

ФИЗИОЛОГИЯ

Д. Ф. РУДНЕВ и В. И. ГРИМАЛЬСКИЙ

**ТОКСИЧНОСТЬ ГЕКСАХЛОРАНА КАК ФУМИГАНТА
ДЛЯ ЛИЧИНОК ХРУЩЕЙ**

(Представлено академиком Н. В. Цициным 17 V 1954)

В последние годы в борьбе с вредными насекомыми широкое применение получил гексахлоран, оказавшийся особенно токсичным для подавляющего числа вредных насекомых, живущих в почве, в частности для личинок хрущей, борьба с которыми всегда являлась весьма трудным делом. Институт энтомологии и фитопатологии АН УССР разработал метод защиты корней древесных сеянцев дустами ДДТ и ГХЦГ⁽¹⁾. Этот метод вполне оправдал себя при облесении площадей, зараженных личинками хрущей, и только на Украине по этому способу уже удалось успешно закультивировать около 40 000 га леса. В самом деле, сплошная затравка почвы недоступна для применения в лесном хозяйстве вследствие затраты слишком большого количества химикатов и труда, тогда как обработка корней или посадочного места, будучи вполне эффективной, является и экономически приемлемой.

Однако в процессе внедрения метода защиты корней сеянцев выяснилось, что обработка корней дустом гексахлорана на сухих почвах, в особенности на юге, наряду с высокой токсичностью по отношению к личинкам хрущей, угнетает растения, а в случае засухи даже приводит многие растения к гибели. Эти факты заставили поставить вопрос об изменении способа борьбы с личинками хрущей в условиях сухих почв в таком направлении, чтобы устранить отрицательное влияние непосредственного контакта гексахлорана с корнями растений, но вместе с тем использовать его высокие токсические свойства.

Согласно данным большинства авторов, основной формой действия ГХЦГ на насекомых является контактная. Кроме того, некоторыми исследователями отмечается кишечное и фумигационное его действие. Так, Д. Ф. Руднев в своей характеристике гексахлорциклогексана сообщает о действии γ -изомера (наиболее активной составной части ГХЦГ) как контактного и кишечного яда для насекомых и как фумиганта⁽²⁾. А. Л. Ефимов также пишет, что ГХЦГ обладает значительным фумигационным действием⁽⁴⁾, стр. 176); Ю. Н. Безобразов и А. В. Молчанов приводят данные о давлении паров γ -изомера, которое оказывается при температуре 20° равным 0,03 мм рт. ст., а при 60° равным 0,48 мм⁽⁵⁾. Вполне естественно, что столь низкое давление паров может вызвать сомнение в практическом значении фумигационного действия гексахлорана на вредителей. К сожалению, до сих пор этот вопрос еще не подвергался исследованию. В то же время, если бы ГХЦГ действовал как фумигант, то, определив радиус этого действия в почве при тех или иных условиях, можно было бы рационализировать метод его применения и устранить неблагоприятное влияние непосредственного контакта химиката с корнями растений.

Методика. В целях определения фумигационного действия гексахлорана нами была применена следующая методика. Личинки хрущей

закляались в проволочные клеточки размером 5×5×5 см, наполненные землей, взятой на месте проведения опытов. Для питания в каждую клеточку помещался кусок картофеля. Затем клеточки закапывались в землю на определенном расстоянии от места внесения гексахлорана в двух вариантах (см. рис. 1).

По I варианту гексахлоран в виде 12% дуста вносился в дозировке 5 и 10 г в марлевом мешочке в почву на глубину 10 см. От места внесения ГХЦГ клеточки с личинками располагались вплотную одна к другой в горизонтальном направлении, по диагонали и вертикально вглубь почвы. Аналогичным образом размещались контрольные клеточки, только

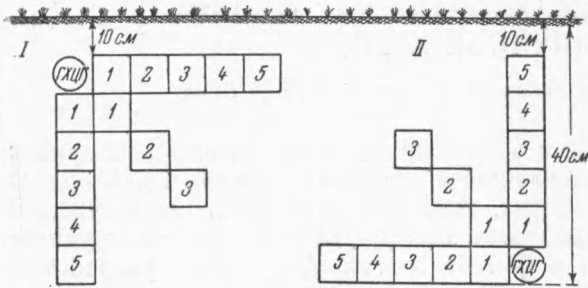


Рис. 1. Схема расположения в почве клеточек с личинками хрущей при определении фумигационного действия ГХЦГ

без внесения гексахлорана. II вариант отличался от первого тем, что дуст ГХЦГ в дозировке 10 г вносился на глубину 40 см, а вертикальный и диагональный ряды направлялись вверх к поверхности почвы.

В 1951 г. опыты по выяснению фумигационного действия ГХЦГ были поставлены при участии Н. М. Антонова в заповеднике Гористое, расположенном на левом берегу Днепра в 25 км к северу от Киева на песчаных почвах сухого бора.

Для опытов были использованы личинки волосистого (*Anoxia pilosa* F.) и мраморного (*Polyphylla fullo* L.) хрущей. Через каждые 10 дней клеточки осматривались и погибшие личинки заменялись свежими живыми, а также сменялась порция гексахлорана.

В период проведения опытов в середине лета стояла исключительно жаркая и сухая погода. Температура воздуха в тени достигала 36°. От-

Таблица 1
Фумигационное действие ГХЦГ на личинок хрущей в полевых условиях

Внесено дуста	Число повторностей	Номера клеточек					
		1	2	3	4	5	6
		Погибло личинок *					

I. Верхняя закладка ГХЦГ (на глубину 10 см)

5 г	8	$\frac{17}{70,9}$	$\frac{10}{40,7}$	$\frac{3}{12,5}$	$\frac{2}{12,5}$	$\frac{2}{12,5}$	$\frac{1}{6,3}$
10 г	22	$\frac{40}{60,6}$	$\frac{26}{39,4}$	$\frac{25}{37,4}$	$\frac{8}{18,2}$	$\frac{10}{23,6}$	$\frac{5}{11,4}$
Контроль	16	$\frac{5}{10,4}$	$\frac{8}{16,7}$	$\frac{3}{6,2}$	$\frac{0}{0,0}$	$\frac{0}{0,0}$	$\frac{0}{0,0}$

II. Нижняя закладка ГХЦГ (на глубину 40 см)

10 г	6	$\frac{4}{22,2}$	$\frac{4}{22,2}$	$\frac{3}{16,7}$	$\frac{4}{33,3}$	$\frac{4}{33,3}$	—
Контроль	6	$\frac{1}{5,6}$	$\frac{1}{5,6}$	$\frac{2}{11,1}$	$\frac{3}{25,0}$	$\frac{4}{33,3}$	—

* Над чертой — число личинок, под чертой — процент.

дельные измерения температуры на поверхности песка показали ее повышение до 56°. Результаты опытов 1951 г. приведены в табл. 1.

Из данных табл. 1 видно ясно выраженное фумигационное действие ГХЦГ на личинок волосистого и мраморного хрущей. Следует отметить, что гибель личинок особенно значительна в ближайших к дусту клеточках (70,9 и 60,6%), а по мере удаления постепенно снижается, но даже на расстоянии 30 см остается более высокой, чем в контроле. Различие в дозировке особенно большой роли в данном случае не сыграло. Повидимому, более существенное значение оказали колебания в температуре. Так, например, при нижней закладке дуста ГХЦГ на глубину 40 см разница между смертностью личинок под влиянием паров ГХЦГ и смертностью в контроле выражена значительно слабее. Прямыми наблюдениями

было установлено, что при жаркой погоде действие ГХЦГ значительно активнее. Отмечено также, что молодые личинки погибали скорее и ГХЦГ действовал на них на большем расстоянии. К сожалению, в 1951 г. систематических измерений температуры почвы не было проведено.

Для уточнения этого вопроса в 1952 г. были поставлены аналогичные опыты как в полевых условиях (в Феофаниевском лесничестве), так и в лабораторных — в термостате. Для опыта были использованы только перелинявшие двулетки майского хруща (*Melolontha vulgaris* L.), причем в Феофаниевском лесничестве опыты были поставлены в затененном месте — в узких однометровых междурядиях трехлетней посадки клена остролистного и на открытом месте — в питомнике среди однолетних сеянцев сосны. В целях более точной характеристики условий опыта произведены анализы почвы, а также измерения температуры в месте внесения ГХЦГ.

В результате анализов выяснилось, что супесчаная почва на затененном участке отличалась несколько большим содержанием глинистых частиц (менее 0,01 мм), чем глинисто-песчаная почва открытого участка (10,5% против 5,4%). Соответственно этому, емкость поглощения супесчаной почвы (6,4 мэкв) была несколько выше емкости поглощения глинисто-песчаной (4,1 мэкв). Содержание же гумуса в почвах этих участков примерно одинаково (2,1—2,4%), так же как и величина актуальной кислотности (рН 5,8—6,5). Температурный режим почвы во время проведения опытов представлен в табл. 2.

В результате проведенных опытов оказалось, что на затененном участке дуст ГХЦГ не проявил токсического действия на личинок, по крайней мере в течение испытанной 10—13-дневной экспозиции. Как в опытных, так и в контрольных клеточках все личинки остались живы и нормально питались. На открытом участке фумигационное действие ГХЦГ сказалось лишь на личинках, расположенных в горизонтальном ряду клеточек у самой поверхности почвы. В этом случае при проверке на 13-й день после закладки опыта оказалось, что в ближайшей к гексахлорану клеточке личинка погибла, причем, повидимому, уже давно, так как тело ее, за исключением головы, было съедено муравьями. В следующей клеточке личинка погибла, почернела, но не была еще съедена. Во всех остальных клеточках личинки оставались живыми.

Таблица 2

Условия проведения опытов	Т-ра почвы на глубине внесения дуста в °С		Число дней с температурой не ниже		
	средн. дневная	максимальная	20°	25°	0°
Затененный участок, ГХЦГ внесен на глубину 25 см . .	19,1	20,3	3	—	—
Открытый участок, ГХЦГ внесен на глубину 5 см . . .	25,1	31,1	13	11	4
Открытый участок, ГХЦГ внесена на глубину 25 см . .	18,7	21,2	3	—	—

Различное фумигационное действие дуста гексахлорана на двух участках вряд ли можно объяснить отмеченными выше небольшими различиями в механическом составе и емкости поглощения их почв. Основную роль в данном случае, вероятно, сыграл различный температурный режим почвы, что видно из табл. 2. Фумигационное действие 12% дуста ГХЦГ достаточно эффективно начало проявляться лишь при средней дневной температуре почвы не ниже 25° (а максимальной 30—31°).

С целью более определенного выяснения влияния температуры почвы на фумигационную активность гексахлорана и исключения возможного просачивания инсектицида с осадками, осенью 1952 г. были поставлены опыты в лабораторных условиях. Опыты проводились в термостатах с определенной заранее заданной температурой почвы в 25, 30, 35°, каждый раз при экспозиции не свыше 10 дней. В термостате помещались два ящика с песком, в каждый из которых на глубину 5 см закапывались по 4 проволочные клеточки, расположенные в горизонтальный ряд. Как показали почвенные анализы, емкость поглощения песка значительно (в 3—5 раз) меньше, чем глинисто-песчаных почв в полевых опытах. Поэтому в таком песке естественно было ожидать и большего проявления фумигационного действия гексахлорана. В один из ящиков (с 5 г 12% дуста гексахлорана перед рядом клеток) на глубину 5 см закапывались термометр Савинова и максимальный термометр. Второй ящик служил контролем. Опыты проводились в 2—3 повторностях. Результаты опытов показали, что при 25° фумигационное действие гексахлорана проявлялось на расстоянии 5 см: в течение 3—7 дней погибала личинка в ближайшей к ГХЦГ клеточке. Более далекое действие гексахлорана, по крайней мере при 10-дневной продолжительности опыта, не обнаружено. При 30° фумигационное действие гексахлорана достигало 10 см. Уже через 2 суток наступал полный паралич личинки в ближайшей к гексахлорану клеточке, а на 8-й день погибала личинка и во 2-й клеточке. Косвенное действие гексахлорана при 30° сказывалось значительно дальше — до 20 см, так как обнаружено, что в 3-й и 4-й клеточках личинки отказывались от пищи, в то время как все личинки в контрольном ящике питались нормально. При 35° гексахлоран эффективно действовал как фумигант до 20 см, причем действие его в этом случае сказывалось значительно быстрее: уже через сутки, на 2-й день ведения опыта, погибала ближайшая к инсектициду личинка, на 3-й день наступала гибель 2-й личинки, на 4-й день гибла 3-я, а на 5-й — 4-я. Таким образом, скорость распространения токсического действия гексахлорана как фумиганта при 35° составляла около 5 см в сутки.

До сих пор было неясно, почему личинки хрущей, в большинстве случаев не повреждая обработанные гексахлораном корни растений, погибают в их районе. При наличии фумигационных свойств инсектицида вполне естественно, что личинки гибнут даже не успевая повредить корни. Надо полагать, что ранней весной личинки, поднимаясь еще при низких температурах почвы из более глубоких слоев, привлекаются корнями растений. Затем, при повышении температуры резко повышается фумигация ГХЦГ, вследствие чего личинки парализуются и не успевают выбраться из увеличившейся сферы токсического действия инсектицида.

Наличие фумигационного действия ГХЦГ позволяет рационализировать применение этого инсектицида для борьбы с личинками хрущей путем создания защитных зон возле растений.

Поступило
29 VII 1953

ЦИТИРОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

- ¹ Свид. о регистрации в Гостехнике при Совете Министров СССР за № 13-50-14, 1948. ² Д. Ф. Руднев, Природа, № 4, 64 (1947). ³ Д. Ф. Руднев, ДДТ и ГХЦГ в борьбе с вредителями леса и полезащитных насаждений, Изд. АН УССР, 1951. ⁴ А. Л. Ефимов, Химический метод борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений, 1949. ⁵ Ю. Н. Безобразов, А. В. Молчанов, Гексахлоран, 1949.