

Zoocidy

Zoocidy jsou syntetické nebo přírodní přípravky působící toxicky vůči živočichům.

Delimitace zoocidů

- **Acaricidy** - roztoči
- **Insekticidy** – hmyz

(Výhodnější je selektivita vůči jedné určité skupině – např. aphicidy (pirimor) proti mšicím.)

- **Nematocidy** – proti hlístům; hlísticím
- **Moluskocidy** - měkkýši
- **Rodenticidy** - hlodavci
- **...(Avicidy - ptáci..)**

V širším kontextu též:

- (Hmyzí) atraktanty
- (Hmyzí) repelenty
- ...chemosterilanty – zabránění reprodukce; antifeedanty – omezují příjem potravy
- ...ovicidy, larvicidy, imagocidy – proti konkrétnímu vývojovému stádiu

Pronikání insekticidů do těla

- **Zaživací soustava – požerové jedy**
- **Dýchací soustava – fumiganty** – pronikání do těla trachejemi (vzdušnice), které přivádějí vzduch přímo k jednotlivým orgánům.
- **Kutikula – kontaktní působení**
 - **Chemické složení kutikuly** (epikutikula, vosky)
 - **Chemická struktura insekticidů** (polární a nepolární sloučeniny)
 - **Solubilizace insekticidů** (oleje nepolární rozpouštědla)

Epikutikula je hydrofobní a insekticid je lipofilní tzn. Snadno se v epikutikule rozpouští. Rychlost penetrace je přímoúměrná polaritě insekticidu. Navíc může být ovlivněna obsahem detergentů, olejových látek.

- **Translokace v pletivech rostlin** (tzn. a.i. se v pletivech může šířit)
- **Systemický účinek** (šíření na větší vzdálenost)

Pronikání insekticidů k cílovým orgánům

- **Hemolymfa – transport z kutikuly k orgánům, adsorbce na proteiny** a různé orgány
- **Nervová soustava – cílový orgán pro většinu insekticidů** (tzv. nervové jedy)
- **Detoxikace vers. aktivace insekticidů** – metabolické proměny v období od proniknutí do transporu k cílovému orgánu.

Působení insekticidů na cílovou tkáň

- **Fyzikální jedy** (minerální oleje, inertní prach...)
- **Protoplazmatické jedy** (těžké kovy)
- **Inhibitory metabolismu**
 - **Respirační jedy** (dinitrofenoly, rotenon...) – interferují s dýchacím řetězcem v mitochondriích. Ten normálně končí cytochromoxidázou ale: **cytochromrotenon** (z kořenů rostlin) inhibuje přenos H z NADH na cytochromB => zastaví dýchací řetězec
 - dinitrofenoly (zimní postřik) => oxidativní fosforylace bez produkce ATP
 - Inhibitory mikrosomálních oxidáz (synergismus s pyrethriny)

- Inhibitory metabolismu sacharidů (fluoracetát sodný) – zastavení Krebsova cyklu (nebo se vyřadí vápník v důsledku nahrazení citrátů)
- Inhibitory metabolismu aminů (chlorderform)
- Inhibitory syntézy chitinu (diflubenzuron)
- Hmyzí hormony (analogy hmyzích hormonů)

Respirační jedy

- Zablokování oxidace NADH (rotenon)
- Odpražení oxidativní fosforylace (dinitrofenoly)

Inhibitory mikrosomálních oxidáz

- Inhibice oxidáz a s tím spojená inhibice detoxikace (synergismus s pyrethridy)

Inhibitory metabolismu sacharidů

- Inhibice akonitázy, zastavení Krebsova cyklu a převedení Ca do komplexního stavu (fluoracetát sodný)

Inhibitory metabolismu aminů

- Inhibice monoaminoxidázy (MAO) – narušení kontroly aminů v mozku (chlorderform)
- Monoaminoxidáza slouží k odstranění aminů oktopaminu a dopaminu (slouží jako mediátory). Pokud je inhibována, dochází k maximální excitaci; křečím. Dalším účinkem je ještě odpřežení oxidativní fosforylace.

Inhibitory syntézy chitinu

- Inhibice chitin syntetázy (klíčový enzym) – narušení polymerace UDP-N-acetylglukosaminu na chitin (diflubenzuron, cyromazin). Naruší se proces sklerotizace kutikuly narušením polymerace proteinů s chytinem v konečné fázi tvorby kutikuly => hmyz vysychá

Hmyzí hormony

- Narušení vývoje larválních stádií hmyzu a proměny v dospělce (analogy hmyzích hormonů)
- JH – juvenilní hormon
Anlog JH = methopren – použití proti mravencům
Pro praktické využití je problém v nestálosti látek => stabilnější analogy JH např. foxycarb
- MH – svlékací hormon, ekdyson
- EG – azadirachtin z Azadirachta indica – vliv na metamorfózu - snižuje koncentraci EG v hemolymfě + antifeedantní účinek

Nervové jedy

● **Inhibitory acetylcholinesterázy**

- Fosforylace nebo karbamylace cholinesterázy
- Nerozkládá se acetylcholin v v nervo-nervových synapsích => hromadění acetylcholinu =>
- Nadměrná excitace nervového systému => nadpočetné vzruchy a zvíře v křečích hyne
- organofosfáty, karbamáty

● **Látky působící na propustnost pro ionty**

- Zpomalují uzavírání „kanálů“ pro Na ionty
- Oddalují návrat do původního stavu – spontánní generování řady vzruchů
- DDT

- Pyrethroidy – působí na iontové kanálky v membráně. Prodlužují fázi, kdy se kanálky zavírají po průchodu vzruchu => vznik celé řady vzruchů hlavně na postsynaptické membráně
- **Látky reagující s receptory**
 - Látky působící na acetylcholinové receptory na postsynaptické membráně => místo AcCH se naváží na receptory a zablokují je (nikotin)
 - Inhibice receptorů pro kyselinu gama-aminomáselnou (tlumivý mediátor) – zvýšená excitabilita nervové soustavy – do nervové buňky se nalijí chloridové ionty a znesnadní se vedení normálních vzruchů (nikotin, HCH – lindan)
 - Zvýšený výlev acetylcholinu ze synaptických vesikulů – zvýšená dráždivost (Cyklodieny)
 - + Fipronil – ten se váže jinak než kys. gama-aminomáselná, ale také blokuje tok chloridových iontů
 - Aldrin – působí na synaptickou membránu a způsobuje nadměrné vylévání acetylcholinu z váčků vezikul

Jedy zažívací soustavy

- Endotoxiny *Bacillus thuringiensis*
 - Buněčné jedy (protoplazmatické)
 - Buňky středního střeva (mesenteron)
 - Nekrotické perforace epitelu mesenteronu

Bacillus thuringiensis je entomopatogenní bakterie, která produkuje uvnitř sporangia kromě spory také toxigenní krystal (*Cry*). Spora i krystal se během vývojového cyklu uvolňují do prostředí. Krystal je agregátem velkých proteinů, fungujících jako protoxiny (nejprve je nutná jejich aktivace). V zažívacím traktu většiny živočichů (vč. člověka) ale k této aktivaci nedochází. V **alkalickém** prostředí střeva hmyzu (pH kolem 9,5) dojde k rozpuštění *Cry* a k aktivaci protoxinů. Protoxiny jsou postupně degradovány na toxiny – δ -endotoxin. Následně dochází k **toxikémii** – oslabení až usmrcení hostitele a **septikémii** – masivní invaze namnožených bakterií a usmrcení hostitele vlivem bakterií (letální septikémie nastává za 3-5 dnů od proniknutí bakterie do hostitele). Přípravky na bázi Bt. – BIOBIT WP; XL, FORAY 48 B

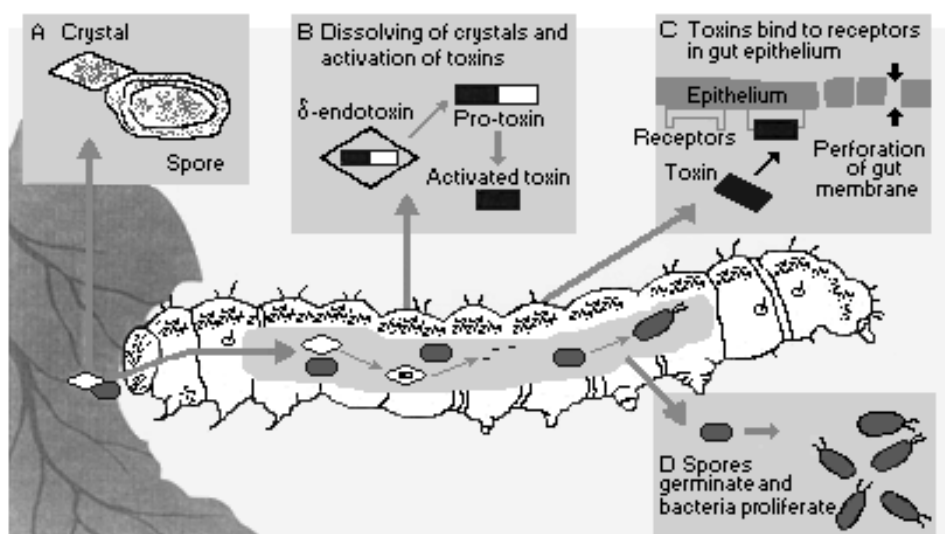


Fig. 1. Mechanism of toxicity of Bt

Dělení insekticidů a akaricidů podle chemického složení - původu

- Přírodní insekticidy
- Anorganické insekticidy
- **Organické insekticidy***
- Minerální a rostlinné oleje
- Fumiganty
- Kombinované insekticidy
- Bioracionální insekticidy

Organické insekticidy*

- chlorované uhlovodíky
- organofosfáty
- karbamáty
- nitrované látky
- Ostatní organické sloučeniny

Insekticidy rostlinného původu

- Sekundární metabolity rostlin (fytoncidy)
- Nervové jedy
- Analogy hmyzích hormonů (ekdyson, juvenilní hormon)
- Syntetické analogy (pyrethrum vers. pyrethroidy)
- Engl. - Botanical insecticides

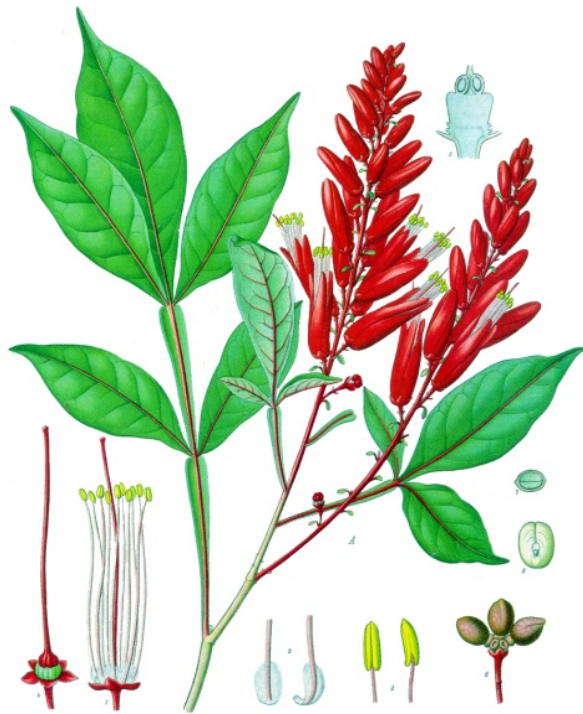
Insekticidy rostlinného původu

- **nicotin** – silný jed, nepoužívá se
- **anabasin** – derivát nikotinu z r. *Anabasis apylla*, také se nepoužívá
- **azadirachtin & neem oil (a.i. aradirachtin)** – ze (hlavně ze semen) stromu *Azadirachta indica* (zederach indický) (insekticid a antifeedant)



Azadirachta indica je stálezelený strom rostoucí v Indii

- **d-limonene** – je hlavní složkou oleje získaného z citronové kůry
- **quassia** – quassia amara - Kvasie hořká, *Quassia amara* L., *Simaroubaceae*
a.i. quassin – proti mšicím se používá extrakt z pilin (střední amerika)



Quassia amara L.
Image processed by Thomas Schoepke
www.plant-pictures.de

- **rotenone** – z kořenů tropických leguminóz *Derris elliptica* a *Lonchocarpus*. Jedná se o širokospektrální kontaktní a žaludeční jed, který zasahuje nervové a svalové buňky. Antifeedant. Největší účinnost proti housenkám a broukům škodícím na listech. Pro lidi je relativně neškodný, ale je velice toxický pro ryby.



Derris elliptica



Lonchocarpus spp.

- **ryania** – a.i. se získává z dřevnatých stonků této jihoamerické rostliny. Působí jako žaludeční jed a antifeedant. Nejlepší účinek se uvádí za horka.



Ryania

- **sabadilla** – prášek - širokospektrální insekticid se získává z liliovité rostliny, původem z jižní a střední Ameriky. Zasahuje nervové buňky a paralyzuje hmyz. Je vysoce toxický pro čmeláky a měl by být používán jen večer. Na světle se rychle rozkládá.

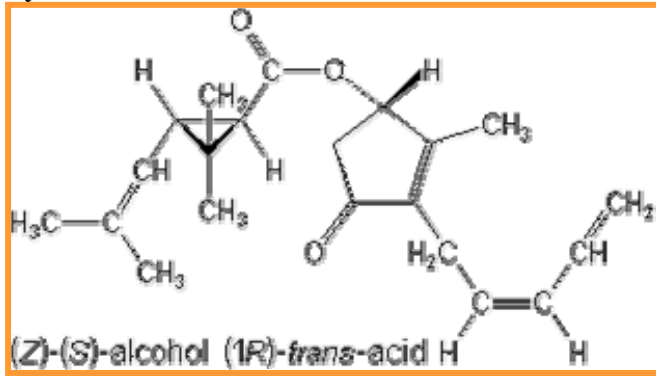


Schoenocaulon officinale (Schlttdl. & Cham.) A. Gray ex Benth.
Image processed by Thomas Schoepke
www.plant-pictures.de

Sabadilla

- **Pyrethriny**
 - cineriny
 - cinerin I
 - cinerin II
 - jasmolin I
 - jasmolin II
 - pyrethrin I
 - pyrethrin II

Pyrethrum



- **Kopretina starčekolístá** *Chrysanthemum (Pyrethrum) cinerariaefolium*



- Sušené květy (prášek, extrakt)
- Nervový jed – propustnost membrán nervových vláken pro Na a K ionty
- Paralytický jed s rychlým „knock down“ efektem
- Kenya, Jižní Amerika, Jugoslávie
- Roční produkce 35 000 tun (350 t a.i.)
- a.i. přírodní pyrethrum – PERFECT PLANT PESTICIDE (piperonyl-butoxide + přírodní pyrethrum) – saví a žraví škůdci pokojových rostlin – použití i u nás.
- Analogy – pyrethroidy (viz dále)

Avermektiny (přírodní? bioracionální?)

- Sekundární metabolity *Streptomyces avermitilis* (aktinomycety)



- Mycelium, extrakce
- a.i. abamectin – VERTIMEC 1,8 EC – svluška chmelová, třásněnky, vrtalky
Škodlivý činitel, účel použití: svluška chmelová, třásněnka západní, třásněnky, vrtalky
- Plodina, předmět, oblast použití: chmel otáčivý, okrasné rostliny, paprika, rajče, okurka

- **avermektinové akaricidy**
 - abamectin
 - doramectin
 - eprinomectin
 - ivermectin
 - selamectin
- **antibiotické nematocidy**
 - abamectin
- **avermektinové insekticidy**
 - abamectin
 - doramectin
 - emamectin
 - eprinomectin
 - ivermectin
 - selamectin

Anorganické insekticidy

- **Sloučeniny**
 - **Arsenu**
 - **Fluoru**
 - **Barya**
 - **Síry**
 - **Selenu**
- **Žaludeční jedy**
- **Plazmatické jedy (srážení buňčné plazmy)**
- **Vysoce toxické pro teplokrevné živočichy**

Anorganické insekticidy

- **Arsenové sloučeniny**
 - ZNJ, teplokrevní živočichové
 - Oxid arsenitý (Arsenik) – nástrahy, tzv. svinibrodská zeleň
 - Arseničnan olovnatý – dříve v ovocnářství
 - Arseničnan vápenatý – požerový jed, sarančata
 - copper acetoarsenite
 - lead arsenate
 - copper arsenate
 - potassium arsenite
 - sodium arsenite
 - calcium arsenate

Anorganické insekticidy

- **Sloučeniny fluoru**
 - **Méně jedovaté než sloučeniny arsenu**
 - **Fluorid sodný – mravenci**
- **Insekticidy na bázi fluoru (fluoridy)**
 - **barium hexafluorosilicate**
 - **cryolite**
 - **sodium fluoride**
 - **sodium hexafluorosilicate**

Anorganické insekticidy

● **Sloučeniny na bázi barya**

- Chlorid barnatý
- Polysulfid barya (Polybarit) – akaricidní a fungicidní účinek, vinařství
- barium hexafluorosilicate

Anorganické insekticidy

● **Sloučeniny na bázi síry**

- Fungicidní, insekticidní, nematocidní a akaricidní účinky
- Polysulfidy – padlí, roztoči, háďátka zhoubné
- Elementární síra (mletá síra, jemně mletá koloidní síra WP, sirný knot (200°C fumiguje)
- Jemné částice (1-10 um) prostupují do tkání resp. mycelia
- Sírné částice oxidují uvnitř buněk (plazmatický jed)
- Polysulfidy vápníku (Sulka)
- Síra S (koloidní síra) – Síra Sfinx, Thiovit, Síra 80 WP

- Registr: search a.i. síra

Anorganické insekticidy

● **Insekticidy na bázi arsenu (arsenidy, arzeničnany)**

- calcium arsenate
- copper acetoarsenite
- copper arsenate
- lead arsenate
- potassium arsenite
- sodium arsenite

● **Insekticidy na bázi fluoru (fluoridy)**

- barium hexafluorosilicate
- cryolite
- sodium fluoride
- sodium hexafluorosilicate

● **Ostatní**

- Borax
- calcium polysulfide
- copper oleate
- mercurous chloride
- potassium thiocyanate
- sodium thiocyanate

Chlorované insekticidy a akaricidy

DDT a jeho analogy

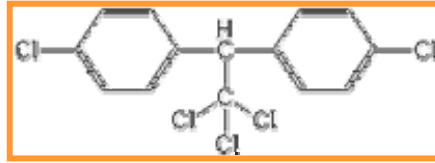
HCH a jeho analogy

Polycyklické chlorované insekticidy

Bifenylové deriváty – selektivní akaricidy

DDT a jeho analogy

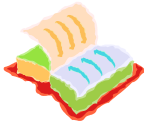
1,1'-(2,2,2-trichloroethylidene)bis[4-chlorobenzene]



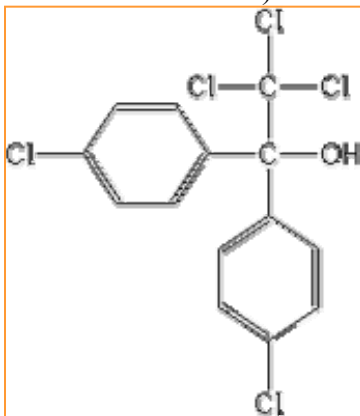
*mosquito cried out in pain:
"A chemist has poisoned my brain!"
The cause of his sorrow
was para-dichloro
Diphenyltrichloroethane*

DDT a jeho analogy

- Muller, Švýcarsko, 1939, Nobelova cena
- Polyvalentní insekticidy
- Více než 200 analogů
- Velmi vysoké LD 50 pro teplokrevné živočichy (120-500 mg/kg)
- Pronikání do těla přes lipoidní látky a intersegmenty
- Nervový jed (Na a K pumpa, prostupnost membrán pro ionty)
- Pozvolný, zpravidla ireverzibilní účinek
- Tlumicí reakce (vzruch – křeč – smrt)
- Dlouhý poločas rozpadu
- Vazba na tukovou tkáň, kumulace v tucích
- Kumulace v potravních řetězcích (ptáci)
- V letech 1950-1960 v ČR > 100 000 tun ročně



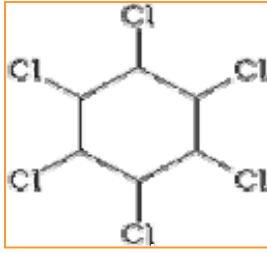
- „**Silent spring**“, – **R. Carsonová**
- Dodnes běžně nacházeny v potravních řetězcích (viz ministr Ambrozek)
- Dodnes používán v ochraně proti malárii přenášejícím komárům
- V ČR zakázány od roku 1970
- Do roku 1987(!) v ČR povolen jeden analog mající akaricidní účinek (Milbol, Keltan – a.i. dicofol)



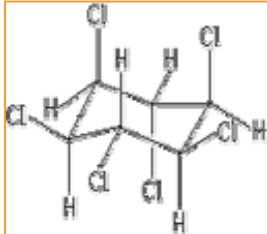
4-chloro- α -(4-chlorophenyl)- α -(trichloromethyl)benzenemethanol

HCH a jeho analogy

1,2,3,4,5,6-hexachlor-cyklohexan



1 α ,2 α ,3 β ,4 α ,5 α ,6 β -hexachlorocyclohexane



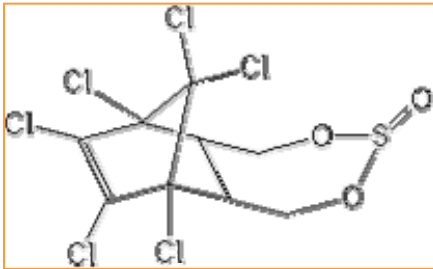
γ izomer HCH - lindan

HCH a jeho analogy

- **Používání zakázáno**
- γ izomer HCH
- HCH - zápach, pronikání i do pletiv (brambory...)
- γ izomer HCH účinnost shodná s HCH – bez zápachu
- Popraše (Gamacid, Gamaryl...) – lesnictví, ovocnářství
- Supergam – lindan se superfosfátem
- Mořidlo – Hermal L (L = lindan)
- Vykuřovací tablety – Lindafum, Dymogam

Polycyklické chlorované insekticidy

- cyklodieny
- a.i. endosulfan



- a. i. aldrin, dieldrin,
- **endrin** (proti hrabošům)
- velmi toxické
- LD 50 – endrin 7 až 18 mg/kg
- dlouhá reziduální účinnost (5-20 let)
- všekazi (termiti)

Organofosforové insekticidy (OP) (organofosfáty)

Skupina různorodých vlastností a účinků. Společnými znaky jsou:

- přítomnost fosforu v molekule organické sloučeniny
- inhibice cholinesterázy. Poškození nervové soustavy je ireverzibilní, kumuluje se. větší či menší rozpustnost v tucích
- pozitivní korelace mezi biologickými účinky a teplotami. Při teplotách pod 15 °C většinou účinkují nedostatečně.
- usmrcují pohyblivé jedince škůdců (larvy, nymfy a dospělé). Vajíčka nehubí.

- Deriváty kyseliny (ortho)fosforečné
 - Fosfonáty
 - Fosfáty
 - Thiofosfáty
 - Dithiosfáty
- polyvalentní účinek (kontaktní, požerový, fumigantní a systémový)
- akaricidy (sviluška chmelová)

OP - fosfonáty

- trichlorfon - larvy (Diptera) (není registrovaný)
- proti larvám v rostlinných tkáních (květílka na řepě, housenky rodu *Noctuidae*, švábi)
- požerový insekticid

OP - fosfáty

- dichlorvos – fumigantní účinek (hmyz v uzavřených prostorech) (není registrovaný)
- heptenophos – rychlý, dlouhodobý účinek (mšice na zelenině a ovocných sadech) (není registrovaný)
- phosphamidon – nebezpečný jed (není registrovaný)
- mevinphos - nebezpečný jed (savý hmyz – mšice chmelová – dnes se již nepoužívá)

OP – thiofosfáty

- látky s vysoce akutní toxicitou pro teplokrevné obratlovce
- výjimka a.i. **bromophos** (škůdci na zelenině a ovoci) (není registrován)
- **a.i. diazinon** – kontaktní, požerový a hloubkový účinek (není registrován)
- **a.i. fenitrothion** – i na roztoče (SUMITHION SUPER – saví a žraví škůdci) Organická sloučenina fosforu (thiofosfát). Proniká do rostlinných pletiv, ale není v nich rozváděn. Hubí pohyblivé jedince žravého a savého hmyzu i roztoče (mimo rezistentní populace k organofosfátům) jako dotykový a požerový nervový jed po dobu 10 - 15 dnů. Opakované ošetření ovocných dřevin fenitrothionem podporuje rozvoj svlušek a mšic. Pro včely a jiné užitečné členovce s výjimkou dravého roztoče *Typhlodromus pyri* - populace Mikulov, jedovatý. Pro ryby jedovatý, pro zvěř nebezpečný.
- **a.i. pirimiphos-methyl** – škůdci ve sklenicích, skladech i domácnostech (ACTELLIC 50 EC) Organická sloučenina fosforu, thiofosfát. Vniká do rostlinných pletiv. Účinkuje translaminárně, ale není systémový. Hubí žravý i savý hmyz i roztoče jako dotykový, požerový a dýchací nervový jed. Na povrchu rostlin se rychle rozkládá. Na skladovaném zrně i na inertním podkladu účinkuje po dobu několika měsíců. Pro včely středně toxický. Pro ryby a ostatní vodní organismy jedovatý. Pro zvěř neškodný.
- **a.i. quinalphos** – larvy brouků (není registrován)
- **a.i. sulfotep** - savý hmyz a svlušky (není registrován)
- a.i. chlorpyrifos - Organická sloučenina fosforu. Thiofosfát rychle proniká do rostlinných pletiv, ale není systémový. Hubí pohyblivé jedince savého a žravého hmyzu jako dotykový, požerový a dýchací nervový jed. V půdě působí po dobu 2 až 4 měsíců. Pro včely jedovatý, pro ryby mimořádně nebezpečný. (DURSBAN 10 G, DURSBAN 480 EC, METANION 48 EM, NURELLE D (chlorpyrifos + cypermethrin), ALIEKOL, OLEOKOL (chlorpyrifos + olej řepkový - methylester))
 - a.i. chlorpyrifos-methyl (RELDAN 40 EC) mšice, skladištní škůdci, obaleč jablečný...

OP - dithiofosfáty

- pro teplokrevné velmi jedovaté
- na hmyz působí kontaktně i systémově
- dnes jen ve speciálních případech jako půdní insekticidy

- a.i. **dimethoate** (PERFEKTHION) Organická sloučenina fosforu (dithiofosfát). Systémový. Proniká do rostlinných pletiv, mění se na účinnější ornethoate a je v nich rozváděn. Hubí především savý hmyz, ale též některý hmyz žravý i roztoče (pokud nejsou rezistentní k organofosfátům) jako dotykový, požerový a dýchací nervový jed. Účinkuje rychle a dlouhodobě, 2 až 3 týdny. Jen za extrémně suchého počasí na suchem zvadlých rostlinách se jeho systémový účinek nemůže uplatnit a hmyz ošetření přežívá. Po opakovaném ošetření ovocných dřevin dochází k přemnožení svilušek. Hubí přirozené nepřátele hmyzu a roztočů. Pro včely mimořádně jedovatý. Nektar ošetřených rostlin včely usmrcuje po dobu několika dnů. Dimethoate ohrožuje ryby a zvěř . – mšice, květilka řepná, kohoutci, trásněnky
- **phosalone** (ZOLONE 35 EC) – mšice, pilatky, nosatčici, klopušky obaleči, makadlovka kmínová..., Organická sloučenina fosforu (dithiofosfát). Hubí pohyblivé jedince žravého a savého hmyzu jako dotykový a požerový nervový jed po dobu 15 - 18 dní. Pro včely a některé jiné užitečné členovce neškodný, pro ryby nebezpečný.
- další ai.: malathion, fonofos, terbufos, formothion, thiometon, disulfon....

Deriváty karbamidových kyselin Insekticidní karbamáty

Karbamáty jsou deriváty nebo estery kyseliny karbarminové. Mají různorodé účinky a vlastnosti. Společným rysem je inhibice cholinesterázy. Jsou nervovými jedy. Na rozdíl od organofosfátů poškození nervového systému při prvních příznacích otravy je reverzibilní. Usmrcují pohyblivé jedince (larvy, nymfy a dospělé) škůdců. Vajíčka nehubí.

- některé jsou velmi jedovaté pro teplokrevné obratlovce
- kontaktní, požerový, hloubkový, systemický účinek
- proti roztočům, háďátkům

Insekticidní karbamáty

- ethiofencarb a propoxur – mšice
- methomyl a thiafanox – systémový účinek (mšice na okrasných rostlinách, chmelu), nematocidy
- oxamyl – ochrana řepy, brambor, okrasných rostlin, plodové zeleniny a česneku
- pirimicarb – selektivní účinek (mšice) PIRIMOR 50 WG, TRIBUTE TRIGGER

Insekticidní karbamáty

- bendiocarb, carbofuran, carbosulfan a furathiocarb (larvy kovaříkovitých)
- formetanate – trásněnka *Frankliniella occidentalis*
- methiocarb – insekticid a moluskocid MESUROL SCHNECKENKORN (jen moluskocid – slimáci, plzáci) a MESUROL 50 WG – + maločlenec čárkovitý a trásněnka západní Karbamát. Hubí žravý a savý hmyz, roztoče a měkkýše jako dotykový a požerový nervový jed. Odpuzuje ptáky i drobné hlodavce. Pro včely, ryby a zvěř nebezpečný.
- fenoxycarb – obaleči – juvenoid INSEGAR 25 WP Podle chemického složení patří mezi karbamáty, ale svými účinky se podobá juvenilním hormonům. Působí na larvy a vajíčka motýlů Lepidoptera, dvoukřídlých Diptera, některých brouků Coleoptera, na štítenky, včetně štítenky zhoubné a na mery jako dotykový a požerový jed. Zasažené larvy posledního instaru zahynou při kuklení nebo se z kulek nevyvinou dospělci. U některých druhů působí i na mladší larvy. Kontaminované larvy zahynou při nejbližším svlékání. Vajíčka vykladená na rezidua fenoxycarbu se nevyvinou, nebo larvy zahynou při líhnutí. Fenoxycarb nejlépe účinkuje na vajíčka vykladená jednotlivě. Na vajíčka vykladená ve shlucích, ve

vrstvách nebo přikrytá sekretem účinkuje nedostatečně. K fenoxycarbu jsou citlivé hrušně

- Benfuracarb – ONCOL 20 EC – proti mandelince bramborové
- Carbofuran – FURADAN 10 G, FURADAN 350 F, FURADAN 5 G, s účinkem proti žravým a savým škůdcům (listopasi, mšice, dřepčící, krytonosci, háďátka řepné ... (+ FURADAN 500 ST a FURADAN 35 ST s fungicidním účinkem)
- Carbosulfan – MARSHAL 25 EC – podobné spektrum škůdců + mandelinka bramborová

Pyrethroidy

Pyrethroidy jsou fotostabilní a termostabilní, ve vodě nepatrně rozpustné, nepronikají do rostlinných pletiv. Neúčinkují systémově ani hloubkově. Nefumigují (s výjimkou tefluthrinu).

V půdě se váží (s výjimkou tefluthrinu) na půdní částice a ztrácejí účinnost. Do povrchových ani podzemních vod se nevyplavují

Jsou lipofilní. Váží se na kutikulu rostlin i hmyzu. Nejsou smývány deštěm. účinkují v nízkých dávkách, řádově nižších než organofosfáty nebo karbamáty. účinkují rychleji a po delší dobu než většina organofosfátů nebo karbamátů. Jedno ošetření pyrethroidy je často schopno nahradit dvě ošetření organofosfáty nebo karbamáty.

Usmrcují dospělce a larvy, u některých druhů i vajíčka, žravého i savého a bodavého hmyzu.

Cypermethrin, deltamethrin, permethrin, fenvalerát a jejich isomery nehubí svlušky dostatečně intenzivně. Naopak po opakované aplikaci rozmnožování svlušek stimuluje. Později vyvinuté pyrethroidy (cyhalothrin, flucythrínát, cyfluthrin, acrinathrin, difenthrin, fenprothrin, fluvalínát) účinkují akaricidně. cypermethrin, cyhalothrin, permethrin vyvolávají neklid členovců. Účinkují repelentně, protipožerově a brání kladení vajíček.

Mechanismus účinku

Pyrethroidy jsou nervovými jedy. Narušují rovnováhu mezi sodíkovými a draselnými ionty a tím axiální vedení nervových vzruchů. Vyvolávají opakované depolarizace nervových membrán, následované křečemi.

- **Syntetické pyrethrin**
- **Bioracionální insekticidy (?)**
- **Látky působící na propustnost pro ionty**
- **Přírodní formy – foto nestabilní**
- **Pyrethroidy – rychlé odbourávání, krátký reziduální účinek**
- **Rozdílná toxicita pro teplokrevné (obecně nižší, ale i velmi vysoká)**
- **a.i. permethrin – LD 50 4000 mg/kg**
- **a.i. fenprothrin – LD 50 70 mg/kg**
- **Zemědělství**
- **Lesnictví**
- **Zdravotnictví a komunální hygiena**

Pyrethroidy

- **a.i. deltamethrin (Decis, Agrion delta, Fast, K-obiol.)** AGRION DELTA – mandelinka, mšice, saví a žraví škůdci jádřovin a peckovin i okrasných rostlin, dřepčící, housenky, krytonosci, pilatka řepková na brukvovité zelenině, DECIS EW 50, DECIS FLOW 2,5 – saví a žraví škůdci vč. klíněnka jírovčová a vrtule třešňová + dalších
Hubí pohyblivé jedince žravého a savého hmyzu jako dotykový a požerový nervový jed po dobu 3 - 4 týdnů. Svlušky nehubí. Naopak po opakovaném ošetření ovocných dřevin rozvoj svlušek podporuje. Usmrcuje četné přirozené nepřátele škodlivého

hmyzu i roztočů. Včely hynou po přímém zásahu. Rezidua deltamethrinu v běžně používaných dávkách včely odpuzují po dobu 1 až 5 dnů. Pro ryby nebezpečný.

FAST K – okrasné rostliny, FAST M – mandelinka, saví a žraví škůdci ..., K-obiol EC 25(deltamethrin + piperonyl-butoxide) – ochrana skladovaného obilí

- **a.i. cypermethrin (Cyper, Cycles, Nurelle,..)** ALIMETRIN 10 EM – mandelinka, housenky, kohoutci, blýskáček, CYPER 10 EM – totéž plus klikoroh borový a lýkožrout smrkový, CYPERKILL 25 EC – jen do řepky – blýskáček řepkový a krytonosec řepkový a čtyřzubý. NURELLE D (chlorpyrifos + cypermethrin) – široká škála použití
- **a.i. alfa-cypermethrin (Bonus, Inca (do spotřebování zásob), Vaztak...)** BONUS (alfa-cypermethrin + teflubenzuron) – jen mandelinka bramborová, VAZTAK 10 SC, 10 EC – třásněnky, mšice, kůrovci, mandelinka, **hřebenule** (na borovici) a další...



hřebenule borová - housenky

- **a.i. lambda-cyhalothrin (Karate...REGISTR)** KARATE SE ZEON TECHNOLOGIÍ 5 CS – mšice, mandelinka ... VELICE široké spektrum účinku Hubí pohyblivé jedince žravého i savého hmyzu jako dotykový a požerový nervový jed. Hubí též vajíčka motýlů a potlačuje roztoče. Hmyz dráždí k pohybu, takže i skrytě žijící jedinci s ním mohou přijít do styku. Působí po dobu 3 až 4 týdnů. Hubí přirozené nepřátele škodlivého hmyzu a svlušek. Pro ryby nebezpečný.
- **a.i. zeta-cypermethrin (Fury..)** FURY 10 EW – mandelinka, blýskáček, krytonosci, listopasi, klikoroh, mšice, kohoutci, obaleči, lýkožrout a kůrovci Hubí pohyblivé jedince žravého a savého hmyzu jako dotykový a požerový nervový jed. Hmyz dráždí k pohybu, takže i skrytě žijící jedinci s ním mohou přijít do styku. Navíc hmyz odpuzuje. Brání mu v kladení vajíček a v žíru. Svlušky nehubí. Naopak po opakovaném ošetření trvalých kultur rozvoj svlušek podporuje. Usmrcuje četné přirozené nepřátele škodlivého hmyzu i roztočů. Pro včely středně toxický.
- **a.i. bifenthrin (Talstar...)** TALSTAR 10 EC – mšice, listopasi, svlušky, molice, třásněnka západní, obaleči... Hubí pohyblivé jedince žravého a savého hmyzu i svlušek jako dotykový a požerový nervový jed. Účinkuje po dobu 3 - 4 týdnů. Pro včely středně toxický. Pro četné přirozené nepřátele škodlivého hmyzu a roztočů jedovatý. Pro ryby nebezpečný.
- **....a.i. etofenprox – TREBON 10 F** – obaleči a píd'alky na dubu, obaleč jablečný, kohoutci, blýskáček řepkový, na lesních dřevinách: motýli, pilatky, ploskohřbetky, brouci a jejich larvy, hřebenule borová

- **a.i pyrethriny** – SPRUZIT FLUSSIG (piperonyl-butoxide + pyrethriny) – saví a žraví škůdci jádřovin, okrasných rostlin, bobulovin, slivoně a třešně – mimo: vlnatka krvavá, vrtalky, květilky, podkopníci, nosatci, klikorozi, pouzdrovníci, SPRUZIT GARTENSPRAY – saví škůdci okrasných rostlin

Acylmočoviny

(deriváty benzoylmočoviny)

Tyto přípravky nejsou systémové, nefumigují na povrchu rostlin setrvávají i několik týdnů. Působí především na larvy brouků Coleoptera, motýlů Lepidoptera a dvoukřídlých Diptera především požerově, v menší míře dotykově. Narušují tvorbu a ukládání chitinu v endokutikule larev. Současně zvyšují obsah enzymů chitinázy a fenoloxydázy. Nová nedokonale vyvinutá kutikula praská. Dochází k infekci, dehydrataci a smrti larev, obvykle při nejbližším svlékání.

Acylmočovina (ACU)

ACU účinkují na vajíčka něktetých druhů dotykově, na samičky chemosterilačně. Samičky, které přišly do styku s ACU, kladou vajíčka v nezmenšeném počtu, ale neschopné vývoje. termíny aplikace ACU jsou k dosažení dobrého účinku vyhraněnější a kratší než termíny aplikace nervových jedů (organofosfátů, karbamátů, pyrethroidů). Obecně ACU vyžadují dřívější aplikace a to těsně před nebo na počátku kladení vajíček, nejpozději na začátku líhnutí larev.

Pro absenci systémového a fumigačního účinku je potřebí rostliny dokonale ošetřit. Akutní toxicita ACU pro člověka a teplokrevné živočichy je většinou nízká. Některé druhy přirozených nepřátel škodlivého hmyzu a roztočů nejsou po použití ACU ohroženy.

Vzhledem ke značné perzistenci ACU a z toho plynoucího zvýšeného nebezpečí vývoje rezistence škůdců se nedoporučuje ošetřovat trvalé kultury deriváty acylmočoviny během vegetace vícekrát než jedenkrát.

- **a.i. diflubezuron** – DIMILIN 48 SC – obaleč jablečný, listožraví a minující škůdci jabloně, housenky a housenice lesních dřevin, klíněnka jírovcová, mouchy a smutnice v šampionárnách ...
Hubí larvy motýlů Lepidoptera, brouků Coleoptera, dvoukřídlých Diptera a mer Psylloidea a vajíčka motýlů a mer. Vajíčka vykladená na rezidua diflubenzuronu se nevyvíjí. Kontaminované mouchy kladou vajíčka neschopná vývoje či líhnutí. Hubí rovněž některé vlnovníky. Účinkuje po dobu 3 - 4 týdnů. Včely, pestřenky, parazitoidy z čeledi blanokřídlých a dravé roztoče neohrožuje. Pro sluněčka je středně toxický, pro zlatoočka jedovatý.
- **a.i. flufenoxuron** – CASCADE 5 EC – sviluška ovocná, bekyně zlatořitná, píďalky, bourovec prstenčivý. Hubí larvy a vajíčka svilušek, vlnovníků a motýlů Lepidoptera. Brání tvorbě a ukládání chitinu v kutikule larev hmyzu a svilušek. Navíc kontaminované samičky kladou vajíčka neschopná vývoje nebo líhnutí.
- **a.i. teflubenzuron** – NOMOLT 15 SC – hřebenule borová, podkopníci, obaleči, píďalky, mery, pilatky ploskohřbetky, zavíječ kukuřičný ...
Hubí larvy motýlů Lepidoptera, brouků Coleoptera, dvoukřídlých Diptera, larvy mery hrušňové i molic jako požerový jed. Otrávené larvy ihned přestanou přijímat potravu. Vajíčka některých druhů motýlů vykladená na rezidua teflubenzuronu se nevyvíjí. Dospělci mouchy domácí, které jej pozřely, kladou vajíčka neschopná vývoje. Teflubenzuron šetří dravé ploštice (Geocoris ssp., Nabis ssp., Orius ssp.), dravé

roztoče (*Typhlodromus pyri*). Je středně toxický pro larvy i dospělé slunéček, toxický pro zlatoočko *Chrysoperla carnea*. Včelám neškodí. Pro ryby slabě jedovatý.

- **a.i. triflumuron** – ALSYSTIN 480 SC - bekyně zlatořitná, píďalky, bourovec prstenčivý, obaleč jablečný
Hubí larvy a vajíčka motýlů Lepidoptera, motýlů Coleoptera a mer. Kontaminované samičky kladou vajíčka neschopná vývoje nebo líhnutí. Jeho rezidua účinkují po dobu 2 až 3 týdnů.

Thiadiaziny

- **a.i. buprofezin** – APPLAUD 25 WP – červci, molice skleníková
Prostupuje listy translaminárně. Hubí molice, štítenky, červce, křísky a roztočičky jako dotykový a požerový jed. Inhibuje syntézu a ukládání chitinu v kutikule a narušuje hormonální činnost prostaglandiálních žláz. Larvy a nymfy nejsou schopny ekdyze a hynou. Kontaminované samičky kladou vajíčka neschopná vývoje. Rezidua buprofezinu účinkují po relativně dlouhou dobu.
- **a.i. dazomet** – BASAMID GRANULÁT – půdní dezinfekce, působí proti hád'átkům, houbám i plevelům

Neonikotinoidy

- **a.i. thiacloprid** – CALYPSO 480 SC – mandelinka bramborová, škůdci řepky, pilatka jablečná, mšice, obaleč jablečný, vrtule třešňová, květopas jabloňový ...
- **a.i. acetamiprid** – MOSPILAN 20 SP – mandelinka, mšice, obaleč jablečný, krytonosec čtyřzubý a řepkový, blýskáček řepkový
- **a.i. imidacloprid** – mšice chmelová a mšička révokaz – CONFIDOR 70 WG, KOHINOR 70 WG, WARRANT 700 WG; + škůdci vzházejících rostlin cukrovky a krmné řepy – GAUCHO 70 WS

Ostatní organické insekticidy

- **a.i. triazamate** – AZTEC 140 EW, INCA – do spotřebování zásob
- **a.i. fipronil** – REGENT 800 WG – mandelinka, kohoutci, šedavka luční a lalokonosec libečkový na chmelu, lýkožrout smrkový
- **a.i. methoxifenozone** – INTEGRO – obaleč jablečný, slupkoví a pupenový obaleči, zavíječ kukuřičný, černopáska bavlníková
- **a.i. nereistoxiny** -
- **a.i. bensultap** -

Regulátory růstu a vývoje hmyzu

Analogy juvenilního hormonu – juvenoidy

- V larválních stádiích brání nástupu proměny hmyzu, tj. vývoji kukel a dospělců
- U dospělců regulují různé procesy související s pářením, vývojem vajíček a jejich kladením.
- **a.i. methopren** (Lafarex, Altosid, Precor..) - mravenec *Monomorium faraonis*



Monomorium pharaonis

- různé druhy hmyzu (např. komáři – larvy)

- **a.i. kinopren** (Enstar...)

- Homoptera

Antijvenoidy

- prekoceny

- metabolity nestařce *Ageratum houstonianum*



- Opak juvenoidů, „prodlužují vývoj“
- Indukují konec metamorfózy – přechod do stádia dospělců
- Karcinogenní účinky

Regulátory růstu a vývoje hmyzu

- **Ekdysteroidy** – svlékání, celková regulace vývoje a rozmnožování
- **Chemosterilanty**
- **Atraktanty**
- **Repelenty**
- **Stimulanty**
- **Feromony**

Ostatní zoocidy

Akaricidy

Sírné přípravky - Sulka, Sulikol (vedlejší akaricidní účinek, jinak ale fungicidy)

Sulfity

- **a.i. propargite** – OMITE 30 W, 570 EW – svilušky, hálčivci, vlnovníkovci
Sulfit, nesystémový specifický akaricid. Hubí larvy, nymfy i dospělé roztočů jako dotykový a dýchací nervový jed. Šetří dravé roztoče. Pro včely nejedovatý.

Thiazolidinony

- **a.i. hexythiazox** – NISSORUN 10 WP – svilušky
Proniká listy translaminárně, ale v rostlinách není rozváděn. Tento specifický akaricid narušuje vývoj a rozmnožování svilušek. Hubí letní a zimní vajíčka svilušek jako dotykový jed a larvy a nymfy jako jed požerový a dotykový. Letní vajíčka jsou k němu citlivější než vajíčka zimní. V průběhu 2 dnů před líhnutím se citlivost vajíček k hexythiazoxu výrazně snižuje. Larvy a nymfy hynou při svlékání. Dospělé samičky,

kteřé sály na ošetřených listech, nebo kteřé byly přípravkem přímo zasaženy, nehynou. Kladou menší počet, navíc méně životaschopných vajíček. Účinky hexythiazoxu se projevují pozvolna. Jeho rezidua jsou účinná po dobu delší než 2 měsíce.

Pyrazoly

- **a.i. fenpyroximate** – ORTUS 5 SC – sviluška chmelová, sviluška ovocná
Slabě fumiguje. Hubí především larvy a nymfy svilušek jako požerový a dotykový jed. Méně účinkuje na dospělce a letní vajíčka. Zasažení jedinci brzy přestanou přijímat potravu, ale hynou až za několik dní. Fenpyroximate způsobuje funkční a morfologické změny v mitochondriích periferních nervových buněk, v buňkách ovárií i pokožky. Jeho rezidua jsou účinná po dobu 45 dní i déle.

Pyridazinony

- **a.i. piridaben** – SANMITE 20 WP – svilušky, vlnovníci
Specifický nesystémový akaricid. Hubí především pohyblivé jedince svilušek jako dotykový a požerový buněčný jed. Vyvolává knock - down efekt nezávisle na teplotě. Zasažené svilušky ztrácejí schopnost koordinovaného pohybu, přestanou přijímat potravu a během několika dnů hynou. Pyridaben hubí také letní vajíčka a částečně i zimní vajíčka svilušek. Usmrcuje také některé druhy roztočů čeledi Eriophyidae a Tarsonemidae a také molice, třásněnky, mšice a štitěnky. Jeho rezidua jsou účinná po dobu 30 - 40 dnů.

Fyzikální přípravky – oleje

Látky, které mechanicky vytvořením tenkého olejového filmu, brání přístupu vzduchu k vajíčkům a dalším vývojovým stupňům živočišných škůdců. Nehrozí nebezpečí rezistence.

Minerální oleje

- a.i. olej parafinový – FRUTAPON 7 E, LESK
- a.i. olej minerální – FRUTAPON FOLIO, LESK LISTU

Řepkové oleje

- a.i. olej řepkový + insekticid – OLEOEKOL, ALIEKOL (chlorpyrifos + olej řepkový - methylester) – proti přezimujícím škůdcům

Nematocidy

- Nematocidy jsou látky určené k hubení fytofágních háďátek (nematoda). Proti háďátkům se dříve používal metam Na (NEMATIN), ale vzhledem k fyto toxicitě se již nepoužívá. Podobně oxamyl (VYDATE) se již nepoužívá kvůli toxicitě pro teplokrevné obratlovce. Proti některým háďátkům však lze použít i jiné látky, které sice nejsou vysloveně nematocidy, ale vykazují jistou účinnost – carbofuran (háďátka řepné), dusíkaté vápno (při dezinfekci půdy účinkuje i na háďátka bramborové), podobně i močovina, polisulfidická síra (SULKA) se používá proti háďátku zhoubnému na česneku.

Moluskocidy

- Moluskocidy slouží k hubení bezobratlých – plzáků a slimáků, vyskytujících se ve vlhčích obdobích na jahodách, ve sklenicích. Dnes je u nás registrován pouze methiocarb – insekticid a moluskocid MESUROL SCHNECKENKORN (jen moluskocid – slimáci, plzáci) a MESUROL 50 WG – + maločlenec čárkovitý a třásněnka západní. Karbamát. Hubí žravý a savý hmyz, roztoče a měkkýše jako

dotykový a požerový nervový jed. Odpuzuje ptáky i drobné hlodavce. Pro včely, ryby a zvěř nebezpečný. Niclosamid ani metaldehyd se již nepoužívá.

Rodenticidy

- Rodenticidy patří většinou do skupiny antikoagulantů. Jsou to pevné látky, špatně rozpustné ve vodě.
- fosfidy Al, Mg, Zn
- STUTOX I – fosfid zinku
- RODEX – fosforovodík – patrony (1/3 m)
- DELICIA GASTOXIN, PHOSTOXIN (tablety, pelety) – fosfid hlinitý – skladištní škůdci
- KROUNEX – oxid uhelnatý
- LANIRAT MICRO – bromadiolone – derivát kumarinu – hraboš polní

Fosfid zinku (Zn_3P_2)

vzhled: Šedý až černý těžký prášek kovového lesku s charakteristickým zápachem po česneku.

Stálost: Rozpustný je v benzenu a sirouhlíku, nerozpustný ve vodě a alkoholu. S kyselinami prudce reaguje a rozkládá se, přičemž se uvolňuje samozápalný a prudce jedovatý fosforovodík. Na vzduchu se neokysličuje.

Toxicita: LD50 = 45 mg.kg-1 Vysoce toxický

Fosfid zinku je akutní jed. Po pozření se v žaludku uvolňuje v důsledku kyselého prostředí fosforovodík, který způsobuje jak otravu místní, tak nervového systému, parenchymatózních orgánů ledvin a jater a selhání srdeční činnosti. Symptomy se dostaví za 15 minut, k úhynu dojde většinou do 24 hodin, někdy i za několik dní. LD50 v mg.kg-1 pro myši je 100, pro psa kolem 150, pro kuřata kolem 25. Hospodářská zvířata - hovězí dobytek, kozy, ovce a prasata - uhynula po dávce : rozmezí 20 až 60 mg/kg . První pomoc spočívá v rychlém s důkladným výplachu žaludku 0,1% roztokem manganistanu draselného a následným podáním živočišného uhlí.

Použití: Fosfid zinku se do nástrah přidává v koncentraci 3,75 - 5,0 %. Nástrahy se nesmějí používat v budovách. Používá se k plošné aplikaci jako přípravek Stutox.