

# Пестициды

# Пестициды (ядохимикаты)

«*pestis*» - зараза «*cido*» - убиваю

**Пестициды** – химические вещества, используемые для борьбы с вредителями и возбудителями заболеваний растений, животных, грибов или микроорганизмов, а также применяемые в качестве регуляторов роста растений (средств, тормозящих прорастание корнеплодов при хранении и др.)

ОСНОВНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ПО ТОКСИЧНОСТИ ПРИ РЕГИСТРАЦИИ НОВОГО ПЕСТИЦИДА	
Воздействие	Способ введения пестицида, модели животных
Острая токсичность	Перорально, ингаляционно (крысы)
Раздражение	Инстиляция в глаз (кролики), накожно (кролики, свиньи)
Нейротоксичность	Куры
Субхроническая токсичность	90-дневное исследование при введении с пищей — грызуны (крысы, мыши), негрызуны (собаки); накожно, ингаляционно — нагрузка при профессиональном воздействии
Хроническая токсичность	Одно- или двухлетнее исследование при пероральном приеме — грызуны (обычно крысы), негрызуны (собаки); онкогенетическое исследование (крысы или мыши)
Репродуктивная токсичность	Мутагенность <i>in vitro</i> (микроорганизмы); воздействие на потомство — тератогенность (крысы, мыши, кролики)

# Пестициды (ядохимикаты)

## Классификация пестицидов

### I. Химическая

- Неорганические соединения
- Органические соединения
- Металлоорганические соединения (органические соединения Hg и Sn)

### Органические соединения

- галогенсодержащие углеводороды (ДДТ и его аналоги, ТХЦГ, гептахлор и др.)
- амины и соли четвертичных аммониевых оснований (динват, паранват)
- органические соединения фосфора (ФОП, ФОС: метафос, карбофос, фоксим)
- кетоны, спирты, нитрофенолы, простые эфиры (динитрокрезол-ДНОК, нитрофен)
- алифатические, ароматические, ациклические кислоты и их производные (пиретроиды): перметрин, дельтаметриф, фенвалерат
- арилоксиалканкарбоновые кислоты и их производные (2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота)
- производные карбаминовой, тио- и дитиокарбаминовых кислот: карбарил и др.
- производные мочевины, тиомочевины и сернистой кислоты

# Пестициды (ядохимикаты)

## Классификация ядохимикатов в зависимости от их значения

- Акарициды
  - Альгициды
  - Антисептики
  - Арборициды
  - Бактерициды
  - Гербициды
  - Родентициды
  - Инсектициды
  - Моллюскоциды (лимациды)
  - Нематоциды
  - Фунгициды
- 
- Дефолианты, десиканты
  - Репелленты, аттрактанты

## Классификация ядохимикатов в зависимости от путей поступления в организм насекомых

### ИНСЕКТИЦИДЫ

- Контактные инсектициды
- Кишечные инсектициды
- Системные инсектициды
- Фумиганты

## Классификация ядохимикатов в зависимости от характера их действия

### ГЕРБИЦИДЫ

- Гербициды контактного действия
- Гербициды системного действия
- Гербициды, действующие на корневую систему растений или на прорастающие семена

# Пестициды (ядохимикаты)

## Токсикологическое значение ядохимикатов

**ДОК** – допустимая остаточная концентрация в природных объектах «остаточные количества пестицидов» ( $LD \equiv DL_{50}$ , мг/кг)

Классификация по токсичности (при введении в желудок крысы):

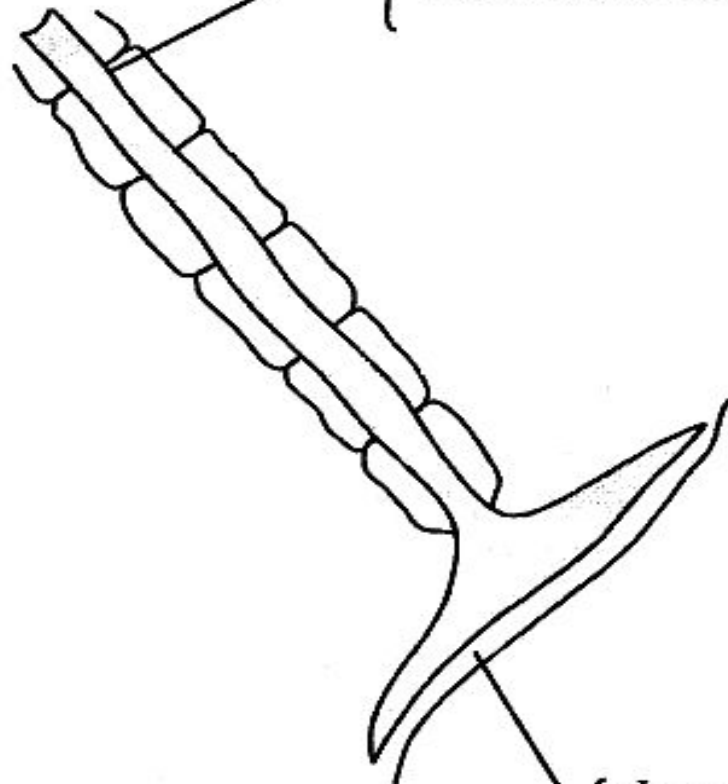
1. Особо токсичные – до 50 мг/кг
2. Высокотоксичные – 50 – 200
3. Среднетоксичные – 200 – 1000
4. Малотоксичные - >1000

# Пестициды (ядохимикаты)

Хлорорганические  
пиретроиды



Ферменты  
Аксонные мембраны  
Ионы ( $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Cl}^-$ )



Фосфорорганические  
соединения и эфиры  
карбаматов

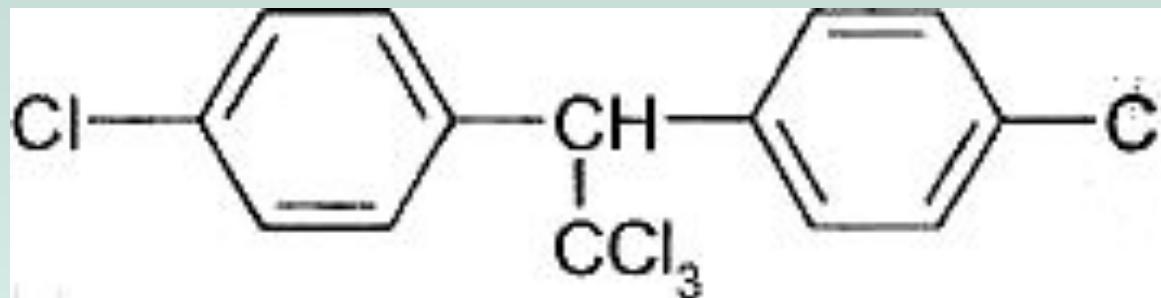


Ферменты  
Нейромедиаторы

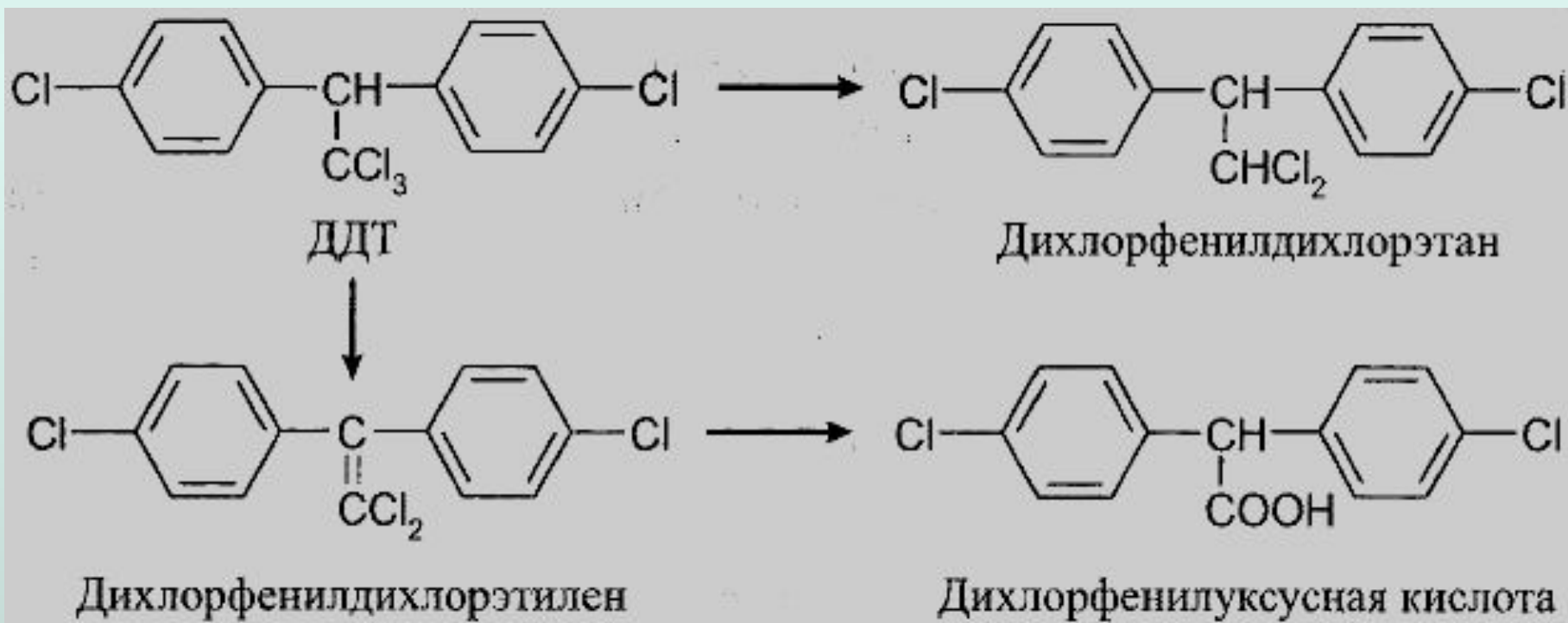
Возможные центры воздействия инсектицидов на аксон  
(no Donald J. Ecobichon, 2003).

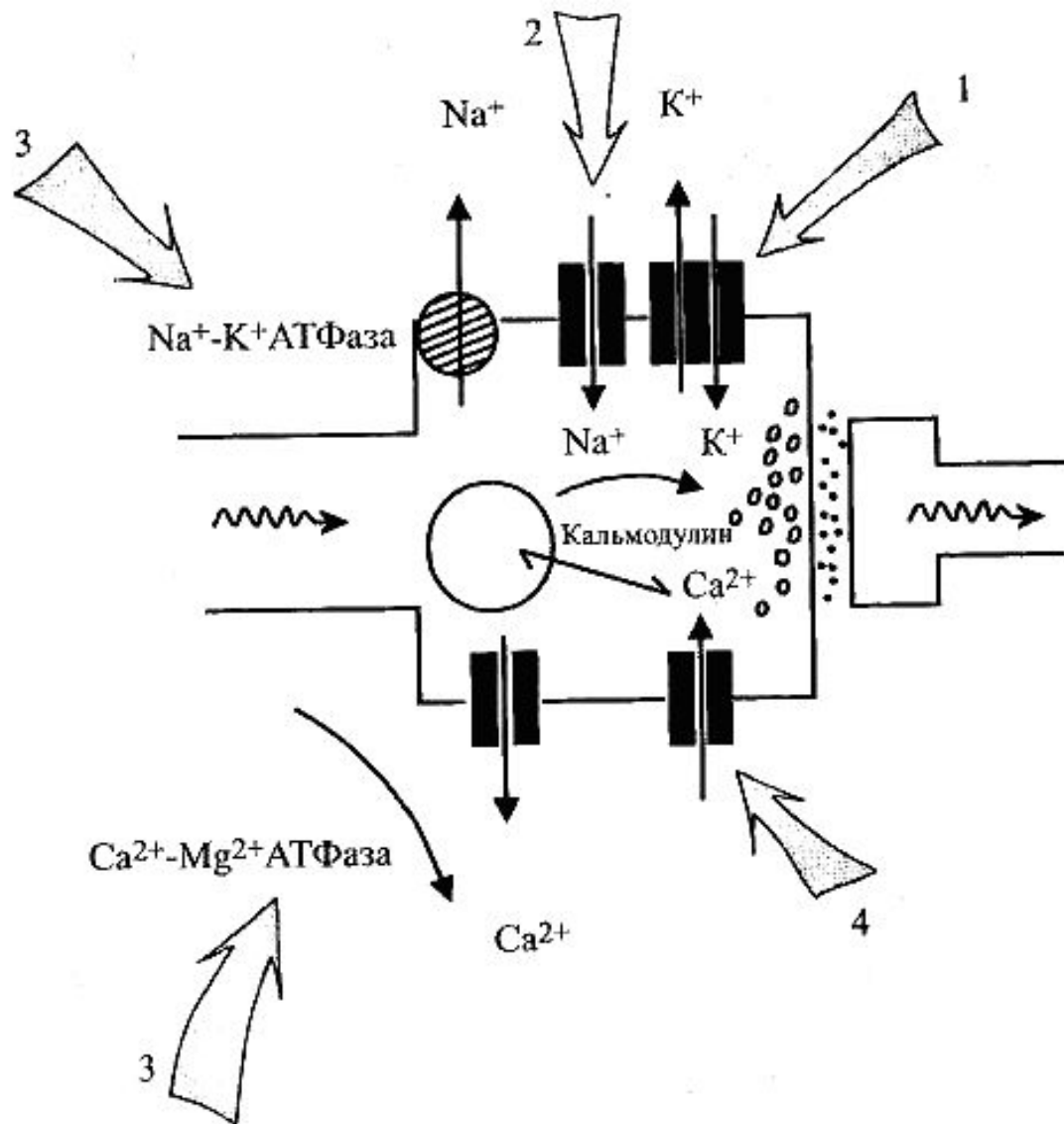
# Пестициды (ядохимикаты)

ХОП



ДДТ - (1,1-ди(4-хлорфенил)-2,2,2-трихлорэтан)





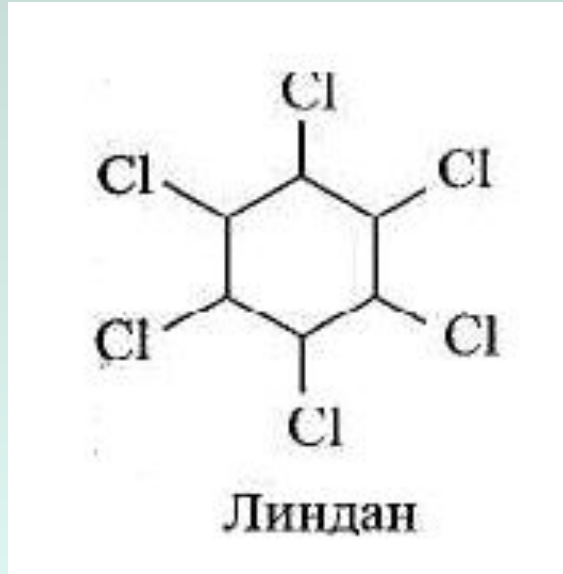
### Возможные центры воздействия ДДТ.

- 1 — уменьшение транспорта калия через поры; 2 — инактивация закрытия натриевых каналов; 3 — ингибирование Na<sup>+</sup>, K<sup>+</sup> и Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup>-АТФаз; 4 — ингибирование связывания кальция с кальмодулином и высвобождения нейромедиатора (по Donald J. Ecobichon, 2003).

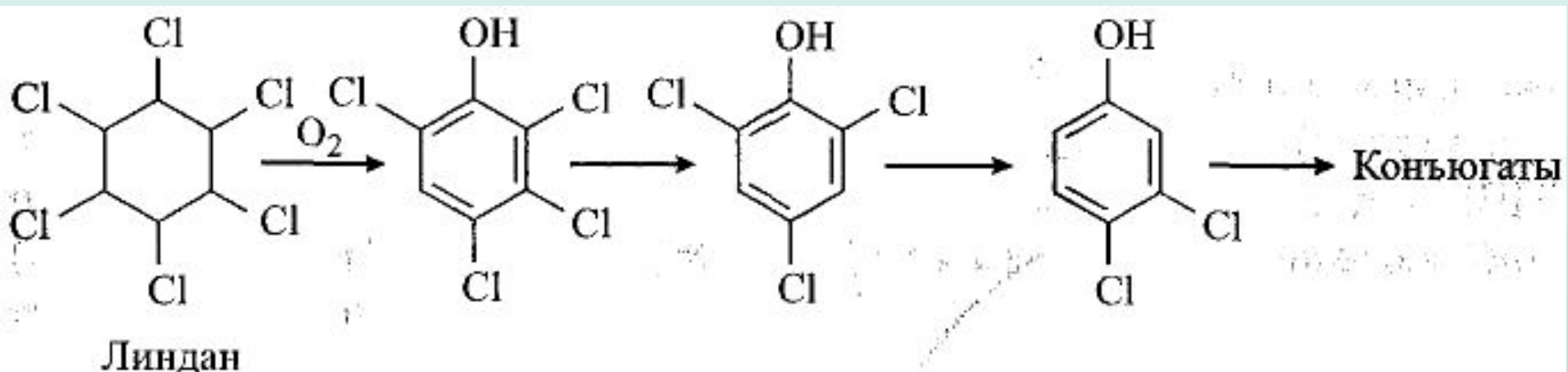


# Пестициды (ядохимикаты)

ХОП

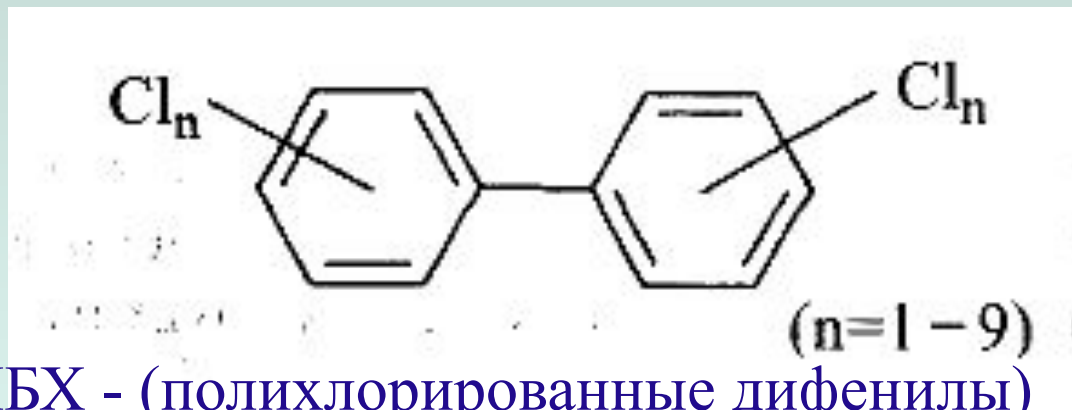


Гексахлоран - (1,2,3,4,5,6 – гексахлорциклогексан;  $\gamma$ -ГХЦГ; линдан)

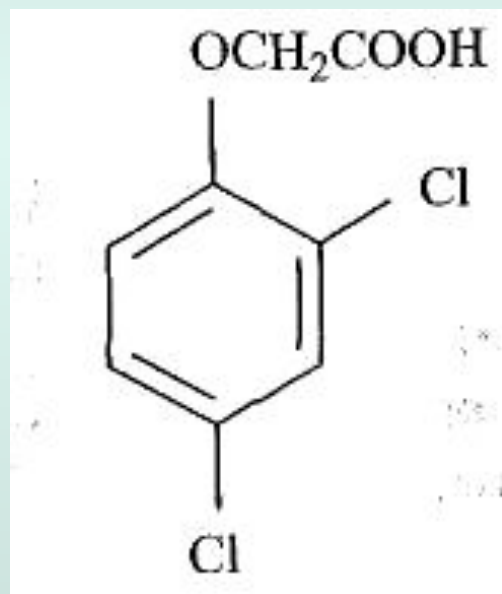


# Пестициды (ядохимикаты)

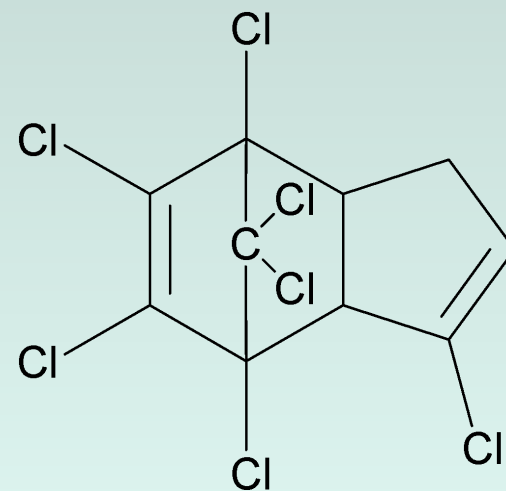
ХОП



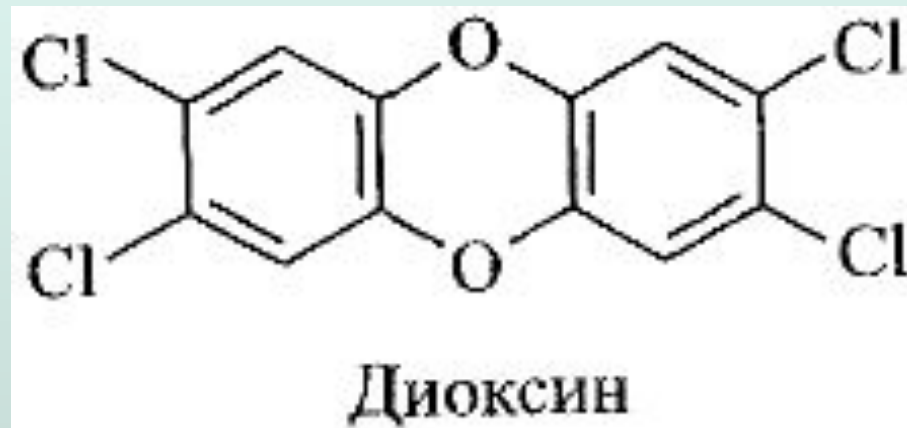
ПБХ - (полихлорированные дифенилы)



Препарат 2,4 = Д  
(2,4-дихлорфеноксиуксусная кислота; аквалин)



Гептахлор (везикол 104, гептазол)



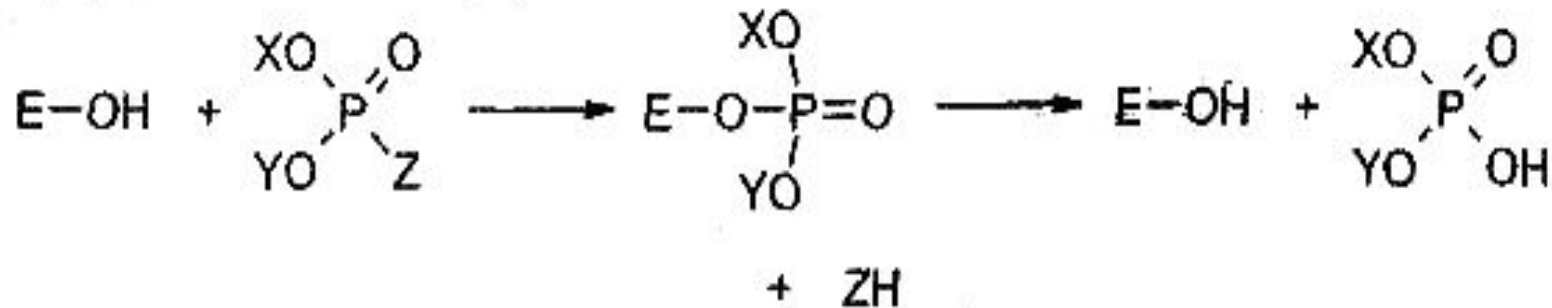
Диоксин  
2,3,7,8-тетрахлордibenzo-p-диоксин



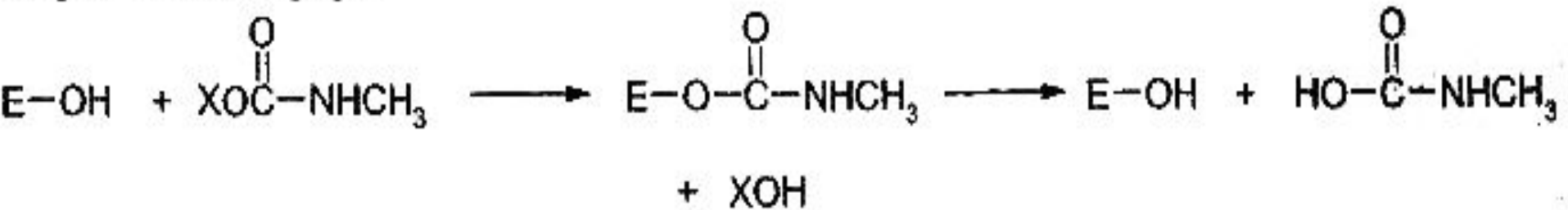
# Пестициды (ядохимикаты)

## Анти-ХЭ

### Фосфорорганические эфиры



### Карбаматные эфиры



Взаимодействие фосфорорганического или карбаматного эфира и гидроксильных групп серина в активном центре фермента ацетилхолинэстеразы (E-OH)

(no Donald J. Escobichon, 2003).

# Пестициды (ядохимикаты)

## ФОС

### ТОКСИЧНОСТЬ ФОСФОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ

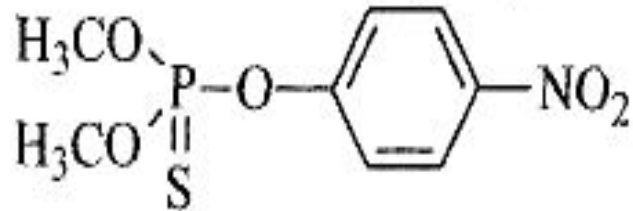
Название, формула, применение	DL <sub>50</sub> , мг/кг
<i>Производные ортофосфорной кислоты H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub>:</i>	80
дихлофос, O — (2,2-дихлорэтинил)-диметил-фосфат (для борьбы с кишечными паразитами животных) $\begin{array}{c} \text{OCH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{CO}-\text{P}-\text{O}-\text{CH}=\text{CCl}_2 \\    \\ \text{O} \end{array}$	
<i>Производные фосфоновой кислоты:</i>	560
хлорофос (трихлорфон) — 1-гидрокси-2,2,2-трихлорэтил- O,O-диметилфосфонат (инсектицид) $\begin{array}{c} \text{OCH}_3 \\   \\ \text{H}_3\text{CO}-\text{P}-\text{CH}-\text{CCl}_3 \\    \quad   \\ \text{O} \quad \text{OH} \end{array}$	

# Пестициды (ядохимикаты)

## ФОС

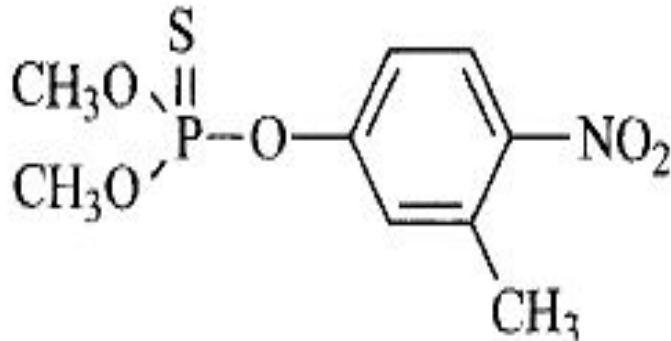
*Производные тиофосфорной кислоты:*

метафос - О,О-диметил-О,п-нитрофенилтиофосфат — инсектицид (для защиты бобовых, ягодных культур и риса)



25—50

метилнитрофос (сумитион) - диметил 3-метил-4-нитрофенил фосфоротионат (инсектицид)

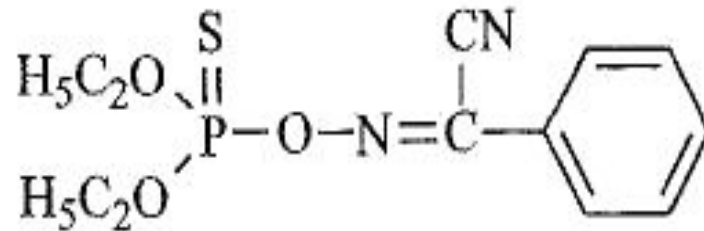


470—516

# Пестициды (ядохимикаты)

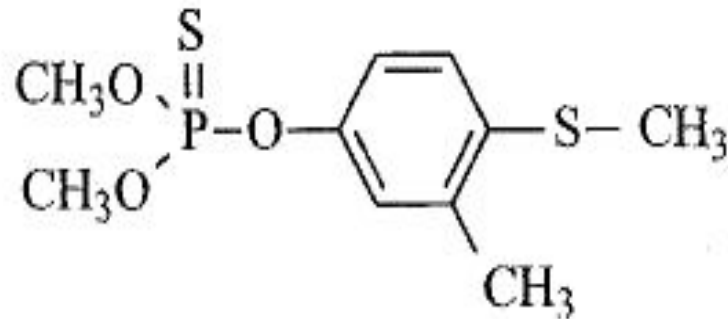
## ФОС

фоксим - 2-(диэтокситиофосфилоксиамино)-  
2-фенилацетонитрил (инсектицид)



2000

байтекс (фентион) — O,O-диметил O-3-метил-4-  
метилтиофенил фосфоротионат (инсектицид)



341

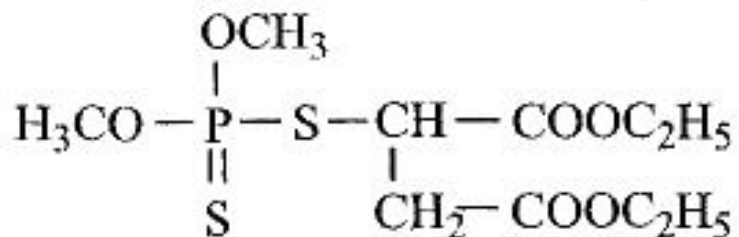


# Пестициды (ядохимикаты)

## ФОС

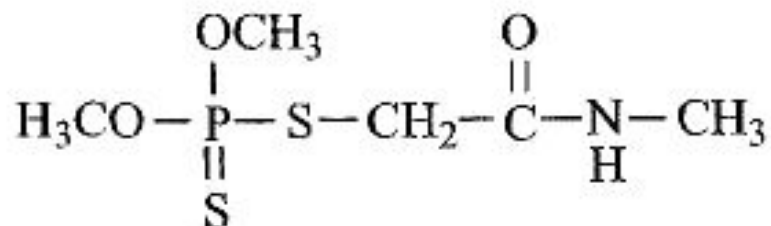
*Производные дитиофосфорной кислоты:*

карбофос - О,О-диметил-S-(1,2-диэтоксикарбонилэтил) дитиофосфат (малатион) (инсектицид, акарицид)



1375

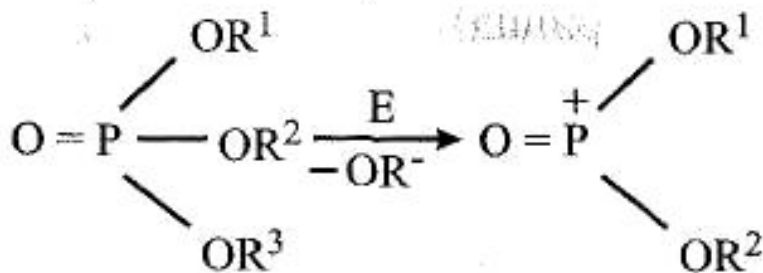
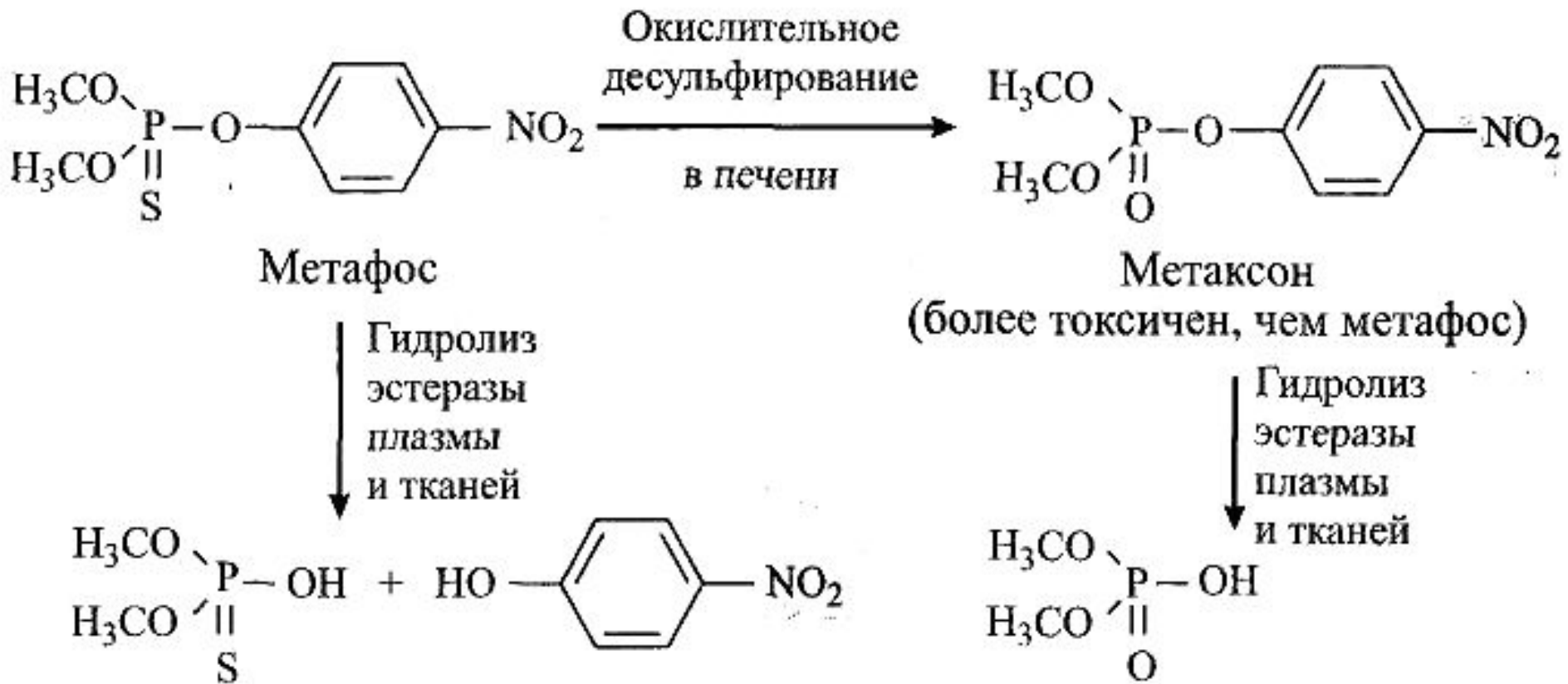
фосфамид — О,О-диметил-S-(N-метилкарбамоилметил) дитиофосфат (для борьбы с вредными насекомыми, в частности, с клещами и жуками)



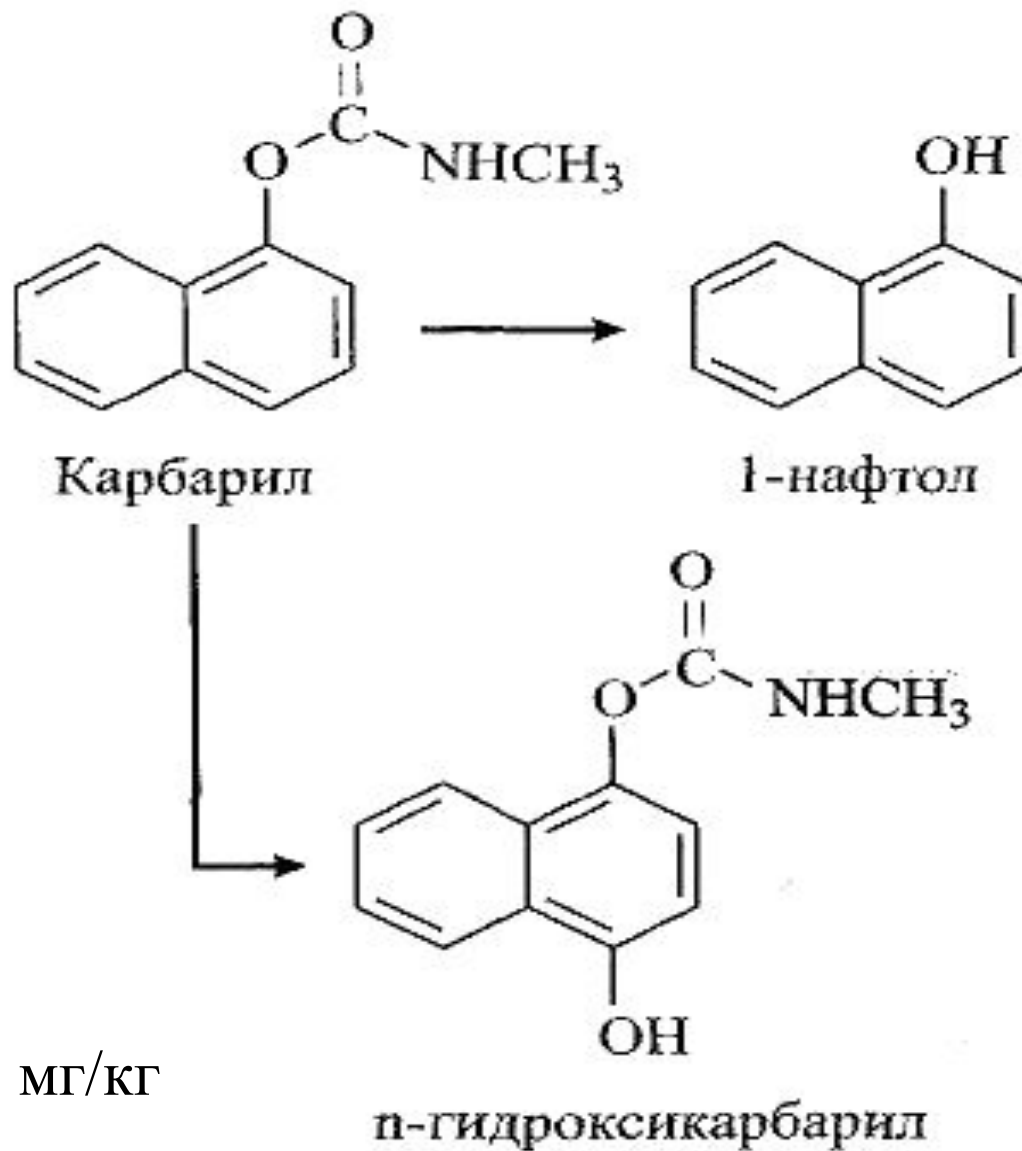
250



# Метаболизм ФОС



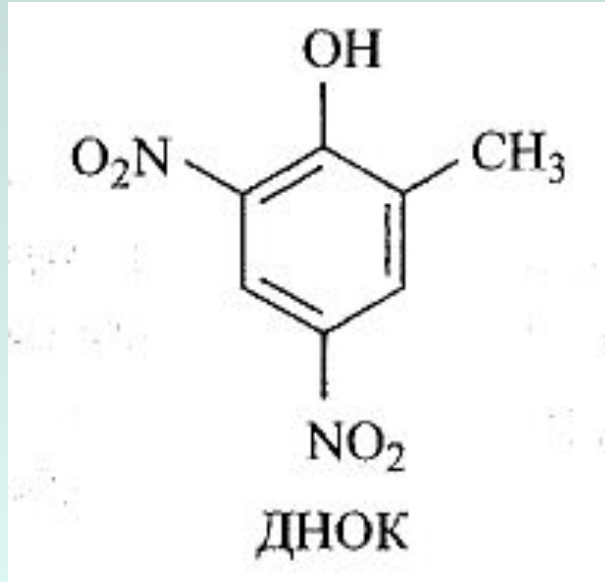
# Эфиры карбаминовой кислоты



DL<sub>50</sub> 310-550 мг/кг

# Пестициды (ядохимикаты)

## Нитросоединения

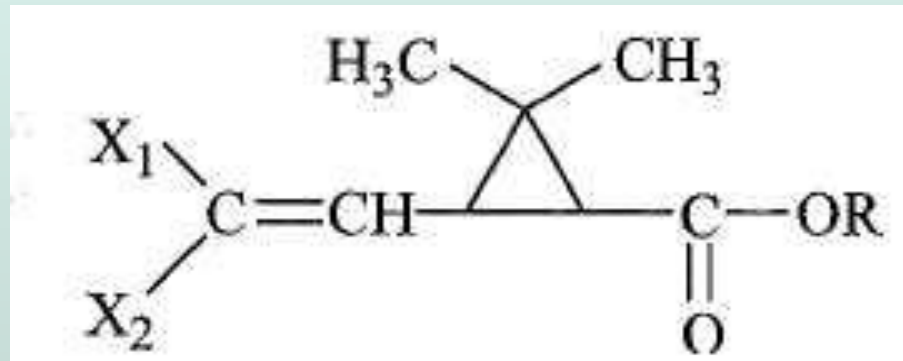


$DL_{50}$  40-85 мг/кг

$DL_{100}$  0,35-2,0 г

2-метил-4,6-динитрокрезол (арборол)

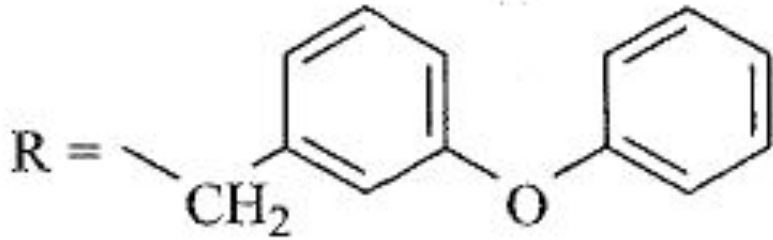
## Пиретроиды



# Пестициды (ядохимикаты)

## Пиретроиды

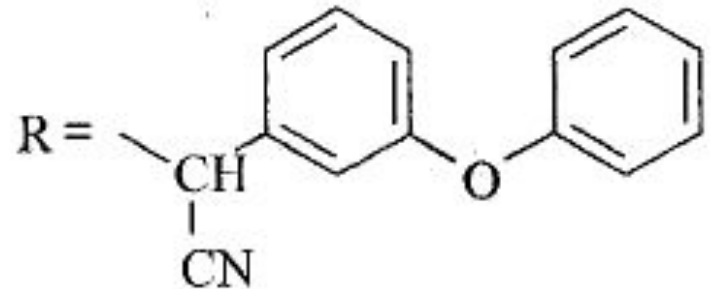
$X_1, X_2 = \text{Cl};$



$DL_{50}$  500 – 4000 мг/кг

Перметрин (амбуш)

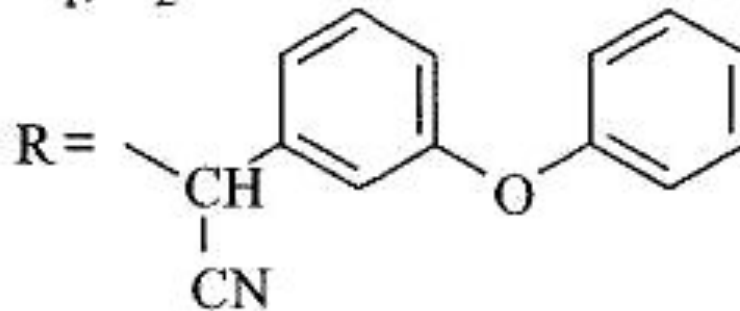
$X_1, X_2 = \text{Br}$



$DL_{50}$  128 мг/кг

Дельтаметрин

$X_1, X_2 = \text{Cl}$



$DL_{50}$  250 – 300 мг/кг

Циперметрин