

**Ochrona
środowiska
w technologii
chemicznej
(OŚTCh)**



Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki

- charakteryzują się dużą prężnością par, dlatego główną drogą ich wchłaniania jest układ oddechowy
- są związkami lipofilnymi, dlatego łatwo przenikają do krwi
- wydajną drogą wchłaniania rozpuszczalników w warunkach narażenia zawodowego jest skóra
- wykazują toksyczność ogólną i swoistą
- toksyczność ogólna – wszystkie rozpuszczalniki mają wspólną cechę działania, tzn. powodują depresję obwodowego układu nerwowego do znieczulenia ogólnego włącznie; objawy zatrucia dużymi dawkami różnych rozpuszczalników są bardzo podobne

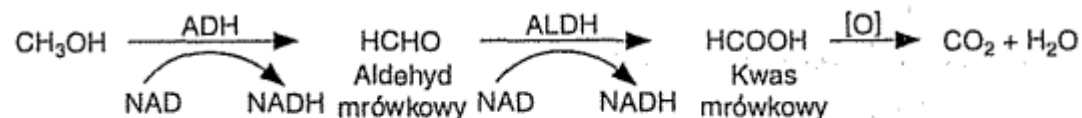
| Związek | Temp.wrz., °C | Wyczuwalność zapachu, mg/m ³ | Zastosowania |
|--------------------|---------------|---|---|
| Kwas octowy | 118 | 0,1–1,5 | synteza, przemysł farmaceutyczny, fotografia, polimery |
| Aceton | 56 | 5–50 | rozpuszczalnik żywic celulozowych i wulkanizatów, klejów i farb |
| Benzen | 80 | 3 | paliwa silnikowe, synteza zwłaszcza bezwodnika maleinowego, środki zapachowe, perfumy i farby |
| Tetrachlorek węgla | 77 | 500 | produkcja fluoropochodnych węglowodorów |
| Chloroform | 62 | 1000 | chłodziarki, farmaceutyki |
| Cykloheksan | 81 | 4–10 | synteza włókien poliamidowych (nylony) |
| 1,4-Dioksan | 101 | 4–25 | lakiery, farby, kosmetyki, środki czyszczące i detergenty |
| Etanol | 78 | 5–50 | synteza, browarnictwo, mydła, kosmetyki |
| Eter dietylowy | 35 | 1–10 | produkcja etylenu, przemysł perfumeryjny, ekstrakcja |
| Metanol | 65 | 1–100 | synteza białek, estrów i formaldehydu do tworzyw sztucznych, odwadnianie gazu ziemnego |
| Tetrahydrofuran | 66 | 10 | synteza polieterów, rozpuszczalnik PVC |
| Toluen | 111 | 1–100 | paliwa, farby i materiały powłokowe, izocyjaniany, środek zastępczy benzenu |
| Trichloroetan | 74 | 540 | czyszczenie metali i tapicerki, kleje |
| p-Ksylen | 138 | 1–10 | synteza kwasu tereftalowego, paliwa silnikowe |



Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki, alkohole alifatyczne

METANOL

- inne nazwy – karbinol, spirytus drzewny
- stosowany głównie do syntezy formaldehydu i innych związków chemicznych, jako rozpuszczalnik oraz dodatek do benzyny bezołowiowej jako czynnik przeciwstukowy i przeciwzamrożeniowy
- szybko wchłania się z przewodu pokarmowego, układu oddechowego i przez skórę
- w organizmie ulega metabolicznemu utlenieniu do formaldehydu i kwasu mrówkowego



Ryc. 13.1. Biotransformacja alkoholu metylowego.

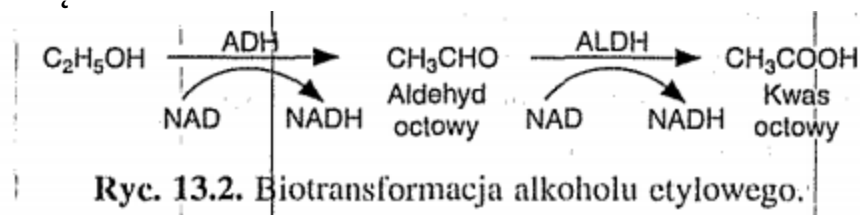
- za charakterystyczne efekty zatrucia metanolem są odpowiedzialne jego metabolity – kwas mrówkowy powoduje ciężką kwasicę metaboliczną, formaldehyd i kwas mrówkowy uszkadzają siatkówkę i nerw wzrokowy, formaldehyd powoduje zmiany zwyrodnieniowe komórek wątroby, nerek i mięśnia sercowego
- przewlekłe narażenie na pary metanolu powoduje podrażnienie błon śluzowych, drętwienie kończyn, zawroty głowy, zaburzenia słuchu i upośledzenie widzenia (które może przejść w ślepotę)



Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki, alkohole alifatyczne

ETANOL

- jeden z najczęściej stosowanych rozpuszczalników w przemyśle; jest używany do ekstrakcji i syntezy związków organicznych w przemyśle chemicznym i farmaceutycznym; jest środkiem przeciwzamrożeniowym i dodatkiem do benzyny; jest środkiem dezynfekcyjnym
- etanol wykazuje silne działanie hepatotoksyczne i zakłóca bilans energetyczny
- metabolity etanolu wykazują dużą toksyczność; aldehyd octowy denaturuje białka i enzymy, natomiast kwas octowy zakłóca równowagę kwasowo-zasadową wywołując kwasicę



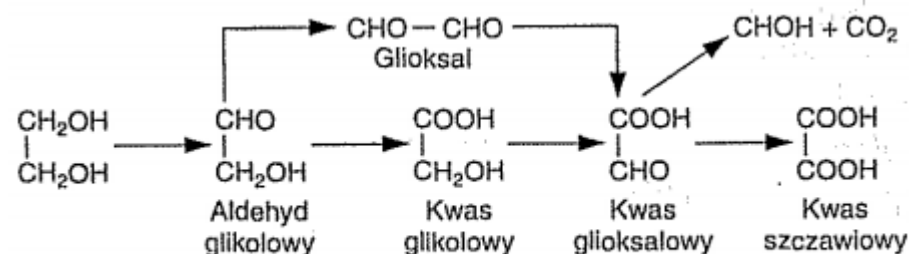
- zwiększa toksyczność wielu związków chemicznych, np. takich hepatotoksyn jak tetrachlorek węgla, chloroform, trichloroetylen (indukuje cytochrom P-450 2E1 odpowiedzialny za tworzenie toksycznych metabolitów wymienionych związków)
- jednym z najpoważniejszych skutków toksycznych działania etanolu jest jego rola jako kokancerogenu – sam nie inicjuje procesu nowotworowego, jednak wchodzi w interakcje z innymi kancerogenami, stymulując powstawanie zmian nowotworowych
- spożywany w ciąży powoduje poalkoholowy zespół płodowy charakteryzujący się niedorozwojem umysłowym noworodka, małogłowiem i upośledzoną koordynacją ruchową



Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki, glikole

Glikol etylenowy

- stosowany w kosmetykach, syntezie chemicznej, jako rozpuszczalnik w przemyśle farbiarskim i tworzyw sztucznych, do wyrobu włókien syntetycznych i wosków; wchodzi w skład niezamarzających płynów do chłodziw samochodowych, płynu hamulcowego, płynów używanych w wymiennikach ciepła, a także niektórych artykułów kosmetycznych; stosowany w produkcji materiałów wybuchowych
- wchłania się w postaci par i aerozoli z układu oddechowego, a w postaci ciekłej przez skórę i z przewodu pokarmowego
- w wątrobie jest utleniany do aldehydu glikolowego, który dalej utlenia się do kwasu glikolowego, a kolejne przemiany prowadzą do powstania kwasu glioksalowego i szczawiowego



Biotransformacja glikolu etylenowego.

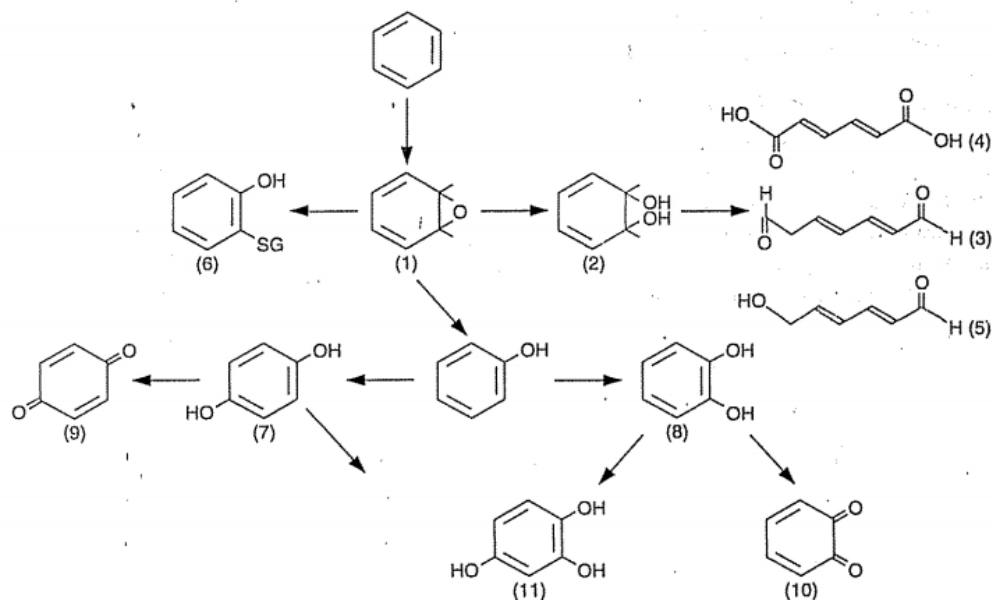
- glikol działa narkotycznie na ośrodkowy układ nerwowy
- kwasy powstające w wyniku biotransformacji glikolu wywołują kwasicę przyczyniając się do zakłócenia funkcji nerek, a nawet ich uszkodzenia
- kwas szczawiowy i jego sole mogą tworzyć kryształy w kanalikach nerkowych
- przewlekłe narażenie drogą inhalacyjną powoduje podrażnienie oczu i górnych dróg oddechowych oraz niewydolność nerek
- wykazuje właściwości teratogenne



Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki, węglowodory aromatyczne i pochodne

Benzen

- stosowany jest w wielu gałęziach przemysłu jako rozpuszczalnik lub surowiec wyjściowy do dalszej syntezy, np. żywic poliestrowych, tworzyw sztucznych typu polistyrenu oraz elastomerów, substancji powierzchniowo czynnych, związków chlorobenzenowych, insektycydów i barwników
- główną drogą wchłaniania benzenu jest układ oddechowy, wchłania się całkowicie z przewodu pokarmowego oraz w znacznych ilościach przez skórę
- duża lipofilność benzenu powoduje jego łatwe przenikanie do tkanek bogatych w lipidy; kumuluje się w tkance tłuszczowej, w wątrobie ulega utlenieniu do epoksydu, który ulega dalszym przemianom do metabolitów odpowiedzialnych za uszkodzenie szpiku kostnego



Biotransformacja benzenu: (1) epoksyd benzenu, (2) dihydrodiol benzenu, (3) aldehyd *trans, trans*-mukonowy, (4) kwas *trans, trans*-mukonowy, (5) kwas 6-hydroksy-2,4-*trans, trans*-heksadienowy, (6) produkt sprzęgania z glutationem, (7) 1,4-hydrochinon, (8) katechol, (9) 1,4-benzochinon, (10) 1,2-benzochinon, (11) 1,2,4-trihydroksybenzen.

Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki, węglowodory aromatyczne i pochodne

Benzen

- powoduje zarówno ostre jak i przewlekłe zatrucia
- wdychanie powietrza zawierającego około 64 g/m^3 benzenu może okazać się śmiertelne w ciągu kilku minut
- większym zainteresowaniem cieszą się efekty przewlekłej ekspozycji na działanie benzenu
- przy długotrwałym narażeniu na benzen pojawiają się objawy uszkodzenia układu krwiotwórczego na trzech poziomach: krwinek czerwonych, krwinek białych i płytek krwi; występują objawy niedokrwistości makrocytarnej, małopłytkowości, leukopenii, neutropenii i eozynofilii,
- długotrwałe narażenie na benzen wywołuje białaczkę limfocytarną, co jest podstawą zaliczenia benzenu do kancerogenów ludzkich; może wywoływać ziarnicę złośliwą i chłoniaki układu siateczkowo-śródbłonkowego



Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki, chlorowane węglowodory alifatyczne

chloroform

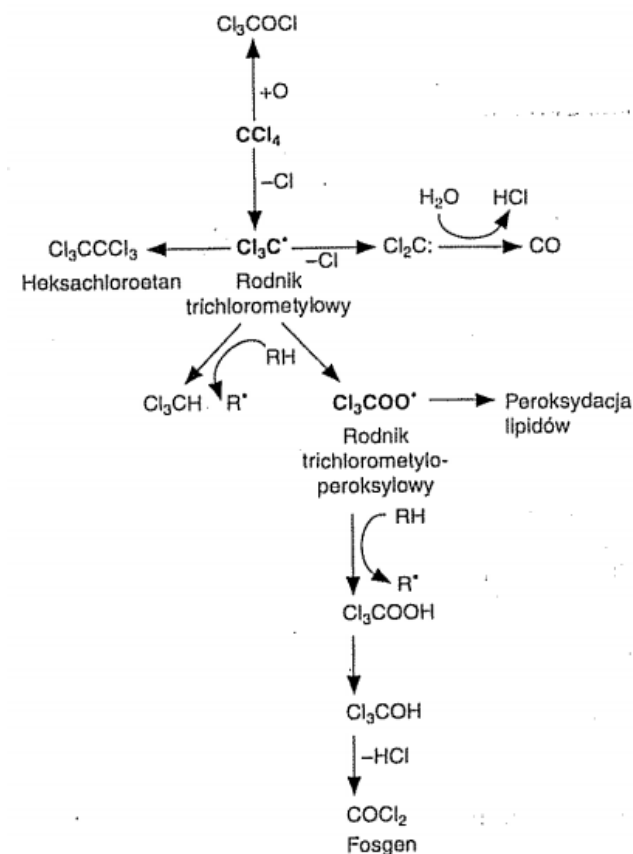
- stosowany głównie jako rozpuszczalnik klejów, tłuszczów, żywic, gumy i pestycydów oraz jako surowiec do syntez chemicznych, dawniej stosowany jako środek do znieczulenia wziewnego
- produkty biotransformacji chloroformu to chlorki oraz toksyczny fosgen - częściowo odpowiedzialny za hepatotoksyczność chloroformu
- wykazuje bardzo silne działanie narkotyczne
- przewlekłe narażenie na chloroform powoduje uszkodzenie wątroby przejawiające się żółtaczką, przechodzące w marskość



Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki, chlorowane węglowodory alifatyczne

Tetrachlorek węgla

- znajduje zastosowanie jako środek odtłuszczający, do ekstrakcji tłuszczów z kości zwierzęcych i z wełny, jest stosowany w pralniach chemicznych, jako rozpuszczalnik farb, lakierów i żywic oraz do napełniania gaśnic przeciwpożarowych, jest stosowany także w preparatach owadobójczych
- duża lipofilność tetrachloru węgla umożliwia łatwe przenikanie do tkanki nerwowej i wywieranie silnego działania narkotycznego
- za działanie hepatotoksyczne odpowiedzialne są wolne rodniki – produkty biotransformacji – inicjują proces peroksydacji lipidów co prowadzi zmian martwiczych w komórkach wątroby
- efektem odległym zatrucia jest stłuszczenie i marskość wątroby oraz przewlekłe zapalenie nerek



Biotransformacja tetrachloru węgla.

Organiczne substancje szkodliwe – rozpuszczalniki

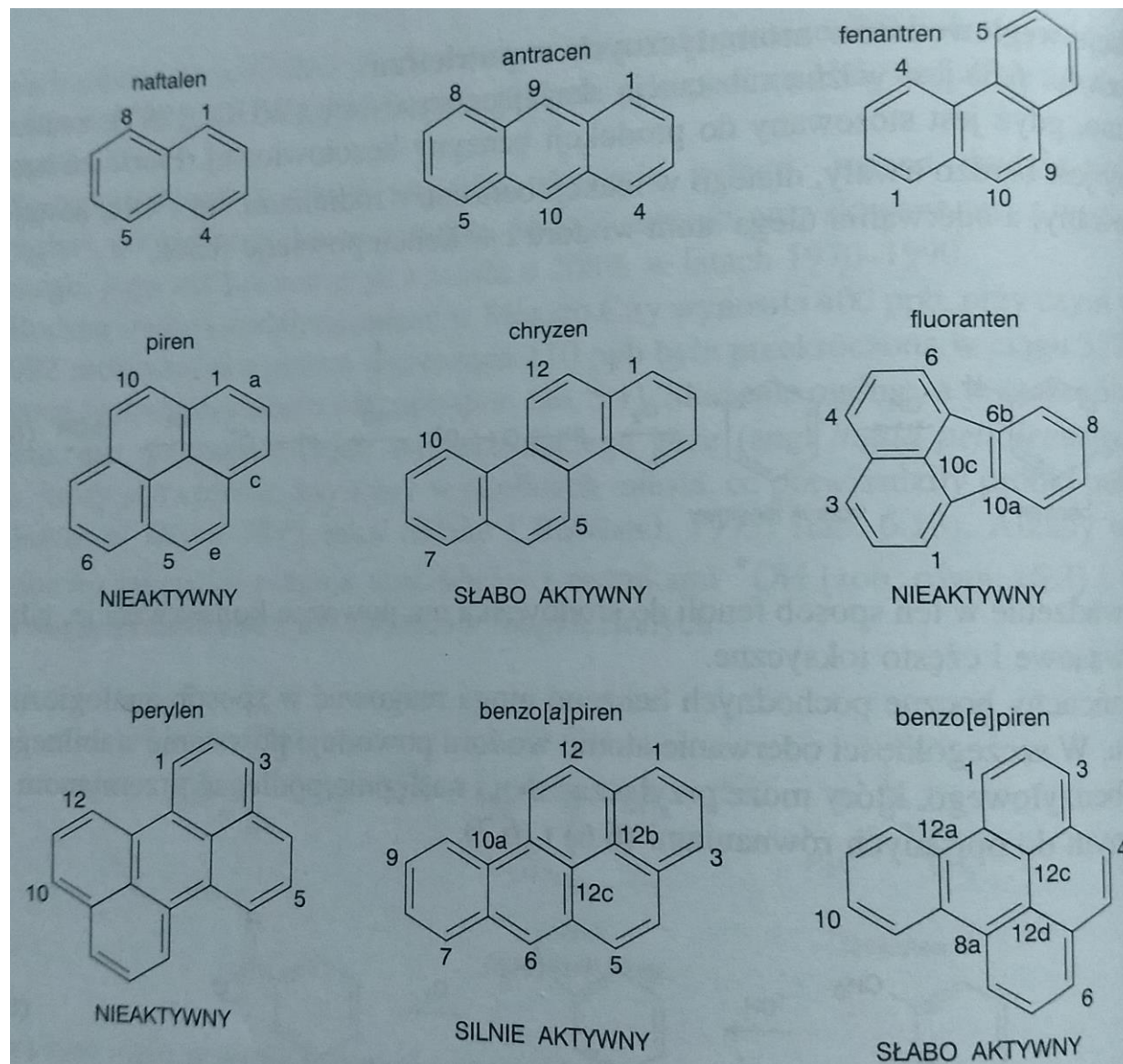
Dioksan

- jest szeroko stosowany jako rozpuszczalnik w przemyśle chemicznym i tekstylnym, jako czynnik odtłuszczający oraz jako rozpuszczalnik w środkach ochrony roślin
- uszkadza wątrobę i nerki a także powoduje zmiany liczby białych i czerwonych krwinek
- u osób narażonych długotrwale na dioksan rozwija się uszkodzenie nerek i wątroby, pojawia się nerwica wegetatywna oraz zmiany w obrazie krwi podobne do tych występujących po zatruciu benzenem
- długotrwałe narażenie na dioksan prowadzi do powstawania nowotworów płuc, krtani i wątroby



Organiczne substancje szkodliwe – węglowodory

Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA



Organiczne substancje szkodliwe – węglowodory

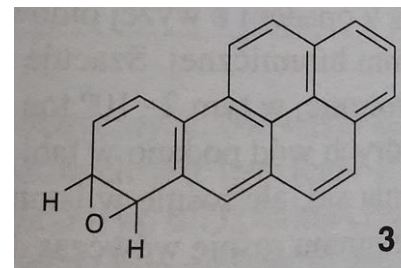
Wielopierścieniowe węglowodory aromatyczne WWA

- powstają w wyniku niecałkowitego spalania innych węglowodorów; źródłami są spaliny, dymy pieców drzewnych, dym papierosowy i pieczone produkty spożywcze, pozostałości smoły węglowej i ropy

Tablica 6.18. Zawartość benzo[a]pirenu w produktach żywnościowych ($\mu\text{g}/\text{kg}$)

| | | | |
|---------------------------------|------|--------------|------|
| Stek pieczony na węglu drzewnym | 8 | Mąka suszona | 4 |
| Margaryna | 1–36 | Grzanka | 0,5 |
| Wędliny | 4–50 | Sałata | 3–12 |
| Kawa palona | 1–13 | | |

- najbardziej niebezpiecznym związkiem z tej grupy jest benzo[a]piren – jest on silnie rakotwórczy
- jednym z warunków aktywności biologicznej jest obecność czterech skondensowanych pierścieni benzenowych
- zainicjowanie działania rakotwórczego polega na przyłączeniu się cząsteczki WWA do makrocząsteczek DNA, RNA lub białek; kluczowym etapem w procesie aktywacji benzo[a]pirenu jest jego przemiana w tlenek; łatwość utleniania WWA przez rodniki jest miernikiem poziomu jego aktywności



Organiczne substancje szkodliwe – pestycydy

Pozorne zalety stosowania pestycydów:

a) w dziedzinie ochrony zdrowia:

- likwidacja lub znaczące ograniczenie występowania wielu chorób zakaźnych, zwłaszcza w krajach rozwijających się, np. zimnicy, dżumy, żółtej febry, filariozy, wirusowych zapaleń mózgu
- wzrost higieny życia osobistego i otoczenia najuboższej ludności, a pośrednio zmniejszenie umieralności niemowląt

b) w gospodarce rolnej i leśnej

- wzrost plonów podstawowych zbóż w wyniku ochrony wschodów roślin przed gryzoniami i ptakami
- zmniejszenie masowych pomorów zwierząt i ptactwa, zwłaszcza w gospodarstwach hodowlanych
- zwiększenie przyrostu i jakości produkcji w hodowli mleka, mięsa, skóry

c) w gospodarce materiałowej

- zmniejszenie strat żywności dzięki ochronie magazynów i środków transportu
- ochrona i zwiększenie trwałości produktów przemysłowych i muzealnych
- przedłużenie czasu eksploatacji dróg, torów, lotnisk, głównie dzięki odchwaszczaniu



Podział pestycydów w zależności od kierunku zastosowania

I. Zoocydy – środki do zwalczania szkodników zwierzęcych:

1. Insektycydy – środki owadobójcze.
2. Akarycydy – do zwalczania roztoczy.
3. Nematocydy – do zwalczania nicieni.
4. Aficydy – do zwalczania mszyc.
5. Moluskocydy – do zwalczania ślimaków.
6. Rodentycydy – do zwalczania gryzoni.
7. Atraktanty – środki zwabiające.
8. Repelenty – środki odstrasżające.

II. Bakteriocydy – środki do zwalczania bakterii.

III. Herbicydy – środki do zwalczania chwastów:

1. Totalne – niszczące wszystkie rośliny.
2. Wybiórcze – niszczące określone gatunki roślin.
3. Regulatory wzrostu: inhibitory, stymulatory.

IV. Fungicydy – środki do zwalczania grzybów.

Grupy główne dzielą się także według innych kryteriów. Na przykład w grupie zoocydów podstawą podziału może być odmienny sposób działania szkodnikobójczego, wyróżniający: środki kontaktowe, żołądkowe i duszące.



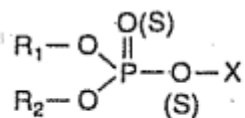
Organiczne substancje szkodliwe – pestycydy

Klasyfikacja pestycydów wg ŚOZ

| Klasa | LD ₅₀ dla szczura (w mg/kg masy ciała) | | | |
|------------------------|---|--------------|--------------|--------------|
| | doustnie | | naskórnice | |
| | stałe* | ciekle | stałe* | ciekle |
| Ia Niezwykłe toksyczne | 5 lub mniej | 20 lub mniej | 10 lub mniej | 40 lub mniej |
| Ib Bardzo toksyczne | 5–50 | 20–200 | 10–100 | 40–400 |
| II Średnio toksyczne | 50–500 | 200–2000 | 100–1000 | 400–4000 |
| III Mało toksyczne | ponad 500 | ponad 2000 | ponad 1000 | ponad 4000 |



Organiczne substancje szkodliwe – Pestycydy, insektycydy fosforoorganiczne



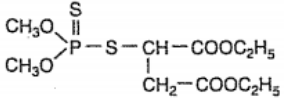
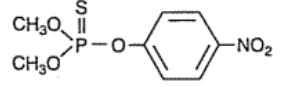
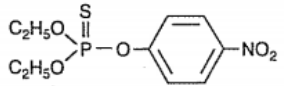
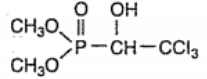
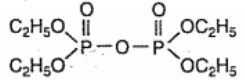
R₁, R₂ – podstawniki alkilowe (C₂H₅ lub CH₃)

X – grupy kwasowe, chlorowec, CN, reszty fenylowe, łańcuchy alifatyczne, arylowe

Toksyczność ostra częściej spotykanych insektycydów fosforoorganicznych

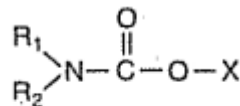
| Nazwa zwyczajowa i chemiczna | Budowa chemiczna | LD ₅₀ dla szczura samca (w mg/kg mc.) | | Preparaty handlowe (przykłady) | Klasa toksyczności |
|---|------------------|---|------------|--|--------------------|
| | | per os | naskórnice | | |
| Chlorfenwinfos Fosforan (Z,E)-2-chloro-1-(2,4-dichlorofenyl)winylo-dietylu | | 10-39 | 31 | Enolofos 50 | I |
| Dichlorfos (DDVP) Fosforan 2,2-dichlorowinylo-dimetylu | | 80 | 107 | Nogos-50EC Nogos-500 Winylofos-50 | II |
| Demeton-S Tiofosforan O,O-dietylo-S-(2-etylotio)etylu | | 6-12 | 14 | Systox | I |
| Dimetoat Ditiofosforan O,O-dimetylo-S-metylokarbamoilometylu | | 215 | 260 | Bi58EC/38% | II |
| EPN Fenylotiofosforan O-etylo, O-4-nitrofenylu | | 8-17 | - | EPN-300 | I |
| Fenitrotion Tiofosforan O,O-dimetylo-O-3-metylo-4-nitrofenylu | | 242-433 | 3500 | Owadofos płynny 50 Owadofos pylisty 5 Sumthion | III |

Organiczne substancje szkodliwe – Pestycydy, insektycydy fosforoorganiczne

| Nazwa zwyczajowa i chemiczna | Budowa chemiczna | LD ₅₀ dla szczura samca (w mg/kg mc.) | | Preparaty handlowe (przykłady) | Klasa toksyczności |
|---|---|---|------------|-----------------------------------|--------------------|
| | | <i>per os</i> | naskórnice | | |
| Malation O,O-dimetyloditiofosforan-1,2-bis- (karboetoksy)etylu |  | 1375 | 4444 | Sadofos Karbofos | IV |
| Paration metylowy Tiofosforan O,O-dimetylo-4-nitro- fenyłu |  | 12–42 | 6–7 | ME-605 Wofatox | I |
| Paration Tiofosforan O,O-dietylo-4-nitrofenyłu |  | 3–13 | 21 | E-605 | I |
| Trichlorfon 2,2,2-trichloro-1-hydroksyetylo- fosfonian-dimetylu |  | 450–630 | 2000 | Foschlor Dipterox | III |
| TEPP Pirofosforan tetraetylu |  | 1,1 | 2,4 | – | I |

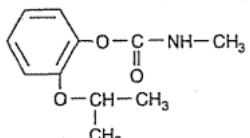
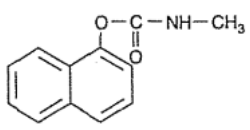
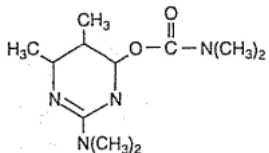
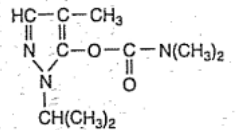
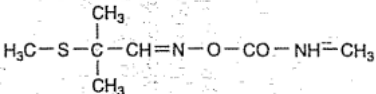


Organiczne substancje szkodliwe – Pestycydy, insektycydy karbaminowe



R₁, R₂ – rodniki alkilowe lub atom wodoru
X – podstawnik heterocykliczny lub hydroaromatyczny

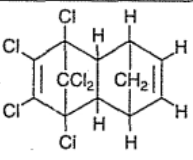
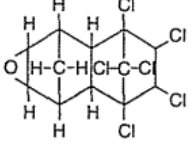
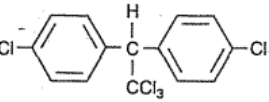
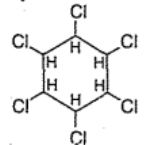
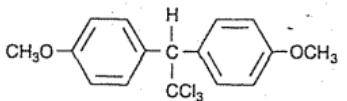
Charakterystyka chemiczna i toksykologiczna częściej spotykanych insektycydów karbaminianowych

| Nazwa zwyczajowa i chemiczna | Budowa chemiczna | LD ₅₀ dla szczura samca (w mg/kg mc.) | | Preparaty handlowe (przykłady) | Klasa toksyczności |
|---|--|---|-----------|-----------------------------------|--------------------|
| | | per os | naskórnie | | |
| Propoksur Metylokarbaminian-2-izopropoksy-fenyłu |  | 90–128 | 2400 | Uden Propotox | II |
| Karbaryl Metylokarbaminian-1-naftyłu |  | 400–850 | 4000 | Sevin Karbotox | IV |
| Primor (Pirymikarb) Dimetylokarbaminian 2-dimetylo-amino-5,6-dimetylopirymidyn-4-ylu |  | 147 | 500 | Primor PP-062 | II |
| Izolan N,N-dimetylokarbaminian-1-izopro-pylo-3-metylopirazolilu-5- |  | 13–23 | 5,6–6,2 | Primin | I |
| Aldikarb O-metylokarbamoilooksym 2-metylo-2-(metylotio)propionoaldehydu |  | 0,8 | 3,0 | Temik | I |



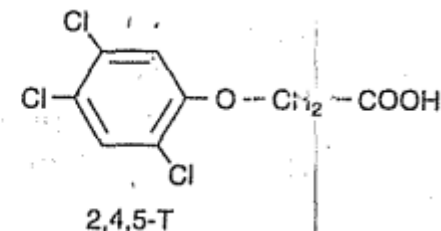
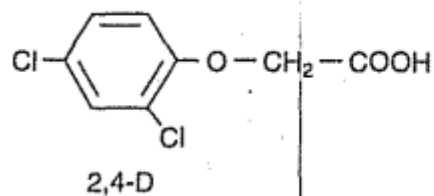
Organiczne substancje szkodliwe – Pestycydy, insektycydy polichlorowe

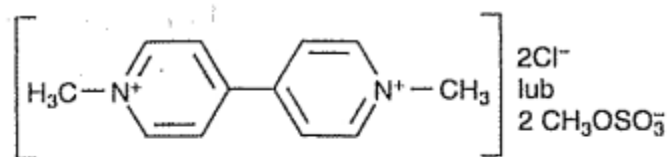
Charakterystyka chemiczna i toksykologiczna niektórych insektycydów chloroorganicznych

| Nazwa zwyczajowa i chemiczna | Budowa chemiczna | LD ₅₀ dla szczura samca (w mg/kg mc.) | | Preparaty handlowe (przykłady) | Klasa toksyczności |
|---|--|---|------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| | | <i>per os</i> | naskórnice | | |
| Aldryna (produkt zawierający 95% HHDN) Rel-(1R,4S,4aS,5S,8R,8aR)-1,2,3,4,10,10-heksachloro-1,4,4a,5,8,8a-heksahydro-1,4:5,8-dimetanonaftalen |  | 39 | 98 | Aldrin Agronex TA | I (w Polsce wycofana z praktyki) |
| Dieldryna (produkt zawierający 85% HEOD) Rel-(1R,4S,4aS,5R,6R,7S,8S,8aR)-1,2,3,4,10,10-heksachloro-1,4,4a,5,6,7,8,8a-oktahydro-6,7-epoksy-1,4:5,8-dimetanonaftalen |  | 46 | 90 | Dieldrin Alvit-55 | II (w Polsce wycofana z praktyki) |
| DDT 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-chlorofenyl)-etan |  | 113-450 | 250-300 | Azotox Ditan | II (zakaz stosowania od 1973 r.) |
| Lindan (γ-HCH)(gamma-HCH) (1,2,4,5/3,6)-1,2,3,4,5,6-heksachloro-cykloheksan |  | 88-125 | 1000 | Mglawik L Owadziak pylisty 2,4 | III zakazany |
| Metoksychlor 1,1,1-trichloro-2,2-bis(4-metoksyfenyl)etan |  | 6000 | | Metox pl-30 Muchozol extra | IV |

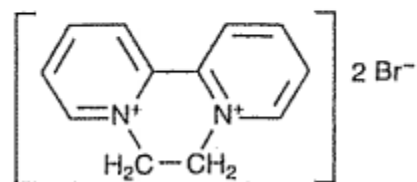


Organiczne substancje szkodliwe – Pestycydy, herbicydy pochodne kwasu chlorofenoksyoctowego





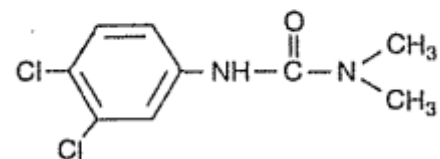
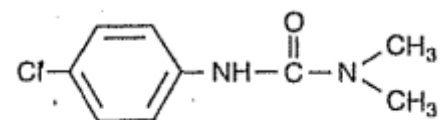
Dichlorek (dimetylosiarczan)
1,1'-dimetylo-4,4'-dipirydylowy



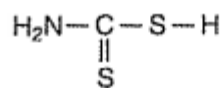
Dibromek 1,1'-etyleno-2,2'-dipirydylowy



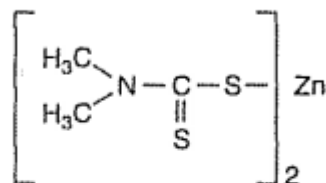
Organiczne substancje szkodliwe – Pestycydy, herbicydy pochodne mocznika



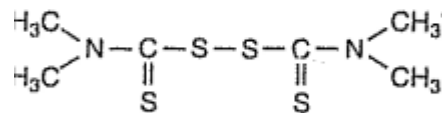
Organiczne substancje szkodliwe – Pestycydy, fungicydy ditiokarbaminiany



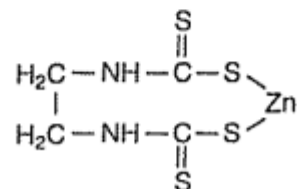
Kwas ditiokarbaminowy



Ziram



Tiram



Zineb



Organiczne substancje szkodliwe – pestycydy

Zagrożenie bezpośrednio dla ludzi i zwierząt ze strony pestycydów stanowią:

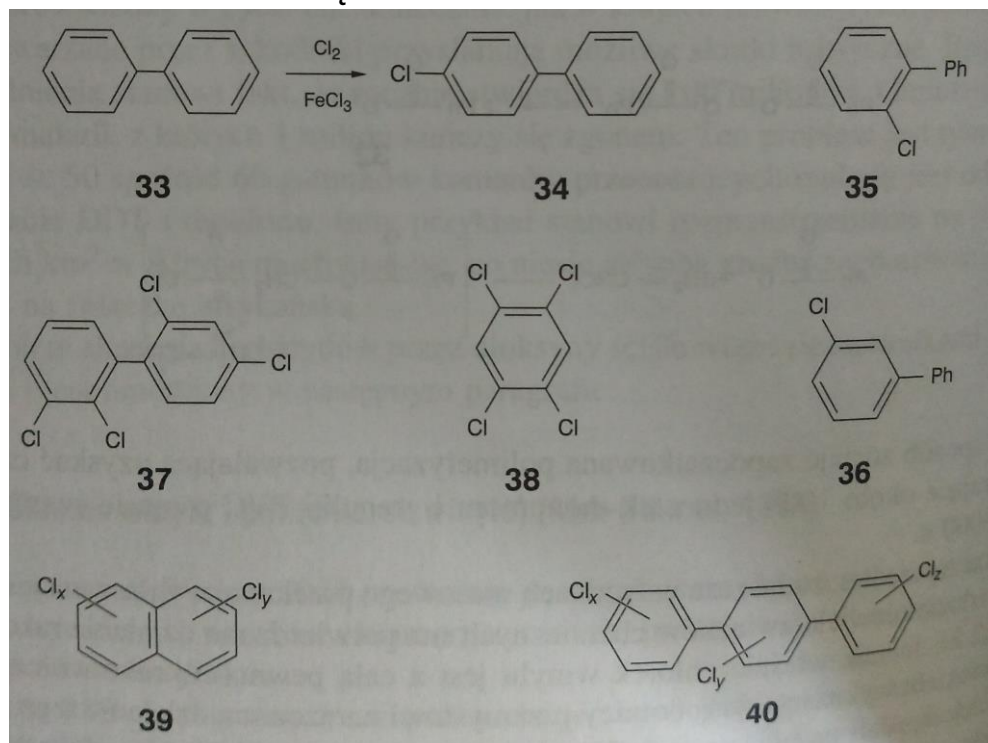
- a) zatrucia ostre: awaryjne zawodowe i środowiskowe a także omyłkowe i świadome
- b) zatrucia przewlekłe: w wyniku kumulacji małych dawek pestycydów w organizmie, a także kumulacji czynnościowej
- c) odległe:
 - genotoksyczne: mutagenne, teratogenne, rakotwórcze
 - neurotoksyczne: ośrodkowe i obwodowe
 - immunotoksyczne
 - embriotoksyczne, upośledzenie rozrodu i rozwoju
 - wpływ na gospodarkę hormonalną organizmu i przebieg procesów enzymatycznych



Organiczne substancje szkodliwe –

PCB – polichlorowane bifenyly

- są związkami o słabej reaktywności chemicznej, odporne termicznie, niepalne
- preparaty handlowe PCB są niejednorodne i stanowią mieszaninę związków o różnej zawartości atomów chloru w cząsteczce



- PCB są stosowane jako materiały izolacyjne do przewodów elektrycznych, w silnikach, transformatorach i innych urządzeniach jako odporne na temperaturę, wchodzi w skład płynów w wymiennikach cieplnych, plastyfikatorów, substancji powłokowych, wypełniaczy, klejów, farb, lakierów pokostowych, atramentów o papierów do kopiowania

Organiczne substancje szkodliwe –

PCB – polichlorowane bifenyle

- stosowane w źródłach otwartych łatwo przenikają do środowiska, łączą się trwale i nie mogą być usunięte z odpadów
- stosowane w źródłach zamkniętych przenikają bezpośrednio do biosfery z wysypisk śmieci i składowisk odpadów użytkowych przez powolne parowanie lub w wyniku przetwarzania na papier, farby, lakiery i kleje
- przy normalnym poziomie narażenia PCB nie są bardzo toksyczne dla ludzi, ale ulegają zagęszczeniu w łańcuchu pokarmowym i przez to stają się groźne dla ludzi jak i zwierząt
- w organizmie szybko przenikają do krwi, a następnie do większości tkanek; największe stężenie występuje w tkance tłuszczowej; PCB przenikają przez barierę łożyskową oraz do mleka kobiet karmiących stanowiąc zagrożenie dla płodu i noworodków
- PCB wywołują liczne zaburzenia biochemiczne w organizmach żywych: indukują aktywność enzymów cyklu przemiany steroidów – estradiolu i androsteronu
- wykazują działanie cytotoksyczne, immunosupresyjne oraz wpływ na płodność
- skutki odległe PCB są związane głównie z możliwością zmian nowotworowych wątroby

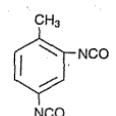
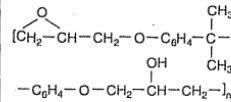


Organiczne substancje szkodliwe –

Tworzywa sztuczne

Polimery i substancje wyjściowe

| Polimery | Substancje wyjściowe (monomery) | |
|----------------------------|---------------------------------------|--|
| Polietylen | $[-CH_2-CH_2-]_n$ | $CH_2=CH_2$ Etylen |
| Polipropylen | $[-CH(CH_3)-CH_2-]_n$ | $CH_2=CH-CH_3$ Propylen |
| Poli(chlorek winylu) (PCW) | $[-CH(Cl)-CH_2-]_n$ | $CH_2=CHCl$ Chlorek winylu |
| Politetrafluoroetylen | $[-CF_2-CF_2-]_n$ | $CF_2=CF_2$ Tetrafluoroetylen |
| Polistyren | $[-CH(C_6H_5)-CH_2-]_n$ | $C_6H_5-CH=CH_2$ Styren |
| Poli(octan winylu) | $[-CH_2-CH(CH_2COO-)]_n$ | $CH_2=COOCH=CH_2$ Octan winylu |
| Poliakrylonitryl | $[-CH(CN)-CH_2-]_n$ | $CH_2=CH-CN$ Akrylonitryl |
| Poliakrylan | $[-CH_2-CH(COOR)-]_n$ | $CH_2=CH(COOR)$ Ester kwasu akrylowego |
| Poli(metakrylan metylu) | $[-CH_2-C(CH_3)(COOCH_3)-]_n$ | $CH_2=C(CH_3)(COOCH_3)$ Metakrylan metylu |
| Poliamidy: nylon | $[-CO-(CH_2)_4-CO-NH-(CH_2)_6-NH-]_n$ | $HOOC-(CH_2)_4-COOH$ Kwas adypinowy $H_2N-(CH_2)_6-NH_2$ Heksametylanodiamina |
| stylon | $[-CO-(CH_2)_5-NH-]_n$ | $CH_2-CH_2-CO-NH-CH_2-CH_2-CH_2$ Kaprolaktam |
| Terylen (poliester) | $[-O-CO-C_6H_4-COO-CH_2CH_2-]_n$ | $HOOC-C_6H_4-COOH$ Kwas tereftalowy $HO-CH_2-CH_2-OH$ Glikol etylenowy |

| Polimery | Substancje wyjściowe (monomery) | |
|-------------------------------------|--|--|
| Poliwęglan | $[-O-C_6H_4-C(CH_3)_2-C_6H_4-CO-]_n$ | $COCl_2$ Fosgen $HO-C_6H_4-C(CH_3)_2-C_6H_4-OH$ Dian (4,4-dihydroksy-difenylo-2,2-propan) |
| Poliuretan | $[-CO-NH-R-NH-COO-R'-O-]_n$ R i R' - grupy alkilowe lub arylowe | CH_3  NCO Diizocyanian toluenu |
| Epidian (żywica epoksydowa) |  $[-C_6H_4-O-CH_2-CH(OH)-CH_2-]_n$ | $HO-C_6H_4-C(CH_3)_2-C_6H_4-OH$ Dian $CH_2-CH-CH_2Cl$ Epichlorohydryna |
| Silikony (np. polidimetylosiloksan) | $[-Si(CH_3)_2-O-]_n$ | $CH_3-Si-Cl_2$ Dimetylo-dichlorosilan |

Organiczne substancje szkodliwe –

Tworzywa sztuczne

Chlorek winylu:

- reaktywne metabolity chlorku winylu – tlenek chloroetyleny i aldehyd chlorooctowy – reagują z makrocząsteczkami komórkowymi, w tym z DNA, działają mutagennie lub inicjując proces nowotworowy
- jest substancją o udowodnionym działaniu rakotwórczym – wywołuje nowotwory wątroby, płuc, mózgu, układu krwiotwórczego i limfatycznego

Styren:

- działa neurotoksycznie, depresyjnie na o.u.n. oraz drażniąco na błony śluzowe
- mutagenne działanie jest spowodowane tworzeniem adduktów tlenu styrenu z DNA i białkami
- narażenie na styren wpływa śmiertelnością z powodu chorób o.u.n., szczególnie padaczki

Akrylonitryl:

- wykazuje działanie neurotoksyczne, powoduje uszkodzenie o.u.n., zwyrodnienie wątroby i nerek oraz działa drażniąco na skórę i błony śluzowe powodując obrzęk, a nawet martwicę
- wykazuje działanie mutagenne

Diizocyjanian toluenu

- działa drażniąco na drogi oddechowe i spojówki oczu
- wywołuje silne reakcje uczuleniowe prowadzące do dychawicy oskrzelowej



Organiczne substancje szkodliwe –

Tworzywa sztuczne

Epichlorohydryna

- działa depresyjnie na o.u.n. i silnie drażniąco na układ oddechowy
- jest bezpośrednim mutagenem

Fenol

- roztwory fenolu działają drażniąco na skórę i oczy
- pary fenolu mogą powodować podrażnienie dróg oddechowych
- działa neurotoksycznie, powodując demielinizację włókien nerwowych
- wykazuje działanie genotoksyczne

