ и приспособление к ним водных животных // Гидробиол. журн. 1977. Т. 14, № 1. С. 80—86.