

ФИЗИОЛОГИЯ

Н. Г. БЕРИМ

**ОСОБЕННОСТИ ФИЗИОЛОГИЧЕСКОГО СИНЕРГИЗМА ДДТ
И ФТОРИСТЫХ СОЕДИНЕНИЙ ПРИ ДЕЙСТВИИ НА НАСЕКОМЫХ**

(Представлено академиком А. И. Опариным 22 II 1954)

Ранее проведенные исследования (¹) показали возможность преодоления устойчивости насекомых к действию ДДТ (дихлордифенилтрихлорэтана) и ГХЦГ (гексахлорциклогексана) путем комбинирования этих инсектицидов с веществами, изменяющими активность ферментов, в частности липаз.

Так как инсектициды типа ДДТ и ГХЦГ вызывают нарушения функций нервной системы насекомых (²), представлялось вероятным получение более значительного синергетического эффекта при комбинировании их с веществами, изменяющими активность холинэстеразы — фермента, гидролизующего ацетилхолин.

Как показали исследования Х. С. Коштойнца (^{4, 5}), веществом, вызывающим в первой фазе своего действия торможение холинэстеразы, является известный инсектицид фтористый натрий. Последний, кроме того, создает так называемый «флюоридный блок» углеводного обмена на фазе образования пировиноградной кислоты. Это ведет к прекращению образования веществ, ацетилирующих холин, и тем самым к полному или частичному блокированию синтеза ацетилхолина.

Блокируя синтез ацетилхолина и тормозя действие холинэстеразы, фтористый натрий вызывает нарушение нормальных процессов передачи нервного возбуждения. Ввиду этого прибавление фтористого натрия к ДДТ должно было, по нашему мнению, привести к усилению действия последнего на насекомых. Для проверки этого предположения были проведены соответствующие опыты.

Объектами исследования служили гусеницы 4 возраста непарного шелкопряда *Porthetria dispar* L. и гусеницы 5 возраста кольчатого шелкопряда *Malacosoma neustria* L., являющиеся серьезными вредителями полезащитных и плодовых насаждений.

Подопытные насекомые обрабатывались 5% дустом ДДТ, фтористым натрием и смесью 5% дуста ДДТ и фтористого натрия (1 : 1). Контролем служили необработанные насекомые. В дальнейшем проводилось определение смертности насекомых и скорости действия на них инсектицидов. Одновременно определялись физиологические и биохимические показатели: вес насекомых, содержание в них воды, жиров по методу Сокслета, редуцирующих сахаров по методу Исекутца (³), пировиноградной кислоты бисульфитным методом (⁶), интенсивность дыхания насекомых и дыхательный коэффициент в микрореспирометре Баркрофта, активность холинэстеразы по количеству уксусной кислоты, выделявшейся при расщеплении ацетилхолина (²).

Результаты этих опытов представлены в табл. 1, 2.

Анализ данных табл. 1, 2 свидетельствует о несомненном синергизме ДДТ и фтористого натрия при действии на гусениц кольчатого и непар-

ного шелкопряда. Однако ввиду различной видовой и возрастной устойчивости насекомых к действию этих инсектицидов синергизм их проявляется различно. Это различие выражается, во-первых, в различной скорости действия препаратов на насекомых и различной смертности по-

Таблица 1

Сравнительная характеристика действия ДДТ, фтористого натрия и их смеси на гусениц 5 возраста кольчатого шелкопряда

Название препарата	Смертность через 24 часа в %	Уменьшение веса гусениц через 24 часа после обработки в %	Содержание в гусеницах через 24 часа после обработки				Интенсивность дыхания в мм ³ О ₂ на 1 г живого веса в 1 час		Дыхательный коэффициент	Активность холинэстеразы (выделено СН ₃ СООН мг на 1 г жив. веса в 1 час)	
			воды в %	жиров в % к сух. весу	редуцирующих сахаров в % к жив. весу	пировиноградной кислоты в % к жив. весу	через 3 часа	через 24 часа		через 1 час	через 24 часа
Контроль	0	9,4	84,8	22,7	0,14	0,06	798	757	0,85	2,3	2,4
ДДТ	0	22,4	84,4	17,0	0,1	0,05	1080	778	0,53	1,5	2,94
Фтористый натрий	0	10,8	84,2	28,6	0,1	0,06	718	888	0,75	2,4	2,31
ДДТ + фтористый натрий	90	23,9	82,7	17,9	0,14	0,06	1092	670	0,36	2,4	0,37

следних. В опытах с менее устойчивыми гусеницами 4 возраста непарного шелкопряда полная их смертность наступает как при обработке ДДТ, так и при обработке смесью ДДТ и фтористого натрия, но скорость действия в последнем случае почти в 4 раза больше, чем в первом.

Таблица 2

Сравнительная характеристика действия ДДТ, фтористого натрия и их смеси на гусениц 4 возраста непарного шелкопряда

Название препарата	Смертность в %	Средняя скорость действия препарата на насекомых в час.	Уменьшение веса гусениц через 3 часа после обработки в %	Содержание в гусеницах через 3 часа после обработки				Интенсивность дыхания через 4 часа обработки в мм ³ О ₂ на 1 г жив. веса в 1 час	Дыхательн. коэффициент через 4 часа после обработки
				воды в %	жиров в % к сух. весу	редуцирующих сахаров в % к жив. весу	пировиноградной кислоты в % к жив. весу		
Контроль	0	—	2,1	88,3	11,6	0,55	0,079	712	0,86
ДДТ	100	26	3,7	88,8	11,1	0,6	0,044	1631	0,72—0,75
Фтористый натрий	17,4	53	3,3	87,9	12,5	0,6	0,071	1382	0,7
ДДТ + фтористый натрий	100	7	11	86,6	11,9	0,6	0,071	2676	0,4—0,5

В опытах с более устойчивыми гусеницами 5 возраста кольчатого шелкопряда гибель 90% насекомых была отмечена через 24 часа лишь после обработки их смесью ДДТ и фтористого натрия. В других вариантах насекомые не погибали. Различие в характере синергизма ДДТ и фтористого натрия выражается, во-вторых, в том, что при быстротечном действии смеси ДДТ и фтористого натрия на гусениц 4 возраста непарного шелкопряда изменение обмена веществ проявляется лишь в увеличении интенсивности дыхания насекомых, уменьшении их веса и содержания в них воды. Содержание жиров и редуцирующих сахаров в данном случае не уменьшается. В опытах с гусеницами 5 возраста кольчатого шелкопряда, где действие инсектицидов проявляется более медленно, на-

рушение обмена веществ более значительно. Более значительно уменьшение веса насекомых при уменьшении содержания в них не только воды, но и жиров. При этом сохраняется закономерность в нарушении обмена веществ по большинству показателей в том смысле, что оно проявляется более сильно при отравлении насекомых смесью ДДТ и фтористого натрия, менее значительно при отравлении ДДТ и почти не проявляется при отравлении фтористым натрием.

Сравнительный анализ данных, представленных в табл. 1 и 2, приводит, таким образом, к заключению, что гибель насекомых в описанных опытах могла наступить до того, как нарушение обмена веществ вызовет серьезное их истощение. Хотя результаты рассматриваемых опытов и не позволяют судить о блокирующем действии смеси ДДТ и фтористого натрия на углеводный обмен на фазе образования пировиноградной кислоты и тем самым предполагать нарушение процессов синтеза ацетилхолина, действие ее на холинэстеразу несомненно. Действие смеси ДДТ и фтористого натрия вызывает резкое снижение активности холинэстеразы сравнительно с контролем и отдельно взятыми препаратами, что ведет, повидимому, к полному или частичному прекращению гидролиза ацетилхолина, накоплению его в организме. Вызванное этим нарушение нормальных процессов передачи нервного возбуждения на мышцы является одной из причин нарушения газообмена, выражающегося сначала в повышении интенсивности дыхания, а затем в резком его снижении, а также в снижении дыхательного коэффициента.

Дальнейшие исследования синергизма ДДТ и фтористого натрия заключались в определении зависимости величины синергетического эффекта от содержания и соотношения компонентов в смеси. Результаты этих исследований представлены в табл. 3.

Анализ данных табл. 3 свидетельствует, во-первых, о возможности синергизма ДДТ и фтористого натрия при меньшем, чем в предыдущей серии опытов содержании действующих веществ в комбинированном препарате, во-вторых, о прямой зависимости синергетического эффекта от содержания в препарате фтористого натрия. Наиболее ощутимый эффект в этой серии опытов был получен при обработке насекомых дустом, содержащим 2,5% ДДТ и 15% фтористого натрия.

Из всех фтористых соединений наибольшее применение в борьбе с вредными насекомыми находит кремнефтористый натрий. Так как технический препарат кремнефтористого натрия содержит до 5% фтористого натрия, казалось целесообразным исследовать вопрос о синергизме ДДТ и кремнефтористого натрия. Результаты этого исследования, проведенного по описанной выше методике, представлены в табл. 4, анализ которой свидетельствует о наличии синергизма также между ДДТ и кремнефтористым натрием, хотя и менее резкого, чем у ДДТ и фтористого натрия. Физиологические же и биохимические показатели указывают на известную общность в характере процессов отравления в опытах с фтористым и кремнефтористым натрием. При действии смеси ДДТ и кремнефтористого натрия на гусениц 5 возраста кольчатого шелкопряда отме-

Таблица 3

Синергизм действия ДДТ и фтористого натрия на гусениц 4 возраста непарного шелкопряда при различном соотношении компонентов в смеси

Название препарата	Содержание действующего вещества в дусте в %	Смертность насекомых через 68 час. в %	Скорость действия препарата в час.
Контроль . . .	—	0	0
ДДТ	2,5	100	45
Фтористый натрий . . .	2,5	0	—
	5,0	0	—
	10,0	15	45
	15,0	20	32
ДДТ + фтористый натрий	2,5—2,5	100	43
	2,5—5,0	100	42
	2,5—10,0	100	30
	2,5—15,0	100	25

Таблица 4

Сравнительная характеристика действия ДДТ, кремнефтористого натрия и их смеси на гусениц 5 возраста кольчатого шелкопряда

Название препарата	Смертность через 24 часа в %	Скорость действия в часах	Уменьшение веса гусениц через 24 часа после обработки в %	Содержание в гусеницах через 24 часа после обработки				Интенсивность дыхания в мм ³ О ₂ на 1 г жи- вого веса в 1 час		Дыхательный коэф- фициент	Активность холинэсте- разы (выделено СО ₂ СООН мр на 1 г жив. веса в 1 час)	
				воды в %	жиров в % к сух. весу	редуц. саха- ров в % к сух. весу	пировино- градной кислоты в % к жив. весу	через 3 часа	через 4 часа		через 1 час	через 24 часа
Контроль	0	—	11,1	83,8	21,1	0,2	0,03	755	743	0,86	1,99	2,0
ДДТ	90	55	22,3	82,8	20,7	0,11	0,03	984	1226,4	0,75	3,19	2,49
Кремнефтори- стый натрий	0	—	11,6	84,2	21,3	0,1	0,02	823	780	0,7	3,04	2,04
ДДТ + кремне- фтористый натрий (1 : 1)	100	51	25,9	82,3	20,9	0,04	0,03	1281	1481	0,66	0,66	2,12

чено более значительное уменьшение их веса при потере ими воды, жиров, сахаров и других веществ, чем при действии отдельно взятых препаратов. В этих опытах отмечено также изменение активности холинэстеразы, выражающееся в некоторой активизации ее при отравлении ДДТ и кремнефтористым натрием и резком торможении уже через час после обработки насекомых смесью этих инсектицидов. Смесь вызывает значительное уменьшение содержания в насекомых редуцирующих сахаров, но значительно менее ощутимое изменение в содержании пировиноградной кислоты. Это может служить косвенным подтверждением блокирующего влияния смеси на углеводный обмен на фазе образования пировиноградной кислоты и в дальнейшем — на синтез ацетилхолина. Торможение действия холинэстеразы и прекращение синтеза ацетилхолина ведет, естественно, к нарушению нормальных функций нервно-мышечной системы насекомых и является одной из причин нарушения процессов газообмена.

Синергизм ДДТ и кремнефтористого натрия может проявляться и при действии их смеси на гусениц 4 возраста непарного шелкопряда. Смертность гусениц при обработке их кремнефтористым натрием достигает 88 %, ДДТ 100 % и при обработке смесью ДДТ и кремнефтористого натрия 100 %. Скорость действия в первом случае равна 47 часам, во втором 59 часам, и в третьем 21 часу.

Установленные закономерности синергизма ДДТ и фтористых соединений могут явиться теоретическим обоснованием мероприятий по повышению эффективности применения этих инсектицидов в борьбе с вредными насекомыми.

Ленинградский сельскохозяйственный институт

Поступило
13 I 1954

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Н. Г. Берим, ДАН, 84, № 2 (1952). ² С. Р. Зубкова и Т. В. Правдин-Неминская, Рефераты АН СССР, отд. биол. наук, 1945. ³ И. В. Кожанчиков, Экспериментально-экологические методы исследования в энтомологии, 1937. ⁴ Х. С. Коштойяц, ДАН, 19, № 4 (1938). ⁵ Х. С. Коштойяц, Белковые тела, обмен веществ и нервная регуляция, Изд. АН СССР, 1951. ⁶ Н. П. Мешкова и С. Е. Северин, Практикум по биохимии животных (1950). ⁷ Л. В. Ягужинская, Мед. паразит. и паразит. болезни, № 5 (1948).