

Действие ингибитора синтеза хитина димилина на кровососущих комаров в юго-восточном Казахстане

О.Е. Лопатин

Институт зоологии, Академгородок, Алматы, Казахстан, 480060

Димилин (dimilin) – инсектицидный препарат, регулятор развития насекомых. Действующим началом препарата является 1-(4-хлорфенил)-3-(2,6 дифлуоробензоил)-уреа. Препарат ингибирует образование хитина в период линьки, действуя как на личинок, так и на куколок. Димилин рекомендован к использованию против многих вредителей сельскохозяйственных культур (Dimilin..., 1996), включая чешуекрылых, жуков, прямокрылых, термитов, двукрылых и других насекомых. Численность личинок и нимф вредных насекомых после обработки падает постепенно. В последние годы димилин широко применяется в Казахстане, в первую очередь, против саранчевых (Евдокимов, Камбулин, Корчагин, 1998, Сулейменова, Жукашев, Багинский, 1998, Евдокимов, Темиргалиев, Дубляжова, 1999, Камбулин, 1999, Ыскак, Комиссарова, 1999). Препарат практически не действует на большинство нецелевых животных, включая рыб, земноводных, птиц, млекопитающих, медоносных пчел и других полезных беспозвоночных. Имея преимущественно кишечный тип действия, димилин не токсичен для хищных и паразитических организмов (Ivie, 1978; McKaugh, Pridmore, 1978; Schaefer et al, 1979; Willems et al, 1980).

К димилину чувствительны комары на всех преимагинальных стадиях развития. Действие препарата проявляется в период линьки, до нее личинки комаров имеют нормальное поведение и питаются как обычно. По данным, опубликованным в научной литературе, димилин был эффективен против комаров *Culex*, *Anopheles*, *Aedes*, *Psorophora*, *Culiseta* и в лабораторных, и в полевых испытаниях. Личинки комаров, мультирезистентные к ДДТ и фосфорорганическим инсектицидам, не обладали перекрестной резистентностью к димилину. В сублетальных дозировках может угнетать яйцепродукцию самок, вылетающих из обработанных водоемов. Димилин был испытан в различных регионах мира, в частности, в Италии, США, Индии, Японии, Индонезии, Верхней Вольте (Julin, Sanders, 1978; Ali, 1989; Lewallen, 1973; Steelman et al, 1979).

В испытаниях, проведенных под эгидой Всемирной Организации Здравоохранения, в дренажных (выгребных) ямах были испытаны дозировки димилина 1 и 2 ppm. В лабораторных условиях в воду из обработанных водоемов вносили личинок 3-й стадии развития и дорастивали до имаго. Гибель личинок наблюдалась до 20-го дня после обработки. Предотвращение выплода продолжалось до 34-го (1 ppm) и 42-го (2 ppm). По данным регистрации в водоемах в 1-6 день наблюдалась гибель преимагинальных стадий, на 7-8 - исчезновение личинок 4-й стадии развития и куколок, на 10-12 оставались личинки только 1-й и 2-й стадий, на 12-14 личинки всех стадий отсутствовали, на 18-22 вновь появлялись личинки 1-й стадии. Таким образом, первыми исчезали личинки старших стадий. После 3-х недель начиналось заселение ям личинками. На 43-й день появились живые куколки. Отмечены низкая токсичность димилина для млекопитающих, эффективность препарата в течение месяца, сохранение действия в сильно загрязненной воде. Специфической особенностью препарата является длительное предотвращение выплода имаго. В целом сделан вывод, что димилин – хорошее и безопасное средство для контроля комаров сем. Culicidae (Selt et al, 1976).

В бывшем СССР димилин испытывался в Иркутской области на комарах группы *Aedes communis* (Петручук, Алексеев, 1979). Обработку водоемов проводили путем наземного малообъемного опрыскивания при дозировках от 15 до 120 г/га. Было показано, что препарат эффективно предотвращал появление куколок в течение трех недель после обработки и приводил к значительному сокращению численности личинок. В Краснодарском крае на рисовых чеках глубиной 10-12 см димилин был испытан в дозировках 30 и 60 г/га на комарах *Anopheles maculipennis* (Приданцева и др., 1981). Обработка димилином почти не приводила к снижению численности личинок 1-2-й стадий развития. Численность личинок 4-й стадии развития и куколок резко снижалась уже через несколько дней после обработки. Куколки полностью отсутствовали в сборах в течение 1-2 недель. Остаточное действие препарата сохранялось не менее 20 дней. В лабораторных экспериментах на *Aedes aegypti* величина СК95 была равна 0.001 мг/л. Параллельно отмечена высокая эффективность препарата в указанных дозировках против рисового комарика *Cricotopus silvestris*. Рисовые чеки являются слабoproточными водоемами, поэтому эффект препарата в них, по-видимому, ниже, чем в стоячей воде. Совместное использование димилина и других инсектицидов проверяли Костина и Дремова (1986) в Узбекистане.

Испытания димилина на кровососущих комарах в Казахстане не проводились. В данной работе представлены результаты проверки эффективности действия димилина в качестве средства для борьбы с комарами в условиях Казахстана.

Материал и методики

Испытания проводили в окрестностях г. Алматы в июле-августе 1998 года. Время проведения испытаний приходилось на период максимальной численности комаров р. *Culex*. Уход самок в диапаузу начинается в середине августа, откладка яиц продолжается до конца сентября [9]. В контроле и в ближайших водоемах численность преимагинальных фаз развития была сравнительно стабильной. В экспериментах, имитирующих естественные условия, были использованы пластиковые емкости площадью около 0.15 м². Вода, личинки и куколки *Culex pipiens* и *C. torrentium* были взяты из небольшого постоянного водоема в окрестностях г. Алматы. Единичные личинки *Anopheles maculipennis* и *Culiseta sp.*, попадавшие в некоторых пробах, не учитывались при расчетах из-за фрагментарности данных. Емкости с водой были установлены вблизи этого водоема и обработаны димилином в различных концентрациях.

Для опытов в относительно чистой воде с открытой поверхностью, в емкости с водой добавляли лишь небольшое количество корма по мере необходимости. В качестве корма использовали сухое детское питание. Для опытов в воде с сильным органическим загрязнением в емкости добавляли конский навоз из расчета 100 г на 10 л воды. Дополнительную подкормку личинок в этих испытаниях не производили. Все эксперименты проводились в двух повторностях.

Эффективность действия препарата оценивали на основании учетов численности личинок всех стадий развития и куколок. Учеты проводили с интервалом 1-3 дня стандартной кюветой 13x18 см, глубиной 3.5 см. Во время учетов регистрировали также количество кладок в водоеме. Проверку выплота имаго проводили, помещая куколок в банки с водой из водоема, в котором они были собраны. Имаго, погибших в момент появления из куколок, учитывали как погибших куколок.

При проведении испытаний был использован димилин 48% суспензионный концентрат, содержащий 480 г действующего вещества в литре препарата. Обработку проводили с помощью ручного опрыскивателя Micron ULVA+. В экспериментах испытывали следующие дозировки:

- а) для относительно чистой воды – 1.25; 2.5; 5.0 и 10 мг/ м² (12.5; 25.0; 50.0; 100.0 г/га)
- б) для загрязненной воды – 0.10; 0.25; 0.50 и 1.0 мг/л.

Результаты и обсуждение

Обработка димилином приводила к быстрой гибели куколок и предотвращала их появление в течение относительно длительного срока во всех вариантах обработок. Личинки 4-й стадии развития постепенно сокращали свою численность и исчезали в среднем через 2 недели. Личинки 1-й, 2-й и 3-й стадий развития полностью погибали лишь при высоких дозировках димилина. Яйцекладки постоянно появлялись в экспериментальных водоемах в количестве от 2 до 7 на м², что обеспечивало относительно стабильную численность и возрастного состава личинок в контроле и нормальное заселение обработанных водоемов.

Результаты испытаний обобщены в таблицах 1 и 2. Действие димилина иллюстрирует рисунок 1, в котором отражена динамика изменения численности комаров рода *Culex* разных стадий развития после обработки. Графики приводятся только для двух дозровок - минимальной и максимальной. Они позволяют наглядно представить различия этих вариантов. Для сравнения численности личинок разных стадий развития был использован логарифмический масштаб по оси ординат.

В контроле численность личинок 1 и 2 стадий колебалась во время наблюдений от 780 до 1805 экз./ м² (в среднем она составляла 1294). Численность личинок 3 стадии - от 97 до 268 (в среднем - 155), личинок 4 стадии - от 73 до 219 (в среднем - 159). Численность куколок составляла в среднем 61 экз./ м², при более значительном колебании численности: от 36 до 171. Численность личинок начала сокращаться в последней трети периода наблюдений. Во второй половине этого периода наблюдалось небольшое сокращение численности куколок. В контроле с загрязненной водой в первой половине периода наблюдений происходил рост численности личинок младших стадий развития, что связано с более богатой кормовой базой в этом варианте. Средняя численность личинок всех стадий и куколок составляла 1781 экз./м².

В целом, значительного изменения численности личинок всех стадий развития не наблюдалось. Выплот имаго из куколок в контроле проверяли на вторые сутки после начала эксперимента и затем 1 раз в неделю. Гибель куколок и имаго при появлении не превышала одного экземпляра на пробу и в среднем составила около 4%.

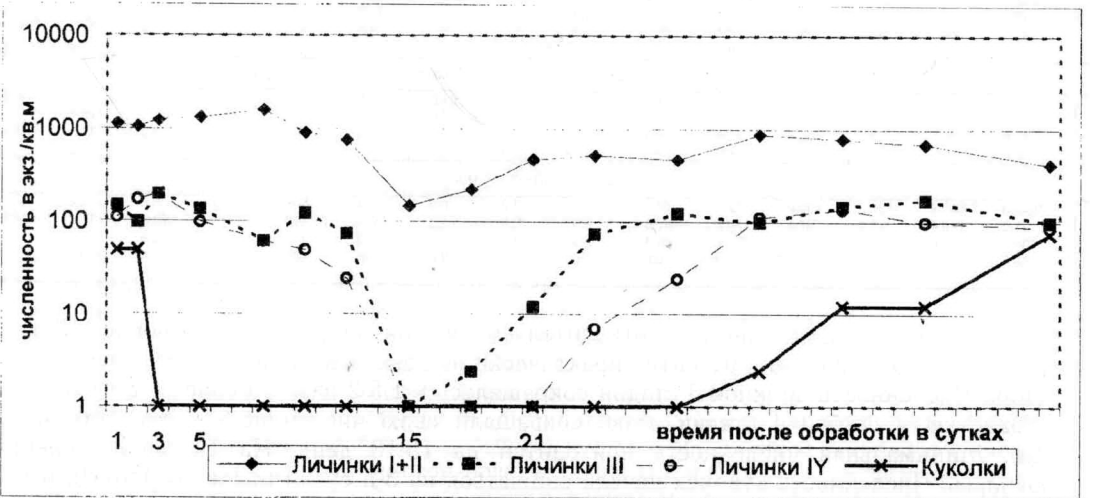
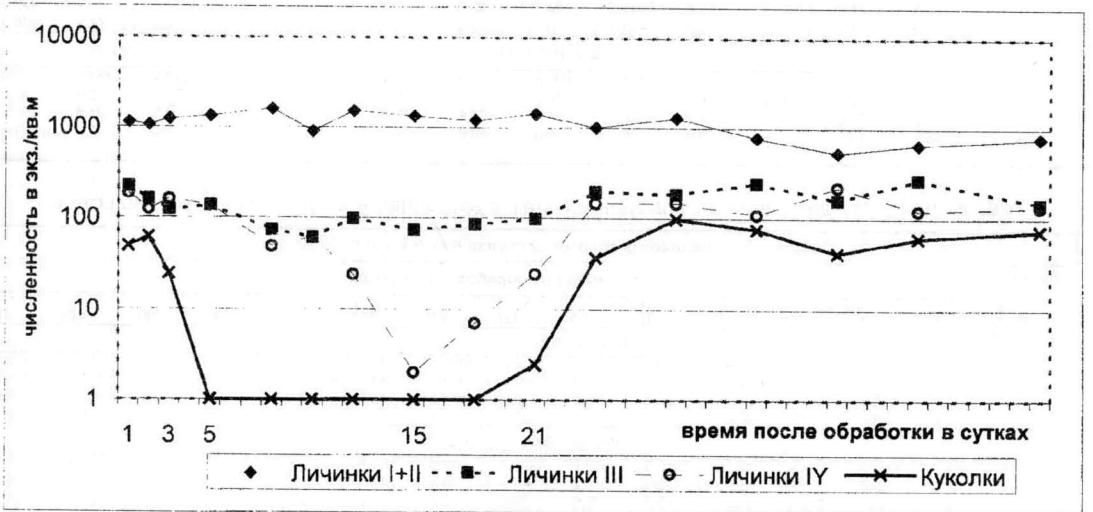
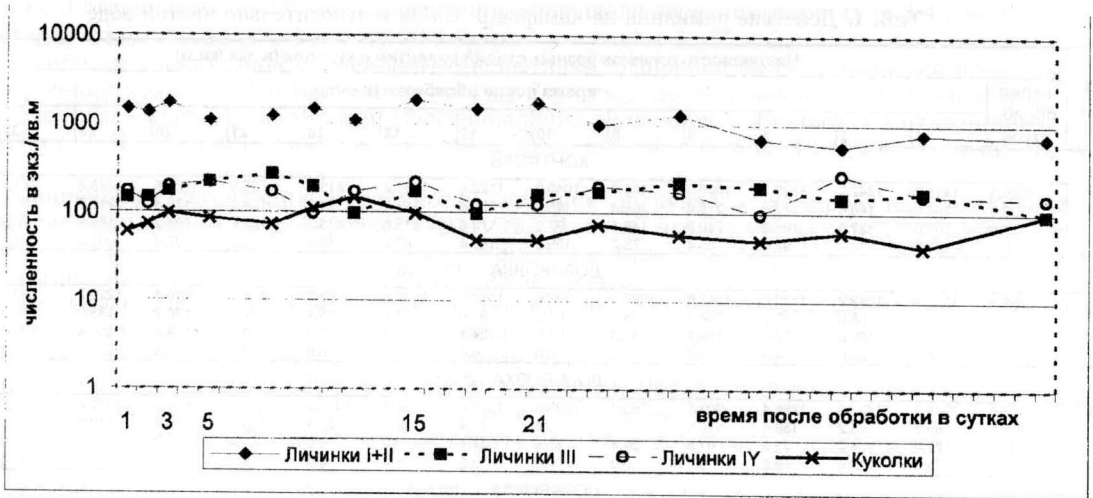


Рис. 1. Динамика численности комаров рода *Culex* после обработки димилином

Таб. 1. Действие димилина на комаров р. *Culex* в относительно чистой воде

Стадии развития	Численность личинок разных стадий развития и куколок (в экз./кв.м)														
	перед обработкой	время после обработки (в сутках)													
		1	2	3	5	8	10	12	15	18	21	24	28	32	36
КОНТРОЛЬ															
Личинки I+II	1024.8	1415.2	1342.0	1732.4	1098.0	1195.6	1049.2	1122.4	1781.2	1415.2	1708.0	1024.8	1268.8	683.2	561.0
Личинки III	122.0	158.6	146.4	170.8	219.6	268.4	195.2	109.8	158.6	97.6	158.6	170.8	219.6	195.2	146.4
Личинки IV	97.6	158.6	122.0	195.2	219.6	146.4	97.6	170.8	219.6	134.2	122.0	195.2	170.8	97.6	317.2
Куколки	48.8	61.0	73.2	97.6	85.4	73.2	109.8	146.4	97.6	48.8	24.4	85.4	61.0	48.8	61.0
ДОЗИРОВКА 12,5 г/га															
Личинки I+II	951.6	1122.4	1049.2	1220.0	1317.6	1586.0	902.8	1512.8	1317.6	1195.6	1415.2	1000.4	1293.2	780.8	536.8
Личинки III	146.4	219.6	158.6	122.0	134.2	73.2	61.0	97.6	73.2	85.4	97.6	195.2	183.0	244.0	158.6
Личинки IV	170.8	183.0	122.0	158.6	134.2	48.8	61.0	24.4	2.4	7.3	24.4	146.4	146.4	109.8	219.6
Куколки	73.2	48.8	61.0	24.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	36.6	73.2	61.0	69.5
ДОЗИРОВКА 25 г/га															
Личинки I+II	878.4	1049.2	1732.4	1366.4	902.8	780.8	1098.0	1610.4	1195.6	1659.2	1537.2	1634.8	1439.6	1146.8	829.6
Личинки III	146.4	195.2	73.2	158.6	122.0	36.6	48.8	24.4	36.6	24.4	109.8	146.4	170.8	292.8	268.4
Личинки IV	97.6	122.0	134.2	73.2	97.6	24.4	36.6	31.7	0.0	0.0	61.0	122.0	146.4	97.6	97.6
Куколки	56.1	73.2	36.6	48.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	48.8	73.2	56.1
ДОЗИРОВКА 50 г/га															
Личинки I+II	1000.4	1098.0	1512.8	1244.4	805.2	1415.2	1342.0	878.4	1537.2	1098.0	1366.4	1195.6	1024.8	927.2	610.0
Личинки III	122.0	146.4	97.6	170.8	134.2	61.0	36.6	48.8	36.6	24.4	122.0	97.6	170.8	146.4	122.0
Личинки IV	158.6	122.0	97.6	146.4	73.2	61.0	24.4	48.8	0.0	0.0	2.4	48.8	85.4	122.0	146.4
Куколки	73.2	61.0	24.4	0.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	36.6	48.8
ДОЗИРОВКА 100 г/га															
Личинки I+II	951.6	1122.4	1049.2	1220.0	1317.6	1586.0	902.8	756.4	146.4	219.6	463.6	512.4	463.6	878.4	780.8
Личинки III	170.8	146.4	97.6	195.2	134.2	122.0	48.8	73.2	0.0	2.4	12.2	73.2	122.0	97.6	146.4
Личинки IV	146.4	109.8	170.8	195.2	97.6	48.8	24.4	24.4	0.0	0.0	0.0	7.3	24.4	109.8	134.2
Куколки	61.0	48.8	48.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	12.2

Таб. 2. Действие димилина на комаров р. *Culex* в загрязненной органическими веществами воде

Стадии развития	Численность личинок разных стадий развития и куколок (в экз./кв.м)																
	перед обработкой	время после обработки (в сутках)															
		1	2	3	5	8	10	12	15	18	21	24	28	32	36	40	
КОНТРОЛЬ																	
Личинки I+II	1122.4	1293.2	1268.8	1439.6	1342.0	1659.2	1610.4	1805.6	1488.4	1586.0	1024.8	1122.4	854.0	780.8	658.8	512.4	
Личинки III	97.6	158.6	97.6	122.0	146.4	195.2	170.8	268.4	207.4	317.2	219.6	390.4	317.2	268.4	219.6	170.8	
Личинки IV	146.4	170.8	158.6	183.0	219.6	146.4	73.2	122.0	134.2	73.2	244.0	341.6	122.0	146.4	292.8	158.6	
Куколки	73.2	97.6	73.2	85.4	109.8	122.0	170.8	97.6	73.2	85.4	24.4	97.6	73.2	61.0	56.1	73.2	
ДОЗИРОВКА 0,10 мг/л																	
Личинки I+II	927.2	854.0	1293.2	1024.8	902.8	2196.0	1512.8	1366.4	927.2	1268.8	854.0	1317.6	902.8	1073.6	805.2	634.4	
Личинки III	170.8	97.6	122.0	244.0	195.2	122.0	146.4	48.8	73.2	36.6	73.2	170.8	268.4	219.6	146.4	170.8	
Личинки IV	183.0	170.8	146.4	219.6	158.6	48.8	36.6	48.8	12.2	0.0	2.4	0.0	17.1	61.0	97.6	158.6	
Куколки	61.0	73.2	31.7	7.3	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	48.8	73.2	
ДОЗИРОВКА 0,25 мг/л																	
Личинки I+II	1293.2	1512.8	829.6	1122.4	1000.4	1244.4	317.2	561.2	390.4	73.2	536.8	1024.8	854.0	634.4	414.8	341.6	
Личинки III	158.6	122.0	73.2	97.6	146.4	36.6	0.0	24.4	17.1	31.7	61.0	97.6	73.2	183.0	134.2	122.0	
Личинки IV	195.2	146.4	97.6	73.2	85.4	24.4	12.2	2.4	0.0	0.0	0.0	2.4	24.4	97.6	146.4	114.68	
Куколки	73.2	36.6	31.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	12.2	48.8	
ДОЗИРОВКА 0,50 мг/л																	
Личинки I+II	902.8	1049.2	854.0	536.8	610.0	732.0	24.4	73.2	61.0	48.8	414.8	244.0	439.2	317.2	463.6	341.6	
Личинки III	146.4	97.6	109.8	97.6	85.4	36.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	31.7	56.1	129.3	97.6	146.4	
Личинки IV	97.6	175.7	73.2	109.8	146.4	4.9	24.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	17.1	48.8	97.6	
Куколки	65.9	73.2	24.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	17.08	
ДОЗИРОВКА 1,0 мг/л																	
Личинки I+II	1098.0	658.8	536.8	366.0	122.0	73.2	0.0	12.2	0.0	2.4	24.4	7.3	97.6	219.6	341.6	292.8	
Личинки III	122.0	146.4	73.2	97.6	170.8	109.8	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	7.3	36.6	73.2	85.4	97.6	
Личинки IV	134.2	122.0	48.8	97.6	73.2	24.4	2.4	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.4	7.3	12.2	
Куколки	48.8	36.6	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	2.44	

После обработки димилином в относительно чистой воде при дозировке 12.5 г/га численность личинок 1-2 стадий развития практически не изменялась на протяжении всего срока наблюдений. Численность личинок 3 стадии сокращалась в 1.5-2 раза в период с 8-го по 21 день после обработки. Личинки 4 стадии резко сокращали свою численность к 8-м суткам после обработки. Минимальная численность приходится на 15-18 день. На 24 день численность восстановилась. Численность куколок начала снижаться на 3-и сутки после обработки, и к 5-му дню они исчезли. Первая куколка вновь была зарегистрирована на 21-й день, а к 26-му дню численность куколок восстановилась.

Сходная картина наблюдалась и после обработки димилином в дозировке 25 г/га. Куколки отсутствовали в водоеме с 5-го до 21-го дня. В отличие от опытов с минимальной дозировкой,

личинки 3 стадии развития более существенно сокращали свою численность (в 3-4 раза). Личинки 4-й стадии отсутствовали с 15-го по 20-й день.

Наиболее характерной особенностью испытаний дозировки 50 г/га является более быстрое исчезновение куколок. Это произошло уже на 3-и сутки после обработки. Численность куколок восстановилась лишь на 30-е сутки. Восстановление численности личинок 4-й стадии приходится на 24 сутки. Численность личинок 3-й стадии была низкой с 8-го по 18-й день, сокращаясь в 4-6 раз.

Наибольшие изменения численности личинок и куколок комаров наблюдались после обработки димилином в дозировке 100 г/га. В этих экспериментах исчезновение куколок отмечено на 3-и сутки после обработки, а личинок 4 стадии – на 15-е. Появление первых куколок зарегистрировано лишь на 32-е сутки после обработки. Численность личинок 4 стадии восстановилась лишь через месяц после обработки. Личинки 3 стадии развития полностью исчезли из водоема к 15-м суткам, их численность восстановилась лишь на 26-е сутки. Только в этом варианте испытаний наблюдалось значительное сокращение численности личинок 1-й и 2-й стадий (в 3-6 раз) с 12-го по 22-й день после обработки. Последующие наблюдения показали, что численность куколок полностью восстановилась до уровня контроля лишь к 39 суткам после обработки. Таким образом, действие препарата при этой дозировке продолжалось свыше одного месяца.

В серии испытаний в загрязненной органическими веществами воде первоначальное действие препарата при дозировке 0.1 мг/л было более мягким, чем в чистой воде при близкой дозировке. Куколки исчезли к 5-м суткам, личинки 4 стадии развития лишь к 18 суткам, личинки 3 стадии с 12-го по 22-й день сократили свою численность примерно в 2 раза. Численность личинок 1 и 2 стадий колебалась вблизи среднего значения. Полное восстановление численности комаров всех стадий развития наблюдалось через месяц после обработки.

По продолжительности действия сходные результаты были получены при испытаниях дозировки 0.25 мг/л. Численность куколок восстанавливалась на 34-й день после обработки. Действие препарата было в целом более жестким, чем при дозировке 0.1 мг/л. Куколки исчезли уже на 3-и сутки, личинки 4 стадии - к 14-м суткам, даже численность личинок 3-й стадии резко сократилась в период между 8-м и 21-м днем. В отличие от предыдущих испытаний, в период с 10-го по 21-й день наблюдалось значительное сокращение численности личинок 1 и 2 стадий развития.

При испытаниях дозировки 0.5 мг/л куколки появились только на 36-й день после обработки, личинки 4 стадии развития - только на 29-й, личинки 3 стадии отсутствовали с 10-го по 21-й день. Сокращение численности личинок 1 и 2 стадий развития началось уже на 3-й день после обработки и продолжалось до окончания наблюдений. В период с 10-го по 18-й день регистрировались лишь единичные экземпляры личинок 1-й стадии развития.

Обработка димилином при дозировке 1 мг/л приводила к уничтожению комаров всех стадий развития. Куколки гибли уже на 2-е сутки после обработки, личинки - на 10-е сутки. Личинки первых стадий развития появились на 20-й день после обработки и не достигли высокой численности. Личинки 4 стадии зарегистрированы лишь на 36-й день, появление куколок - на 47-й день после обработки.

На основании полученных данных была рассчитана эффективность действия препарата на куколок комаров по модифицированной формуле Аббота (Методические указания..., 1997):

$$E = 100 \times (1 - N_i / N_o \times K_o / K_i), \text{ где}$$

E – эффективность в процентах снижения численности с поправкой на контроль

N_o - численность вредителя перед обработкой в опыте,

N_i – численность вредителя после обработки в опыте,

K_o - численность вредителя в предварительном учете в контроле,

K_i - численность вредителя в последующих учетах в контроле.

Полученные данные приведены в таблице 3. В относительно чистой воде при дозировках 12.5 и 25.0 г/га продолжительность эффективного действия препарата составляла около 20 дней. При дозировке 50 г/га – 25 дней, при 100 г/га – около 30 дней. В загрязненной органическими веществами воде при дозировке 0,1 мг/л эффективное действие димилина продолжалось около 30 дней, при дозировке 1.0 мг/л, максимальной из испытанных, - свыше 40 дней.

В работе проверяли также вырод иммаго из куколок. По этому показателю наблюдались заметные различия вариантов испытаний димилина с разными дозировками. Из куколок, собранных через сутки после обработки, нормальные иммаго появились в вариантах с дозировками 12.5, 25 и 50 г/га в относительно чистой воде, а также 0.1 и 0.25 мг/л в загрязненной воде. В остальных вариантах отмечалась гибель единичных особей при появлении из куколок. Из куколок, собранных через 2-е суток после обработки, гибель единичных особей наблюдалась при дозировке 25 г/га в относительно чистой воде и 0.1 мг/л загрязненной воде. В опыте с дозировкой 1.0 мг/л в загрязненной воде куколки в этот период отсутствовали. В опытах с дозировкой 50 и 100 г/га в

относительно чистой воде погибли соответственно 17 и 40 % куколок и появляющихся имаго. В опыте с дозировкой 0.25 мг/л - 28 %. Из куколок, собранных в обработанных водоемах через 3-е суток после обработки, имаго не появились ни в одном из вариантов.

При восстановлении численности куколок в обработанных водоемах в опытах с небольшими дозировками нормальные имаго появлялись уже из первых куколок. При испытаниях больших дозировок первые имаго в этот период гибли при появлении. Например, при испытаниях дозировки 100 г/га в относительно чистой воде гибель имаго отмечалась даже через неделю после повторного появления куколок в обработанных водоемах. В испытаниях дозировки 0.5 мг/л гибель имаго при появлении отмечались в течение 10 дней после появления куколок в водоеме. Таким образом, при высоких дозировках действие димилина продолжается и после начала

Таб. 3. Эффективность действия димилина на куколок комаров р. *Culex*

Дозировка	время после обработки (в сутках)														
	1	2	3	5	8	10	12	15	18	21	24	28	32	36	
опыты в относительно чистой воде															
12,5 г/га	51.4	52.4	82.2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.0	66.6	24.9	8.3	12.0	
25 г/га	5.0	62.8	53.6	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	79.6	22.8	-15.8	20.0	
50 г/га	39.3	81.0	99.8	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	79.3	55.6	46.7	
100 г/га	41.7	54.3	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.5	84.0	
опыты в загрязненной воде															
0,10 мг/л	42.9	73.3	95.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	92.7	49.6	
0,25 мг/л	62.7	65.2	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	96.8	83.6	
0,50 мг/л	42.9	79.5	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	97.5	
1,00 мг/л	65.7	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	

восстановления численности куколок.

Влияние димилина на личинок младших стадий развития в целом выражено слабо. Однако относительная стабильность численности в опытах с высокими дозировками связана преимущественно с выплодом личинок 1-й стадии из кладок. Основную массу в этих вариантах испытаний составляли личинки 1-ой стадии. В тех случаях, когда наблюдалось общее сокращение численности личинок, например, в опытах с дозировкой 100 г/га в относительно чистой воде, или 0.5 мг/л в загрязненной воде – это происходило за счет подавления выплода личинок из кладок. Обработка димиллином в дозировке 1 мг/л приводила к полному подавлению выплода личинок из кладок до 18-го дня после обработки. Уменьшение численности личинок старших стадий развития после обработки продолжалось в течение времени, соответствующего нормальной продолжительности этих стадий. Это указывает на гибель личинок во время линьки из стадии в стадию.

В целом, в относительно чистой воде дозировка 12.5 г/га оказалась достаточно эффективной, отличаясь лишь меньшей продолжительностью действия. При дозировке 100 г/га продолжительность действия препарата увеличивалась приблизительно в полтора раза по сравнению с минимальной. Испытания в воде, сильно загрязненной органическими веществами, показали, что димиллин эффективен и в этих условиях, причем, в дозировках существенно более низких, чем были использованы при испытаниях в выгребных ямах Верхней Волги.

При испытаниях в Иркутской области на комарах группы *Aedes communis* (Петручук, Алексеев, 1979) минимальная действующая дозировка димилина была равна 7 г/га. В наших условиях эффективной была дозировка 12.5 г/га, возможно, из-за более загрязненной воды или различий в видовой чувствительности комаров. По сравнению с испытаниями в Краснодарском крае (Приданцева и др., 1980), продолжительность действия препарата в наших опытах была выше. Это можно объяснить небольшой проточностью рисовых чеков, в которых проводили испытания в Краснодарском крае.

Для борьбы с комарами в открытых водоемах Казахстана с относительно чистой водой можно рекомендовать два варианта применения димилина:

А) При планировании однократных обработок, когда продолжительность действия препарата не является критическим фактором, с целью минимизации затрат достаточно использовать дозировку 25 г/га.

Б) При планировании длительных мероприятий, требующих серийных обработок, экономически целесообразно использовать дозировку 50 г/га. В этом случае суммарные затраты будут меньше из-за сокращения числа обработок.

Заключение

По совокупности полученных данных можно видеть, что димилин эффективно предотвращает выплод имаго кровососущих комаров в водоемах разных типов. Обработка димилином приводит к гибели куколок и предотвращает появление имаго в течение относительно длительного срока во всех испытанных вариантах обработок.

Димилин в дозировке 12.5 г/га при применении в относительно чистой воде предотвращает выплод имаго комаров на протяжении 3-х недель. В загрязненной органическими веществами воде при дозировке димилина 0.1 мг/л выплод комаров прекращается на 30 дней. Применение более высоких дозировок димилина (50-100 г/га, 0.5- 1.0 мг/л) приводит к удлинению срока действия препарата в 1.5 раза. Остаточное действие димилина приводило к гибели имаго при появлении из куколок в период восстановления их численности в обработанных водоемах. Оно отмечалось при применении высоких дозировок препарата и продолжалось до 10 дней с момента повторного появления куколок.

Литература

- Евдокимов Н., Камбулин В., Корчагин А., 1998.** О технологиях борьбы с саранчовыми в Казахстане. *Защита растений в Казахстане, Алматы, в. 1, с. 12-17.*
- Евдокимов Н., Темиргалиев Ж., Дубляжова М., 1999.** Проблемы защиты сельскохозяйственных культур и угодий от вредных саранчовых. *Защита растений в Казахстане, Алматы, в. 1, с. 21-24.*
- Камбулин В.Е., 1999.** Димилин против саранчовых. *Защита и карантин растений, Москва, в. 10, с. 25.*
- Костина М.Н., Дремова В.П., 1986.** Эффективность совместного использования регуляторов развития насекомых с инсектицидами и бакпрепаратами для борьбы с личинками кровососущих комаров в полевых условиях. *Мед. паразитология, Москва, в. 1, с. 3-8.*
- Методические указания по регистрационным испытаниям инсектицидов, 1997. Алматы, Акмола, 64 с.
- Петручук О.Е., Алексеев А.Н., 1979.** Регулятор развития насекомых - димилин как средство борьбы с личинками кровососущих комаров в условиях северной тайги Прибайкалья на трассе БАМ. *Мед. паразитология, Москва, в. 1, с. 35-41.*
- Приданцева Е.А., Попова Н.А., Мырзин А.С., Лукьянчиков В.П., 1980.** Димилин в борьбе с личинками комаров *Anopheles maculipennis messeae* Fall. и рисового комарика в Краснодарском Крае. *Мед. паразитология, Москва, в. 1, с. 53-57.*
- Сулейменова З., Жукашев А., Багинский П., 1998.** Опыт применения новой технологии борьбы с саранчевыми. *Защита растений в Казахстане, Алматы, в. 4, с. 23-25.*
- Ыскак С., Комиссарова И., 1999.** К проблеме регуляции численности саранчовых в Казахстане. *Защита растений в Казахстане, Алматы, в. 1, с. 26-30.*
- Ali A., Kok-Yokomi M.L., 1989.** Field studies on the impact of a new benzoylphenylurea insect growth regulator on selected aquatic non-target invertebrates. *Bull. of Env. Contamination and Toxicology, v.42, p.134-141.*
- Dimilin, insect growth regulator, 1996. London., 12 p.
- Ivie G.W., 1978.** Fate of diflubenzuron in cattle and sheep. *J. of Agricult. and Food Chemistry, v.25, n.1, p. 81-89.*
- Julin A.M., Sanders H.O., 1978.** Toxicity of the insect growth regulator diflubenzuron (Dimilin) and three of its degradation products to freshwater invertebrates and fishes. *Mosquito News, v.38, n.2, p. 256-259.*
- Lewallen I.I., 1973.** Field tests with dimilin for control of mosquitoes. Report Thompson-Hayward Chemical Company, USA, n. C 3125, 67 p.
- McKague A.B., Pridmore R.B., 1978.** Toxicity of altosod and dimilin to juvenile rainbow trout and coho salmon. *Bull of Environ. Contamination and Toxicology, 20, p.167-169.*
- Schaefer C.H., Dupras E.F., Stewart R.J. et al, 1979.** The accumulation and elimination of diflubenzuron by fish. *Bull. of Environ. Contamination and Toxicology, v.21, p.249-254.*
- Slet L., Nelson M., Pent C., Usman S. 1978.** *Mosquito News, v.38, n. 1, p. 74-79.*
- Steelman C.D., Farlow J.E., Breaud T.P., Schilling P.E., 1975.** Effects of growth regulators on *Psorophora columbiae* and non-target aquatic insects in rice fields. *Mosquito News, v.35, p. 67-76.*
- Willems A.G.M., Overmars H., Scherpenisse P. et al, 1980.** Diflubenzuron: intestinal absorption and metabolism in the rat. *Xenobiotica, v.10, n.2, p. 103-112.*

Summary

Lopatin O.E. The effects of the chitin synthesis inhibitor Dimilin on the blood-sucking mosquitoes in South-East Kazakhstan

The Dimilin trials were conducted in the Almaty region in July – August 1998. The test period coincided with the height of the *Culex* mosquito population. The efficacy was estimated by recording the number of larvae at each instar and the number pupae. Recordings were taken on 1-3 day intervals. Imago emergence was measured by placing pupae in jar containing water from their point of collection. The tests were carried out using Dimilin 48% emulsion concentrate containing 480g of diflubenzuron per liter. The following dose rates were tested; for relatively fresh water: 1.25, 2.5, 5.0 and 10 mg per m² (12.5, 25.0, 50.0, 100.0 g per hectare); for polluted water: 0.10; 0.25; 0.50 and 1.0 mg per liter. The Dimilin trials were conducted in the Almaty region in July – August 1998. The test period coincided with the height of the *Culex* mosquito population. The efficacy was estimated by recording the number of larvae at each instar and the number pupae. Recordings were taken on 1-3 day intervals. Imago emergence was measured by placing pupae in jar containing water from their point of collection. The tests were carried out using Dimilin 48% emulsion concentrate containing 480g of diflubenzuron per liter. The following dose rates were tested; for relatively fresh water: 1.25, 2.5, 5.0 and 10 mg per m² (12.5, 25.0, 50.0, 100.0 g per hectare); for polluted water: 0.10; 0.25; 0.50 and 1.0 mg per liter. After the application of Dimilin at 12.5g/ha to the relatively fresh water pools the number of 1st-2nd instar larvae did not change significantly throughout the experiment. The number of 3rd instar larvae reduced 1.5-2 times during the 8th to 21st day after application. The 4th instar larvae sharply reduced in number by the 8th day after application. Their number was restored by the 24th day. The number of pupae began to reduce by the 3rd day after application. No pupae were observed by the 5th day. The first pupa was recorded again on the 21st day, and by the 26th day the number of pupae restored. A similar picture was observed after applying Dimilin at 25 g/ha. No pupae were registered in the pool from 5th until 21st day. Compared to the trials at lower dose rates, the 3rd instar larvae reduced their number more sharply, by 3-4 times.

Most notably from the trials at 50 g/ha and 100 g/ha was the more rapid eradication of pupae. There were no pupae by the 3rd day and the number of pupae was restored only one month after application. The recovery of the 4th instar larvae took place by the 24-30th day. At 100g/ha a considerable reduction of the 1st-2nd instar larvae (by 3-6 times) was observed by the 12th to 22nd day.

In the series of tests carried out in organic polluted water the effect of Dimilin at 0.1 mg/l was softer than in relative fresh water at the same dose. Pupae and the 4 stage larvae vanished by the 5th and 18th day, respectively. The 3rd instar larvae reduced their number approximately 2 times from 12th to 22nd day. The number of 1st and 2nd instar larvae fluctuated near its average value. The full recovery in number of all the development stages was observed one month after application. A similar duration of insecticidal efficacy was obtained in tests with the 0.25 mg/l dosage. The number of pupae was restored by the 34th day after application. Unlike the previous tests, the considerable reduction in number in 1st and 2nd instar larvae was observed from 10th to 21st day. Dimilin applied at 1.0 mg/l killed all the development stages of the mosquito. All pupae and larvae had died by the 2nd and 10th day after application, respectively. The larvae appearance was recorded by the 47th day. Emergence of imago from pupae was checked as well. By this parameter distinct differences were observed between the various Dimilin tests at different doses. In the pupae collected 2 days after application the death of solitary specimens were observed at the 25 g/ha in the relatively fresh water and at the 0.1 mg/l in the polluted one. In the tests at 50 and 100 g/ha carried out in the relatively fresh water the mortality of pupae and emerging imagoes was 17 and 40%, respectively. In the test at 0.25 mg/l their mortality was 28%. No imagoes were observed emerging from samples of pupae collected from the treated pools 3 days after application. When the number of pupae in the treated pools was restored, the first imagoes died at emergence in the tests at the higher dosages. In the tests at the 0.5 mg/l the death of imagoes at emergence was observed up to 10 days after the pupae occurrence in the pool. Thus, at high dosages of Dimilin the control of imago mosquitoes is extended and continues even after the recovery in number of pupae. For mosquito control in Kazakhstan it is possible to recommend two variants for Dimilin application in open pools with relatively fresh water:

A) In case of planning a single treatment, when the duration of agent effect is not the critical factor, it is enough to use 25 g/ha to minimize costs.

B) In case of planning an extended control period, when the series of treatments are required, the use of 50 g/ha is economically advisable. In this case the total costs will be less due to the reduction in number applications required.

The total data obtained shows that Dimilin effectively prevents the emergence of blood-sucking mosquitoes in pools of different types. The Dimilin treatment causes the pupae death and prevents the imago emergence during rather long period in different variants of usage. Dimilin applied at 12.5 g/ha in relatively fresh water prevents the emergence of mosquito imagoes for 3 weeks. In organic polluted water, 0.1 mg/l Dimilin prevents the emergence of mosquito imagoes for 30 days. The use of Dimilin at high doses (50-100 g/ha, 0.5- 1.0 mg/l) results in an extension of the control period by 1.5 times. The 4th instar larvae were gradually reduced in number to zero in approximately 2 weeks. The 1st, 2nd and 3rd instars were reduced in number in all tests, but were only completely eradicated at the higher dose rates. The residual action of Dimilin continued to cause the death of imagoes at emergence from pupae even when the number of pupae had been restored to their original levels in the treated pools. Such Dimilin action was observed at the higher dose rates and continued for up to 10 days after the reappearance of pupae.