

# Pesticidi

- Pesticidi su materije, namenjene za selektivno uništavanje štetnih životinjskih i biljnih organizama.
- Primjenjuju se u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji radi zaštite biljaka i proizvoda biljnog porekla (u skladištima).
- Laboratorijsko dokazivanje pesticida najčešće se obavlja metodama tankoslojne i gasne hromatografije.

# Faktori toksičnosti pesticida

- Liposolubilnost.
- Akumulacija u adipoznom tkivu.
- Visoka hemijska stabilnost.
- Neposredna i posredna (putem vodotokova i sl.) kontaminacija.

# Podela pesticida

<p style="text-align: center;"><b>Prema nameni</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Fungicidi.</li><li>● Herbicidi.</li><li>● Insekticidi.</li><li>● Rodenticidi.</li><li>● Regulatori rasta i dodatna sredstva</li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Prema hemijskoj prirodi</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Neorganski.</li><li>● Organski.</li></ul>
<p style="text-align: center;"><b>Prema poreklu</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Prirodni:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Produkti metabolizma bakterija, gljiva i biljaka.</li></ul></li><li>● Sintetnički:<ul style="list-style-type: none"><li>○ Organohlorna i organofosforna jedinjenja.</li><li>○ Proizvodi na bazi žive i arsena.</li><li>○ Triazini.</li><li>○ Derivati fenoksi-ugljične kiseline.</li><li>○ Piretroidi.</li><li>○ Mnoga druga jedinjenja.</li></ul></li></ul>	<p style="text-align: center;"><b>Prema agregatnom stanju i načinu aplikacije</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Čvrsti (zprašivanje).</li><li>● Tečni (prskanje).</li><li>● Gasoviti (fumigacija).</li></ul>
	<p style="text-align: center;"><b>Prema translokaciji</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>● Kontaktni.</li><li>● Sistemski.</li><li>● Eradikativni.</li></ul>

# Pesticidi kao štetne materije u lancu proizvodnje, prerade i potrošnje

- Insekticidi
- Rodenticidi
- Herbicidi
- Fungicidi

# Insekticidi

- Njihova upotreba je promovisana korišćenjem DDT-a tokom II sv. rata.
- Posle DDT-a korišćeni su sve jači insekticidi (lindan, dieldrin, tepp, karbamati, piretroidi) zbog prilagođavanja insekata.
- Insekticidi brzo i agresivno prodiru u lanac, preko lipida, i sporo se razgrađuju.
- ADI (FAP/WHO)  $\leq 700 \mu\text{g}$
- Kod izbora insekticida mora se voditi računa o toksičnosti, karenci i stručnoj primeni.
- Razlog je sprečavanje neželjenih trovanja životinja ljudi kontaminiranim procesnim predmetima koji su bili tretirane ili se nalaze u tretiranom ambijentu.

# Otkriće štetnog uticaja insekticida

- DDT je korišćen oko 40 godina, a danas je zabranjen.
- Imao je dominantnu ulogu u uništavanju komaraca u malaričnim regionima.
- Iako je korišćen prevashodno u tropskim područjima, raširio se po celoj planeti, sve do arktičkog pojasa.
- Rezidue koje su zaostajale u blatu i površinskim vodama usvajao je **plankton**.
- Plankton su konzumirale **planktofage riblje vrste**, i time u svoj organizam unele male količine DDT, u koncentraciji koja nije za posledicu imala štetne efekte, ali je došlo do deponovanja štetne materije u masnom tkivu.
- Ove biljojede ribe su konzumirane od strane **migratorskih ribljih vrsta** koje se hrane po predatorskom obrascu (npr. losos, neke vanevropske vrste pastrmki).
- Nakon migracije u arktički pojas predatorske ribe su bile **hrana lokalnih ptičjih vrsta**, čime je DDT dospelo u njihov organizam, ali se u ovom slučaju već radilo o kumulativnim efektima koji su se nepovoljno odrazili na reprodukciju.

# Vrste insekticida

- Organohlorni insekticidi
- Organofosfatni insekticidi
- Karbamatni insekticidi

# Organohlorni insekticidi

- Prvi korišćeni insekticid bio je upravo organohlorne prirode, već navedeni DDT (dihlor-difenil-trihloretan).
- Ima i mnogo drugih kao što su:
  - dieldrin,
  - aldrin,
  - hlordan,
  - lindan (gama izomer heksahlorcikloheksana),
  - endosulfan, i dr.
- Zabranjena je upotreba mnogih jedinjenja ove grupe (DDT, dieldrin, klordan) kada je ustanovljeno da su izuzetno stabilni, i liposolubilni i adipofilni.
- Pored neurotoksičnog i karcinogenog dejstva organohlornih insekticida, utvrđena je i povezanost sa poremećajima endokrine funkcije, a naročito u vezi sa **reprodukcijom**.

# Reproduktivni poremećaji

- DDT je karakterističan po jakom estrogenom uticaju, i potentan je antagonist receptora androgenih hormona.
- Prisutan u organizmu, u vreme polnog sazrevanja, vezuje se za receptore transportnih proteina, hormona štitne žlezde.
- Tako je jasno doveden u vezu sa feminizacijom muških individua.
- Kod pilota poljoprivredne avijacije, angažovanih na zaprašivanju poljoprivrednih površina DDT-em, utvrđena je oligospermija.

# Organofosfatni insekticidi

- Trenutno najraširenija grupa insekticida.
- Neki se brzo metabolišu i izlučuju iz organizma, bez nakupljanja (malation), dok za neke to nije karakteristično (paration).
- Shodno tome nisu svi podjednako toksični za sisare, ali u svakom slučaju u njihovom metabolizmu imaju izvestan neurotoksični uticaj.
- Inhibiraju enzim acetilholinesterazu (AChE) koja učestvuje u prenosu nervnih impulsa, pa su simptomi trovanja usporavanje pulsa i ritma disanja, paraliza mišića, digestivne smetnje, i dr.

# Karbamatni insekticidi

- To su analozi biljnog toksičnog alkaloida fizostigmina:
  - karbaril,
  - aldikarb,
  - i karbofuran.
- Odlikuje se neurotoksičnim dejstvom (inhibiraju AChE).
- Neki su karcinogeni.
- U najširoj upotrebi su dve grupe.

# Dve grupe karbamatnih insekticida

## **Piretrum i sintetski piretroidi**

- Insekticidi vrlo niske toksičnosti za sisare.
- Neurotoksični su u visokim dozama i remete funkciju transporta natrijuma.

## **Nikotin**

- Snažan insekticid
- Neurotoksičan za sisare.
- Vezuje se za nikotinske receptore acetilholina i pojačava delovanje parasimpatikusnog nervnog sistema.

# Rodenticidi

- To su hemijska sredstva koja se koriste za deratizaciju – uništavanje glodara.
- Pored toga što deluju kao otrovi na glodare, to su i otrovi za sve toplokrvne životinje i čoveka.
- Zbog toga primena ovih sredstava mora biti kontrolisana, u cilju sprečavanja trovanja hranom koja je kontaminirana rodenticidima.

# Herbicidi

- To su hemijska sredstva koja se koriste u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji za zaštitu useva od korovskih biljaka.
- Vrlo su toksična, a često i stabilna hemijska jedinjenja, s tim da su delimično razgradivi u uslovima termičke obrade hraniva.

# Štetni učinki herbicida

Grupa jedinjenja	Herbicid	Proliferator peroksizoma	Karcinogeni	Teratoogeni	Neurotoksini
Aril-oksi-fenoksi propionati	Haloksifop	+			
Triazini	Atrazin		+		
	Cijanazin		+	+	
Substituenti uree	Duron		+		
	Linuron		+		
Difenil etri	Laktofen		+		
Tiadizoli metil	Flutiacetat	+			
Izoksazoli			+		+

# Fungicidi

- To su hemijska sredstva koja se koriste protiv razvijanja plesni i gljivica na sirovinama i gotovim proizvodima, da bi se spriječilo kvarenje.
- Koriste se u velikim količinama i predstavljaju problem jer su vrlo toksični, a neki među njima i karcinogeni.
- Vrlo često se dovode u vezu sa poremećajima endokrine funkcije organizma.
- Naročito su opasna organska jedinjenja žive, ranije korišćena u zaštiti semena.

# Štetni učinci fungicida

<b>Grupa jedinjenja</b>	<b>Fungicid</b>	<b>Poremećaji endokrine funkcije</b>	<b>Karcinogeni</b>
Dikarboksimidi	Vinklozolin	+	
Ditiokarbamati	Ziram	+	
Etilenbisditiokarbamati	Maneb		+
Etilenbisditiokarbamati	Zineb		+
Organometalni	Trifenilkalaj		+
Ftalimidi	Kaptan		+
Substituirani benzeni	Hlortalonil		+

**\*\* \*\***