

ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТЬ САМОК *IXODES PERSULCATUS* И *DERMACENTOR SILVARUM* (IXODIDAE) К БАЙТЕКСУ И ВОЗМОЖНОСТЬ ПРЕОДОЛЕНИЯ ОТРАВЛЕНИЯ

И. В. Успенский, И. Д. Иоффе, Н. И. Качанко

Институт медицинской паразитологии и тропической медицины
им. Е. И. Марциновского Министерства здравоохранения СССР, Москва

Самки *I. persulcatus* и *D. silvarum* обладают высокой чувствительностью к байтексу, величины LD_{50} для обоих видов близки. Развитие поражения после воздействия байтексом происходит быстро, последовательные его стадии соответствуют таковым после воздействия ДДТ.

Преодоление отравления байтексом при питании самок кровью хозяина возможно лишь на начальной стадии поражения. При одновременном кормлении на одном кролике в разных наклейках клещей, обработанных байтексом, и контрольных клещей обнаружено системное действие токсиканта на этих последних.

В предыдущих работах были представлены результаты оценки чувствительности разных видов иксодовых клещей к ДДТ, изучения особенностей развития поражения после его воздействия и опытов по преодолению отравления клещей ДДТ в процессе их питания кровью хозяина (Успенский, 1974; Успенский, Левиков, 1974; Успенский, Иоффе, Динева, 1975; Успенский, Иоффе, 1976). Опыты, аналогичные описанным, были проделаны и с акарицидом, относящимся к группе фосфорорганических соединений (ФОС) — байтексом.¹ Изучение реакций иксодид на акарициды разных групп необходимо для установления механизмов поражения и разработки наиболее рациональных способов регулирования численности клещей — переносчиков тяжелых заболеваний человека и животных.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДИКА

Изучали чувствительность голодных самок клещей двух видов к байтексу, особенности развития поражения и способность к преодолению отравления в зависимости от степени поражения клещей. Были использованы особи *Ixodes persulcatus* P. Sch., собранные в природе незадолго до начала опытов, и *Dermacentor silvarum* Ol. лабораторной культуры (первое поколение от собранных в природе в предыдущем году клещей, прошедших полный цикл развития в лаборатории).

Для определения чувствительности использовали методику топикального нанесения растворов байтекса (Успенский, 1974); в качестве растворителя применяли ацетон. Клещей после нанесения акарицида содержали в пробирках дифференцированной влажности в помещении с температурой 18—25°. Состояние клещей проверяли ежедневно или один

¹ Сведения о байтексе (основные синонимы — фентион, лебайцид) можно получить в монографиях Шрадера (1965) и Мельникова (1968), в очерке Волощенко (1974); о группе ФОС в целом — в тех же монографиях, а также у О'Брайна (1964, 1967) и Кагана (1963, 1975).

раз в два дня, наблюдения продолжали до 30 дней. Было проведено два опыта с *D. silvarum* и один опыт с *I. persulcatus*, объем материала виден из табл. 1. Каждая концентрация акарицида испытана в 2—4-х повторностях по 10 особей в каждой; средние результаты нанесены на график с пробит-логарифмической шкалой, величины LC_{50} определены графически, величины LD_{50} — из предыдущих опытов путем пересчета на средний вес самок.

Динамика отмирания клещей, выраженная графически (рис. 2), позволила определить величины $T_{LD_{50}}$.

Подсадка клещей, находящихся на разных стадиях поражения после воздействия байтексом, на кроликов и последующие манипуляции для определения способности клещей к преодолению отравления аналогичны описанным в двух предыдущих сообщениях этой серии (Успенский, Иоффе, Динева, 1975; Успенский, Иоффе, 1976).

Работа была проделана летом 1973—1974 гг. на базе экспедиции Института медицинской паразитологии и тропической медицины на строительстве Зейской ГЭС (Зейский район Амурской области).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Чувствительность клещей к байтексу и особенностям развития поражения. Показатели, характеризующие чувствительность голодных самок *I. persulcatus* и *D. silvarum* к байтексу, приведены в табл. 1. Поскольку определение величин LC_{50} проведено графически, величины коэффициентов регрессии не рассчитаны, однако из рис. 1 можно видеть, что темп нарастания смертности при увеличении концентрации яда у *I. persulcatus* выше, чем у *D. silvarum*.

Чувствительность *I. persulcatus* к байтексу больше, чем чувствительность *D. silvarum*, в 1.5—2 раза (по величине LD_{50}). Разница эта ничтожно мала, а учитывая большие колебания в результатах между отдельными повторностями, возможно, и недостоверна; при сопоставлении чувствительности этих же видов к ДДТ разница колеблется, достигая при отдельных определениях 100 раз (Успенский и Левиков, 1974).

Сопоставление величин LC_{50} и $T_{LC_{50}}$ байтекса для *I. persulcatus* разных популяций — «зейской» (табл. 1) и «сааянской» (Успенский, 1974) — демонстрирует хорошее совпадение (разница не более, чем в 2 раза). Интересно, что эти данные относятся не только к разным популяциям, но и получены в разные годы.

Чувствительность *I. persulcatus* к байтексу близка по величинам показателя LC_{50} к чувствительности этого вида к ДДТ (разница не более чем в 1.5—2 раза). По-видимому, *I. persulcatus* действительно высоко восприимчив к акарицидам различных групп, на что указывалось еще в предварительной работе по оценке его чувствительности к акарицидам (Успенский, 1967). Сопоставление чувствительности *D. silvarum* к байтексу и ДДТ затруднительно из-за резких колебаний последней по годам (Успенский, Левиков, 1974).

Поражение клещей после воздействия байтексом развивается быстрее, чем после воздействия ДДТ. Более острое действие байтекса отмечалось

Таблица 1
Характеристика чувствительности самок клещей к байтексу

Вид клещей	Число испытанных концентраций	Число клещей в опыте	LC_{50} (в ‰)	LD_{50} (в мкг/мг)	$T_{LD_{50}}$ (в днях)
<i>Ixodes persulcatus</i>	8	200	$1.0 \cdot 10^{-3}$	$1.43 \cdot 10^{-3}$	4—4.5
<i>Dermacentor silvarum</i>	8	300	$4.8 \cdot 10^{-3}$	$2.3 \cdot 10^{-3}$	9—10

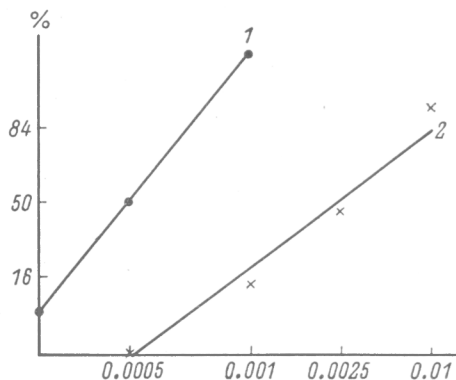
Примечание. Данные по 2 опытам с *D. silvarum*, начатым с интервалом в 5 дней, объединены.

и раньше (Успенский, 1974) и свойственно группе ФОС в целом. Для *I. persulcatus* период T_{LD50} примерно вдвое короче, чем для *D. silvarum* (табл. 1 и рис. 2).

Стадии поражения клещей, описанные для ДДТ (Успенский, Левиков, 1974), сохраняются и для байтекса. Уменьшение в этом случае времени развития поражения от момента нанесения яда до гибели клещей происходит за счет уменьшения (в сравнении с ДДТ) относительного времени протекания 2-й и 3-й стадий, т. е. пораженные клещи скорее теряют способность к передвижению. При сохранении способности к передвижению (1—3 стадии) возможны переходы как в более высокую стадию,

Рис. 1. Линии регрессии пробит смертности—lg концентрации, характеризующие чувствительность самок *I. persulcatus* (1) и *D. silvarum* (2) к байтексу в сезоне 1973 г.

По оси абсцисс — концентрация байтекса (в %); по оси ординат — смертность клещей (в %).



так и в более низкую; если клещи переходят в 4-ю стадию, т. е. теряют способность к передвижению, гибель их неизбежна (аналогично результатам, полученным с ДДТ).

Способность клещей к преодолению отравления байтексом. При развитии поражения после воздействия байтексом в количестве LD_{80-100} до 3-й стадии (сохранение способности к передвижению при сильном расстройстве двигательных функций, см. Успен-

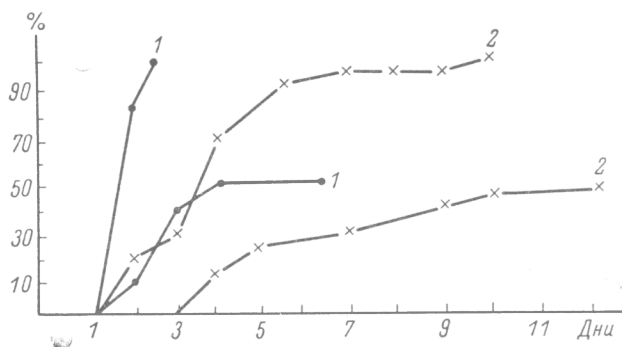


Рис. 2. Динамика нарастания смертности самок *I. persulcatus* (1) и *D. silvarum* (2) после топикального нанесения на них разных концентраций байтекса.

По оси абсцисс — период наблюдения за клещами (в днях); по оси ординат — средняя смертность клещей (в %).

ский, Левиков, 1974) напиться лишь меньшая часть подсаженных на кролика самок обоих видов (табл. 2). Это согласуется с уменьшением (в сравнении с ДДТ) времени протекания начальных стадий поражения — клещи, посаженные на кролика, не успевают, по-видимому, начать питание до наступления необратимой 4-й стадии — при воздействии ДДТ преодоление отравления в этом случае было полным (Успенский, Иоффе, Динева, 1975).

Резкое увеличение воздействующей дозы байтекса приводит к гибели всех подсаженных на кролика самок *D. silvarum*, находившихся на 3-й стадии поражения (аналогично результатам, полученным с ДДТ).

Самки обоих видов на 2 стадии поражения (слабое расстройство двигательных функций) напнулись и преодолели таким образом отравле-

Таблица 2

Напитываемость самок клещей после воздействия байтексом в разных вариантах опытов

№ варианта	Вид клещей	Воздействие	Стадия отравления	Срок между нанесением яда и подсадкой клещей (в час.)	Число самок, посаженных на кролика	Напитались самок
1	<i>Dermacentor silvarum</i>	Без воздействия или ацетон	1		> 100	80—100%
2		Без воздействия	1	а в соседней наклейке — 24	12	10
				б в соседней наклейке — 12	8	2
3		Ацетон	1	В соседней наклейке — 48—52	10	10
4		Байтекс, LD ₈₀₋₁₀₀	2	12	8	7
5		Байтекс, LD ₁₀₀ × 3	2.5	24	12	4
6		Байтекс, LD ₈₀₋₁₀₀	3	48—52	10	4
7	Байтекс, LD ₁₀₀ × × 100	3	10—14	21	0	
8	<i>Ixodes persulcatus</i>	Без воздействия или ацетон	1		> 100	80—100%
9		Байтекс, LD ₅₀	2	24	10	9
10		Байтекс, LD ₁₀₀	3	24	12	2

ние почти все (табл. 2). Результат кормления самок *D. silvarum*, находившихся после нанесения байтекса в промежуточном между 2-й и 3-й стадиями состоянии (2.5 стадия), ближе к результату кормления клещей на 3-й стадии. Нужно, однако, учитывать, что количество нанесенного в этом случае яда было значительно большим, чем в двух других случаях.

Разницы в напитываемости между клещами обоих видов, находящимися на одной и той же стадии поражения, не отмечено.

Как мы констатировали раньше (Успенский, Иоффе, Динева, 1975), в норме (без воздействия биологически активными веществами), равно как и после воздействия ацетоном, напитывается от 80 до 100% подсаженных на кроликов клещей обоих видов. Однако в опытах с одновременным (под разными наклейками на одном кролике) кормлением клещей после нанесения на них байтекса и клещей контрольных были отмечены частичная гибель этих последних и подавление у части выживших способности к нормальному напитыванию.

В табл. 3 и 4 приведены величины показателей, характеризующих процессы питания, яйцекладки и последующего развития потомства у самок *D. silvarum* и *I. persulcatus*, преодолевших отравление байтексом, в сравнении с контрольными. Учитывая данные о влиянии совместного кормления клещей, отравленных байтексом и контрольных, мы даем дополнительно отдельный контроль по каждому варианту кормлений (в соответствии с табл. 2).

Вес напитавшихся самок во всех вариантах опытов с преодолением отравления достаточно велик и соответствует весам самок в «чистых» контролях (без прямого или косвенного воздействия яда). Как и в аналогичных опытах с ДДТ (Успенский, Иоффе, Динева, 1975), отмечается, как правило, хорошее совпадение величин показателей, характеризующих процессы питания и яйцекладки, в опытных вариантах и «чистом» контроле. Относительно небольшая гибель яиц в кладках говорит о весьма полном (в пределах времени наблюдения) преодолении отравления клещами после топикального воздействия на них байтексом и своевременного кормления.

Т а б л и ц а 3

Характеристики процессов питания и яйцекладки самок *D. silvarum* после воздействия на них байтексом

Показатели	Контроль «чистый»	Кормление на 1-ом кролике		Кормление на 2-ом кролике		Кормление на 3-ем кролике	
		опыт, 2 стадии отравления, 7 самок	контроль, 2 самки	опыт, 2,5 стадии отравления, 4 самки	контроль, 10 самок	опыт, 3 стадии отравления, 4 самки	контроль — воздействие ацетоном, 5 самок
	№ варианта в табл. 2						
	1	4	2б	5	2а	6	3
Продолжительность питания (в днях)	7.0—8.0 ¹ (6.0—9.0)	9.0 (7.5—11.5)	7.5—11.0	7.3 (7.0—7.5)	12.1 (9.5—18.5)	8.0 (6.5—8.5)	8.5 (7.5—9.5)
Вес самки (в мг)	469—675 (183—855)	462 (236—670)	444—393	561 (500—600)	218 (120—345)	567 (510—650)	564 (470—750)
Период до кладки (в днях)	3.0—4.5 (2.0—6.0)			7.8 (6.5—8.5)	6.5 (5.0—8.0)	5.3 (5.0—6.0)	5.0
Продолжительность кладки (в днях)	23—29 (17—34)			32 (29—35)	21 (16—23)	20 (15—23)	20 (15—23)
Общее число яиц ²	5100—6600 (2150—8000)	4506 (2540—6280)	5010—4170	6520 (5745—7070)	2388 (790—3920)	6710 (5753—7472)	6122 (5057—7597)
Число яиц на 1 мг веса самки	10.2—12.0 (8.2—14.3)	10.5 (8.2—11.8)	11.3—10.6	11.6 (11.4—11.8)	10.7 (6.6—11.9)	11.8 (11.3—12.9)	10.9 (10.1—11.6)
Вес кладки (в мг)	290—405 (106—490)	255 (144—339)	259—271	372 (304—415)	120 (38—200)	392 (347—443)	368 (306—447)
Вес 1 яйца (в мкг)	52.4—61.5 (49.1—64.2)	56.6 (53.7—60.0)	51.7—65.0	57.2 (52.8—58.9)	50.0 (45.4—54.9)	58.5 (55.7—60.3)	60.6 (56.5—63.3)
Отношение веса кладки к весу самки	0.599—0.700 (0.429—0.731)	0.603 (0.530—0.706)	0.583—0.689	0.661 (0.608—0.692)	0.536 (0.317—0.654)	0.690 (0.680—0.720)	0.656 (0.596—0.710)
Гибель яиц (в %)	5.0—37.2 (0—100)	32.2 (1.2—98.6)	100—13.2	23.5 (6.3—56.9)	100 ³	6.5 (3.9—11.0)	
Продолжительность развития яиц (в днях)	15—27 (13—30)			21 (20—23)		16 (15—17)	

Пр и м е ч а н и е. Здесь и в табл. 4 даются средние и крайние (в скобках) значения показателей.

¹ Для чистого контроля даются размах средних показателей (без скобок) и крайние (в скобках) значения из разных серий экспериментов за 1972—1974 гг.

² Общее число яиц, вес кладки и вес 1 яйца определены: путем пересчета из общего веса кладки и веса выборки — при кормлении на 1-м кролике; при ежедневном просчете и взвешивании отложенных яиц — при кормлении на 2-х и 3-х кроликах; по «чистому» контролю данные смешанные (Успенский, Иоффе и Динева, 1975).

³ У самки весом 345 мг гибель яиц ~ 80%.

Т а б л и ц а 4

Характеристики процессов питания и яйцекладки самок *I. persulcatus* после воздействия на них байтексом (при ежедневном просчете и взвешивании свежееотложенных яиц)

Показатели	Контроль, 6 самок	Опыт, 2 стадия отравления, 9 самок	Опыт, 3 стадия отравления, 2 самки
Продолжительность питания (в днях)	6.5 (6.0—8.0)	6.5 (5.5—8.5)	6.0—7.5
Вес самки (в мг)	348.0 (286—409)	374.5 (245—448)	316.0—371.0
Период до кладки (в днях)	5.0 (4.0—6.0)	4.8 (4.0—5.0)	5.5—5.0
Продолжительность кладки (в днях)	24 (18—27)	23 (19—26)	22—24
Общее число яиц	3043 (2465—3502)	3188 (2230—3912)	2833—3055
Число яиц на 1 мг веса самки	8.73 (8.5—9.1)	8.52 (7.8—9.1)	8.96—8.23
Вес кладки (в мг)	191 (162—229)	205 (140—257)	180—216
Вес 1 яйца (в мкг)	62.9 (57.2—65.7)	64.2 (60.0—67.9)	63.5—70.7
Отношение веса кладки к весу самки	0.549 (0.512—0.584)	0.547 (0.516—0.589)	0.570—0.582
Продолжительность развития яиц (в днях)	25.7 (25—26)	25.4 (24—26)	25—26

П р и м е ч а н и е. Гибель яиц в кладках была незначительна — не более 5%.

У контрольных самок *D. silvarum*, питавшихся на одном кролике с самками, обработанными байтексом, наблюдаются частичная гибель или некоторые аномалии — удлинение сроков питания, малый вес питавшихся самок, высокая гибель яиц в кладках. В варианте с подсадкой двух групп клещей на кролика через 12 час. после нанесения на одну из них токсиканта отмечена большая гибель контрольных особей (вариант 2б в табл. 2). Величины показателей, характеризующих процессы питания и яйцекладки у двух выживших особей, почти не отличаются от таковых у «чистого» контроля. У одной из двух выживших самок все отложенные яйца погибли, тогда как у второй гибель яиц была незначительной. В варианте с подсадкой клещей на кролика через 24 часа после нанесения на самок опытной группы байтекса напитались 10 из 12 контрольных особей (вариант 2а в табл. 2), но наблюдалось заметное увеличение у них продолжительности кровососания, и величины почти всех показателей были ниже нормы (табл. 3).

Описанные факты несомненно должны быть отнесены к проявлениям системного действия байтекса. Известно, что ФОС обладают способностью проникать в организм теплокровных через неповрежденную кожу и распространяться с кровью (Каган, 1963). Применительно к нашим опытам можно предполагать, что проникновение яда в организм хозяина происходит либо при контакте обработанных байтексом клещей с кожей кролика, либо при присасывании и кровососании обработанных клещей, несущих частицы яда непосредственно на хоботке.²

Отмеченные выше отклонения от нормы у контрольных клещей не имели места, когда обе группы самок были посажены на кролика через

² Характерно, что клещи, на которые был нанесен байтекс, никак дополнительно не реагируют на возможное и для них системное действие байтекса.

48—52 часа после нанесения байтекса на одну из них (вариант 3 в табл. 2). Правда, в этом случае на контрольных клещей был нанесен чистый ацетон (растворитель), но предполагать стимулирующее действие ацетона вряд ли есть основания, — по данным наших опытов, нанесение чистого ацетона никак не сказывается на процессах кровососания и яйцекладки обработанных клещей (Успенский, Иоффе, Динева, 1975).

Таким образом, по мере увеличения времени с момента нанесения байтекса на самок клещей до подсадки их на кролика ослабляется эффект системного действия этого токсиканта. Вероятно, в течение первых двух суток после нанесения байтекса на клещей происходят какие-то его изменения, в результате чего системное действие при наносимых дозах перестает сказываться. Очевидно, что системное действие байтекса более эффективно и менее подвержено преодолению, чем его действие при топикальном нанесении. Обнаруженный феномен имеет прежде всего методическое значение и требует дальнейшего изучения.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Из представленных материалов видно, что байтекс, как, по-видимому, и большинство ФОС, обладая более острым действием на организм клещей (по показателям, характеризующим чувствительность, и по времени сохранения способности к преодолению отравления), должен быть предпочтительнее, чем ДДТ и родственные соединения, воздействие которых характеризуется длительным развитием поражения и более долгим сохранением возможности полного его преодоления (Успенский, 1974; Успенский, Левиков, 1974; Успенский, Иоффе, Динева, 1975). Однако особенности популяционной биологии иксодид, в частности *I. persulcatus*, не позволяют рассчитывать на получение длительного эффекта подавления популяции за счет однократной обработки территории акарицидами с коротким остаточным действием, к каковым относятся ФОС (Успенский, Облесова, 1971; Успенский, 1972; Успенский, Попова, 1974). Многократные обработки ФОС для подавления иксодид могут быть реальны лишь на ограниченных участках (Hair, Howell, 1970); на обширных территориях они вряд ли целесообразны и даже возможны.

Очевидна необходимость поиска акарицидных веществ, сочетающих в себе остроту действия с требуемой длительностью сохранения эффекта при обязательном условии малой токсичности для теплокровных.

Л и т е р а т у р а

- В о л о щ е н к о З. Л. 1974. Байтекс. В сб.: Справочник по пестицидам. Изд. «Урожай». Киев : 104—106.
- К а г а н Ю. С. 1963. Токсикология фосфорорганических инсектицидов и гигиена труда при их применении. Медгиз, М. : 1—326.
- К а г а н Ю. С. 1974. Фосфорорганические соединения. В сб.: Справочник по пестицидам. Изд. «Урожай», Киев : 88—101.
- М е л ь н и к о в Н. Н. 1968. Химия пестицидов. Изд. «Химия», М. : 1—495.
- О' Б р а й н Р. (O'Brien R. D.) 1964. Токсичные эфиры кислот фосфора. Изд. «Мир», М. : 1—455.
- У с п е н с к и й И. В. 1972. Эффективность применения некоторых фосфорорганических соединений в качестве акарицидов в очагах клещевого энцефалита. Сообщение III, Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 41 (2) : 197—204.
- У с п е н с к и й И. В. 1974. О чувствительности клещей *Ixodes persulcatus* Schulze к акарицидам, Паразитол., 8 (4) : 312—321.
- У с п е н с к и й И. В., О б л е с о в а Л. Н. 1971. Чем определяется необходимость продолжительного остаточного действия акарицидов при борьбе с *Ixodes persulcatus*. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 40 (4) : 465—470.
- У с п е н с к и й И. В., Л е в и к о в В. Б. 1974. Развитие поражения у иксодовых клещей (*Ixodes persulcatus*, *Dermacentor silvarum*, *Haemaphysalis concinna*) после воздействия ДДТ. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 43 (4) : 411—417.
- У с п е н с к и й И. В., П о п о в а И. А. 1974. Сохраняемость в природе метатионапестицида из группы фосфорорганических соединений. Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, 43 (1) : 105—106.

- Успенский И. В., Иоффе И. Д., Динева А. И. 1975. Способность самок иксодовых клещей к преодолению отравления ДДТ в процессе питания. *Паразитолог.*, 9 (5) : 404—411.
- Успенский И. В., Иоффе И. Д. 1976. О сублетальном действии и последствии ДДТ на *Dermacentor silvarum* Ol. *Паразитолог.*, 10 (3) : 210—215.
- Шрадер Г. (Schrader G.) 1965. Новые фосфорорганические инсектициды. Изд. «Мир», М. : 1—488.
- Hair J. A., Howell D. E. 1970. Lone star ticks. Their biology and control in Ozark recreation areas. *Oklahoma State Univ., Agric. Exper. St. Bull.* B—679 : 1—47.
- O'Brien R. D. 1967. *Insecticides. Action and metabolism.* Acad. Press, N. Y. a. London : 1—332.
- Успенский И. В. 1967. On the susceptibility of *Ixodes persulcatus* P. Sch. ticks to DDT and other pesticides in West Sajon, USSR. WHO working paper, WHO (VBC), 67 (4) : 1—8.

SENSIBILITY OF FEMALES OF IXODES PERSULCATUS
AND DERMACENTOR SILVARUM TO BAYTEX
AND THE POSSIBILITY TO OVERCOME THIS POISONING

I. V. Uspensky, I. D. Ioffe, N. I. Kachanko

S U M M A R Y

Females of *I. persulcatus* and *D. silvarum* are very sensitive to baytex, the value of LD₅₀ for both species are similar. The development of injury after exposure to baytex proceeds very quickly and the subsequent stages of injury development correspond to those caused by DDT (Uspensky and Levikov, 1974). The overcoming of baytex poisoning during the sucking of the host's blood is possible only at the initial stage of the injury. The simultaneous feeding on the same rabbit of ticks treated with baytex and control ones has shown a system effect of baytex on the second group of ticks.
