

# UPOTREBA PESTICIDA I OGRANIČENJA U EU

---

Čolaku, Endrina

Undergraduate thesis / Završni rad

2022

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj: **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

Permanent link / Trajna poveznica: <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:259659>

Rights / Prava: [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

Download date / Datum preuzimanja: **2025-02-17**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

Repository / Repozitorij:

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Endrina Čolaku

# **Upotreba pesticida i ograničenja u EU**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2022.

Karlovac University of Applied Sciences

Safety and Protection Department

Professional undergraduate study of Safety and Protection

Endrina Čolaku

# **Pesticide usage and limitations in EU**

Final paper

Karlovac, 2022.

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite

Stručni studij Sigurnosti i zaštite

Endrina Čolaku

# **Upotreba pesticida i ograničenja u EU**

ZAVRŠNI RAD

Mentor:

Dr. sc. Jasna Halambek, v. pred.

Karlovac, 2022.

## PREDGOVOR

Tijekom studiranja na Veleučilištu u Karlovcu upoznala sam divne ljude. Zahvalna sam svim kolegama s kojima sam imala priliku surađivati.

Zahvalna sam profesorici Jasni Halambek što mi je bila mentor za ovaj rad.

Bila mi je čast studirati na ovom Veleučilištu.

Hvala mojoj obitelji koja mi je bila potpora tijekom studiranja, a najviše hvala mojoj sestri Loreni koja je bila velika podrška i motivirala me za bolji rad.

## **SAŽETAK**

U ovom radu obrađuje se tematika korištenja pesticida te ograničenja korištenja na razini Europske unije.

U završnom radu najviše pažnje posvećeno je klasifikaciji pesticida, definiciji, primjeni i simptomima trovanja pojedinog pesticida.

Obrađeno je kretanje, širenje i akumulacija pesticida u prirodi, a također se navode i posljedice zagađenja pesticida.

Opisan je postupak koji se mora primijeniti za odobrenje pesticida u EU.

**Ključne riječi:** Europska unija, hrana, insekticidi, pesticidi, poljoprivreda.

## **SUMMARY**

This final paper covers the topic of pesticide usage and the restriction of usage in European Union. And its usage restriction in EU.

In the final paper most attention is paid to the classification of pesticides, definition, application and symptoms of poisoning of individual pesticides.

The movement, spread and accumulation of pesticides in nature are discussed, and the consequences of pesticide pollution are also stated.

The procedure which has to be applied for the approval of pesticides in EU is described.

**Key words:** agriculture, European Union, food, insecticide, pesticides.

## SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. POJMOVNO ODREĐENJE PESTICIDA .....	3
2.1. Pojam pesticida.....	3
2.2. Primjena pesticida .....	6
2.3. Klasifikacija pesticida .....	6
2.3.1. Organokloridi.....	8
2.3.2. Organofosfati .....	9
2.3.3. Karbamati.....	11
2.3.4. Insekticidi.....	11
2.3.5. Repelenti .....	12
2.3.6. Hemosterilizatori.....	12
2.4. Insekticidi biljnog podrijetla.....	12
2.4.1. Pirretrini .....	12
2.4.2. Rotenoidi.....	13
2.4.3. Rodenticidi.....	13
2.4.4. Fungicidi .....	14
2.4.5. Defolijanti .....	14
2.4.6. Herbicidi .....	15
3. KRETANJE, ŠIRENJE I AKUMULACIJA PESTICIDA U PRIRODI .....	16
3.1. Prisutnost pesticida u prirodi .....	16
3.2. Razgradnja pesticida.....	17
3.2.1. Trajnost pesticida.....	18

3.2.2.	Razvoj otpornosti na pesticide.....	18
3.2.3.	Štetni učinci pesticida .....	19
4.	REGULATORNI OKVIR I KORIŠTENJE PESTICIDA U EUROPSKOJ UNIJI.....	20
4.1.	Položaj pesticida u Europskoj uniji .....	20
4.2.	Postupak odobrenja pesticida .....	21
4.3.	Postupak autorizacije pesticida za zaštitu bilja.....	23
4.4.	Posebni slučajevi .....	25
5.	ZAKLJUČAK .....	27
6.	LITERATURA.....	29



## 1. UVOD

U ovom radu obrađuje se tematika korištenja pesticida te ograničenje korištenja na razini Europske unije. Europska unija svake godine donosi strategije te smjernice za smanjenje upotrebe pesticida. Pesticidi su se pojavili kao potreba za proizvodnjom što veće količine i bolje kvalitete hrane, ali i kao potreba za iskorjenjivanjem mnogih bolesti u kojima štetnici imaju ulogu prijenosnika. Koriste se u poljoprivredi i šumarstvu (90%), a znatno manje u veterini i zdravstvu.

Za razliku od većine onečišćujućih tvari koje se u okoliš unose bez određenog cilja (osim ako nije cilj riješiti se nepotrebnog otpada), pesticidi se uvode s namjerom pomoći ljudima, povećanjem prinosa u poljoprivredi, voćarstvu, vinogradarstvu i šumarstvu. Utjecaj pesticida na biocenoze vrlo je složen i raznolik.

U svakoj biocenozi početna skupina su fitofagi (organizmi koji se hrane biljkama). Brojnost fitofagnih insekata reguliraju sitomofagi njihovih grabežljivaca i parazita. Zbog toga dolazi do eksplozivnog razmnožavanja štetnika, za čije je uništavanje potrebno primijeniti pesticide. Sustavna primjena pesticida ima izravan učinak na biocenozu i dovodi do djelomičnog uništavanja korisnih kukaca oprašivača, mrava, negativno utječe na ribe, beskralješnjake i ptice, a učinci se uočavaju kod životinja i ljudi.

S druge strane, smanjenje ili prestanak uporabe pesticida može dovesti do brzog razmnožavanja onih štetnika koji su dugo bili pod njihovim utjecajem, ali su uspjeli preživjeti. Sustavnom primjenom visokotoksičnih pesticida, uglavnom organoklorovih spojeva, bilježe se značajni poremećaji u biocenozama.

Ovi pripravci se slabo razgrađuju u vodi i tlu, imaju sposobnost akumulacije u organizmima biljaka i životinja, pa njihova dugotrajna uporaba u neograničenim količinama značajno utječe na biocenoze. Prisutnost pesticida u lancu ishrane velika je opasnost. Postupno se akumuliraju u jednom organizmu, a prehranom lako se prenose na druge. Većina pesticida (uključujući i organoklorove pesticide) ima izraženu sposobnost koncentracije, kao i aktivan biološki učinak na toplokrvne životinje.

Brojni su podaci o djelovanju pesticida na ptice, posebice one vrste koje se hrane ribom i pticama grabljivicama, odnosno one vrste koje se nalaze na kraju hranidbenog lanca. Uništavanje

korisnih kukaca najizraženije je u primjeni insekticida u šumama i voćnjacima koji imaju značajnu ulogu u suzbijanju štetnika. Opasnost od uništavanja populacije korisnih insekata u kemijskoj obradi velikih površina znatno je veća nego u tretiranju malih, gdje je moguća zamjena uginulih jedinki preseljenjem iz susjednih čistih područja.

Prema nekim podacima, bez upotrebe pesticida, dobilo bi se samo do 30% današnjeg prinosa velikog broja poljoprivrednih kultura. Posljedice djelovanja pesticida ovise o karakteru dijela ili cijelog ekosustava te o fizikalno-kemijskim svojstvima upotrijebljenih pripravaka.

## 2. POJMOVNO ODREĐENJE PESTICIDA

### 2.1. Pojam pesticida

Čovjek, a za njega važne kultivirane biljke i životinje (uglavnom sisavci i ptice), izloženi su štetnicima: životinjama (nematode, kukci, glodavci i dr.), biljkama (alge, neke gljive, korovi), bakterijama i virusima. Veliki broj raznih štetnika napada biljke i životinje tijekom uzgoja, uništava sirovine i gotove proizvode, uništava različite vrste materijala (tekstil, drvo, instalacije) i na taj način umanjuje rezultate rada.

Izreka da "hrana nije ono što se proizvodi nego ono što se čuva" čini se prihvatljivom. Konzumacija hrane od strane nekih štetnika je zapanjujuća. Dnevne potrebe za hranom štakora su, na primjer, jedna petina njihove tjelesne težine, a bez hrane ne mogu izdržati dulje od 48 sati. Neke ličinke koje tvore lišće duhana i patlidžana pojedu hranu 50 000 puta veću od svoje početne težine u samo nekoliko tjedana razvoja [1].



**Slika 1.** Prikaz tretiranja pesticidima

<https://gospodarski.hr/pitanja-i-odgovori/zastita-bilja-pitanja-i-odgovori/koji-su-pesticidi-dozvoljeni/>

Gljiva *Phytophthora infestans* uzrokovala je uništavanje krumpira (glavnog izvora u prehrani stanovništva Irske) u razdoblju od 1845-1848. godine, gladi koja je ostala zabilježena kao "Irska glad" [1].

To je bio razlog masovne migracije Iraca u Sjedinjene Države. S druge strane, sve je veća potreba za hranom zbog demografske eksplozije. Stopa rasta svjetske populacije iznosi 2% godišnje, odnosno 200.000 novorođenčadi dnevno.

Procjenjuje se da danas 1,5 milijardi ljudi u svijetu pati od gladi i pothranjenosti u zemljama u razvoju, koje čine 2/3 svjetskog stanovništva i proizvode samo 20% hrane. U posljednjih 50 godina proizvodnja hrane u razvijenim zapadnim zemljama porasla je 10 puta, ali očito to nije dovoljno, jer je problem hrane i danas izražen, a u budućnosti će još više dolaziti do izražaja [2].

U kontekstu ovakvih promišljanja, očito je da se proizvodnja i zaštita hrane moraju povećati, odnosno da će se neizbježno javiti potreba za još većom uporabom pesticida. Na ovom mjestu ističemo prednosti pesticida, no poznato je da štetno djeluju i na ne ciljane organizme, za koje nisu namijenjeni. Pesticidi osiguravaju: zdrav usjev, povećani prinosi, nutritivnu vrijednost, povećanje stočarske proizvodnje, uštedu u vremenu obrade, zaštitu materijala itd. Štetočina ili nametnik je svaki organizam (štetan, destruktivan, bolestan) koji šteti gospodarstvu i ugrožava zdravlje ljudi. Većina danas upotrebljivanih pesticida ubraja se u tzv. kemijske pesticide.

Pesticidi se koriste zbog sljedećih pojava i organizama [1]:

- Organizmi koji uzrokuju bolesti ljudi, biljaka i životinja. U ovu skupinu spadaju: virusi, bakterije, insekti i paraziti (crvi, metilji).
- Organizmi koji dosađuju ljude i životinje i prenose bolesti – muhe, komarci. itd.
- Organizmi koji uništavaju biljke.
- Divlje životinje koje napadaju domaće životinje (vuk, lisica, rakun).
- Organizmi koji oštećuju materijale (drvo, tekstil i sl.) i uzrokuju kvarenje hrane (bakterije, gljive, crvi, termiti).
- Korovi koji se natječu s kultiviranim biljkama. Neki korovi su otrovni.

Prvi pokušaji korištenja pesticida pojavili su se kod starih Egipćana 1500. godine prije Krista. Čini se da je sumpor bio prva kemikalija upotrebljena u te svrhe. Izgaranjem sumpora nastao je otrovni plin sumporov(IV) oksid (SO<sub>2</sub>) koji je uništio štetnike. Prva generacija modernih

pesticida sastojala se od otrovnih teških metala, poput olova, arsena, žive. Te se tvari nakupljaju u tlu i inhibiraju rast biljaka. Moguće je i trovanje ljudi i životinja. Druga generacija pesticida sastojala se od sintetskih organskih spojeva.

Era masovne upotrebe sintetskih pesticida započela je upotrebom DDT-a počevši od Drugog svjetskog rata. Danas se pesticidi masovno proizvode u mnogim zemljama. Teško je odrediti točan broj i količinu proizvedenih pesticida, ali se procjenjuje da se koristi blizu 1000 bazičnih spojeva, od kojih se proizvodi 4000 preparata pod različitim trgovačkim nazivima [2].

Naziv pesticida vezuje se uz njihovu funkciju, odnosno uništavanje ili suzbijanje brojnosti "štetnika". Izraz štetnik se koristi uz određena ograničenja. To znači tako veliki broj populacija koji dostiže razmjere štetnika. Kada njihov broj padne na razinu koja ne šteti istoj populaciji organizama, ne smatraju se pesticidima.

Zato pesticidi definitivno ne uništavaju štetnike (što je gotovo nemoguće), već imaju funkciju suzbijanja brojnosti štetnika. Najvažnija poželjna svojstva pesticida su: učinkovitost za uništavanje štetnika, visoka selektivnost i osjetljivost na razgradnju (nestabilnost) [1].

Najteže je postići selektivnost, što znači uništavanje samo štetnika bez utjecaja na ne ciljane organizme. Stoga svi pesticidi prije stavljanja u promet moraju proći propisana ispitivanja. Međutim, nakon dulje uporabe, mnogi pesticidi su postupno ukinuti zbog toksičnosti ili otpornosti (neosjetljivosti) štetnika na određene vrste pesticida.

Konstantno se radi na razvoju novih pesticidnih pripravaka visoke učinkovitosti i selektivnosti, što znači smanjenje količine korištenih pesticida; zamjena postojećih agenasa na koje su neki insekti, gljive, glodavci i korovi postali otporni; zamjena visoko toksičnih pripravaka s manje toksičnim; pooštavanje kriterija za genotoksičnost, teratogenost, mutagenost i karcinogenost. Pesticidi također podliježu ekotoksikološkim zahtjevima. Jako postojeće pripravke treba zamijeniti onima manje postojanim, koji se ne nakupljaju.

Prema statističkim podacima, sredinom 80-ih godina prošlog stoljeća potrošeno je oko 14 kg pesticidnih pripravaka po hektaru. Samo za suzbijanje korova na prugama utrošeno je 28 tona trajnih pesticida (herbicida) [3].

Karakteristična je tendencija porasta broja manje toksičnih pripravaka u prometu, no ako se s njime postupa nepravilno i koriste neadekvatne doze može doći do trovanja, pa čak i smrti ljudi i životinja.

## **2.2. Primjena pesticida**

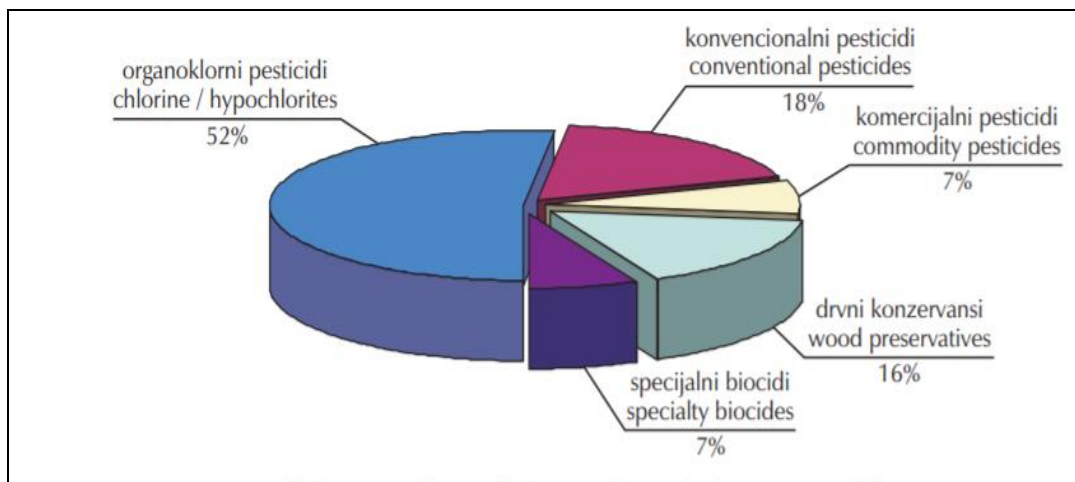
Front zaštite hrane danas je vrlo širok. Zato je „Zaštita bilja“ kao pojam i metoda, dotad usko shvaćena i primjenjivana, danas mnogo šire shvaćena. Zaštita nije ograničena na razdoblje uzgoja, jer je djelovanje biološki štetnih agenasa puno šire i proteže se na procese prerade, transporta, skladištenja. Pesticidi stoga danas imaju široku primjenu [1].

Iako se najveće količine proizvedenih pesticida (90%) još uvijek koriste u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji za suzbijanje uzročnika biljnih bolesti, insekata, glodavaca, nematoda, ptica itd., koriste se i u drugim područjima; u šumarstvu i drvenoj industriji (3%), stočarstvu i veterini (3%), prerađivačkoj industriji (1%), komunalnoj higijeni i drugim područjima (zaštita brodova, građevinskog materijala, instalacija, u farmaceutskoj industriji) 1%. Tako se pesticidi, izvorno namijenjeni uništavanju "štetnika" koji ometaju proizvodnju hrane, sve više koriste u drugim djelatnostima i tako postaju dio našeg okoliša [3].

Iako se pesticidi danas koriste u mirnodopske svrhe, spoznaja o mogućnosti njihove uporabe u destruktivne (ratne) svrhe ukazuje na potencijalnu opasnost od nekih vrsta pesticida. Zabrinutost je tim veća ako se zna da kemijsko i biološko oružje mogu proizvoditi gotovo sve zemlje. Već je poznato da se pesticidi mogu koristiti kao obrambeno i napadno kemijsko oružje.

## **2.3. Klasifikacija pesticida**

Kao što smo spomenuli, na tržištu postoji veliki broj različitih vrsta pesticida, prema njihovoj kemijskoj prirodi, biološkom djelovanju, namjeni, postojanosti i drugim svojstvima, što izaziva brojne poteškoće i dileme u njihovoj klasifikaciji. Stoga se u klasifikaciji pesticida koriste različiti pristupi i kriteriji.



**Slika 2.** Udio pojedinih pesticida u svakodnevnoj upotrebi [4].

Danas je u upotrebi mali broj pesticida prirodnog i anorganskog porijekla. Zamijenjeni su organskim, sintetičkim pesticidima. Prema svom kemijskom sastavu, svojstvima i namjeni možemo podijeliti na [1]:

- Klorirani ugljikovodici (organokloridi);
- Organofosfati,
- Karbamati.

Razvrstavanje prema kriterijima [3]:

A- ako se kao kriterij prihvati kemijska struktura i svojstva pesticida, oni se mogu svrstati u dvije velike skupine: anorganske i organske, a prema podrijetlu ih dijelimo na prirodne i sintetičke.

B - Razvrstavanje se može izvršiti i prema namjeni (ciljani štetni organizmi): insekticidi, rodenticidi, fungicidi, herbicidi itd.

C - Na temelju djelovanja razlikujemo: kontaktne, sistemske, živčano toksine, metaboličke toksine.

D - Stupanj toksičnosti, postojanost, razgradivost i drugi kriteriji mogu se uzeti kao osnova za razvrstavanje.

Navedeni pristupi i kriteriji u klasifikaciji nisu u sukobu i međusobno se ne isključuju. U nastavku ćemo koristiti prva dva kriterija u klasifikaciji.

### 2.3.1. Organokloridi

Organokloridi su klorni derivati alifatskih i aromatskih ugljikovodika u čijim je molekulama vodik supstituiran klorom i njihov je položaj u molekuli vrlo važan za učinkovitost. Organokloridi su derivati: klorobenzena (DDT, metokemklorin, ratan, dikofol); cikloheksan (HCH - heksklorocikloheksan); kamfen i terpentin (kamfen, klortipen) i lindana (aldrin, dieldrin, klordan, heptaklor). Fenoksiotene kiseline (2,4, -D i 2,4,5-T) su također klorirani spojevi, potiču rast biljaka, ali su i vrlo učinkoviti herbicidi. Klorirani ugljikovodici se široko koriste i koriste se kao insekticidi, nematicidi, fungicidi i sterilizatori tla [1].

Za razliku od organofosfornih pesticida koji u biljku prodiru kroz korijen, organokloride je teže apsorbirati kroz korijenski sustav, manja je mogućnost trajne kontaminacije biljaka i stoga su prikladni za zaštitu bilja. Organokloridi prodiru u tijelo uglavnom kontaktom kroz kožu zbog svoje dobre topljivosti u lipidima.

Organokloridi nadražuju kožu i sluznicu. Organska otapala u kojima su otopljeni ovi pesticidi ubrzavaju njihovu resorpciju, a neka su i sama toksična te pokazuju sklonost nakupljanju u masnom tkivu i mliječnim žlijezdama. Stoga ih ima u mlijeku i mliječnim proizvodima, što predstavlja posebnu opasnost za dojenčad. Organokloridi su vrlo postojani i otporni pesticidi pa se nakupljaju na mjestima primjene, ali i šire. Stoga je njihova primjena ograničena. U toplokrvnih životinja mete štetnog djelovanja su središnji živčani sustav i jetra [1].

Simptomi trovanja javljaju se ubrzo (1/2 sata) nakon unosa većih doza u organizam i manifestiraju se u obliku povraćanja, proljeva itd. Tijekom duljeg izlaganja uočene su histološke promjene u bubrezima i jetri. Simptomi kroničnog trovanja uključuju vrtoglavicu, slabost, pospanost, neurozu, gubitak težine te oštećenje bubrega i jetre.

Zbog postojanosti i štetnih bioloških posljedica neki organokloridi su već zabranjeni, a prije svega prvi od korištenih organoklorida - DDT. Međutim, postoji razlog da se posebna pozornost posveti DDT-u jer se iskustvo stečeno u korištenju ovog pesticida u literaturi naziva "lekcija DDT-a". DDT (dikloro-difenil-trikloretoan) bio je prvi korišten sintetski pesticid, koji je obilježio eru masovne primjene pesticida. Riječ je o pesticidu koji je proizveden u velikim količinama i koji se najdulje koristi. Procjenjuje se da je u prvih 25 godina proizvedeno 500 milijuna tona DDT-a [3].



Na primjeru DDT-a proučavana su mnoga svojstva pesticida: učinci na ciljane i neciljne organizme, biološki učinci, metabolički putovi, sudbina u ekosustavima itd. Iako je otkriven mnogo ranije, Paul Muller je 1939. godine prvi ukazao na mogućnost njegove upotrebe kao pesticida.

Tijekom Drugog svjetskog rata uspješno se koristio u suzbijanju epidemije tifusa u Italiji, i to u velikim količinama. Milijuni života spašeni su u relativno kratkom vremenu. DDT se tada koristio kao insekticid, za uništavanje parazita domaćih životinja i ljudi. I prije nego što je Muller dobio Nobelovu nagradu, prvenstveno zato što je DDT spasio velik broj ljudskih života, stigla su prva upozorenja da nije dovoljno selektivan, već da osim štetočina ubija i korisne životinje.

Nadalje su praćeni tokovi DDT-a u tijelu i prirodi. Ispitivanja su pokazala da gotovo da nema točke na kugli zemaljskoj u koju DDT nije stigao (pronađen je čak i u antarktičkom ledu). DDT pokazuje afinitet prema masnim tkivima u kojima se nakuplja u većim količinama, zbog čega se često nalazi u mlijeku i mliječnim proizvodima. Vrlo je postojan u okolišu, a mikroorganizmi ga vrlo polako razgrađuju.

### **2.3.2. Organofosfati**

Organofosfatni spojevi (organofosfati) su esteri tiosfosforne kiseline - tiosfosfati (paration, metilparacija, demeton, fenilklorofos, bromfos); tiolofosfomske kiseline - tiolifosfati (endotin, metaloksidimeton, doklorfos, mevinfos, fosfalidon); ditiosfosforne kiseline - pirofosfati (tetraetil fosfat, sufotep) i fosforne kiseline - fosfonati (triklorofon) [1].

Uglavnom su tekućine, rjeđe krute tvari, a neke imaju i neugodan miris. Dobro se otapaju u organskim otapalima (ksilen, aceton, toluen, kloroform), a slabo u vodi. Od posebne je važnosti njihova topljivost u mastima, zbog čega lako prodiru u netaknutu kožu, što je čest slučaj kod osoba koje dolaze u profesionalni kontakt s ovim pesticidima. Lako prodiru u mozak kroz krvno-moždane barijere.

Zbog povećanog tlaka pare, pare udisanjem lako prodiru u tijelo. Većina ima širok raspon djelovanja, a samo nekoliko je specifičnih. Riječ je o tvarima različitog djelovanja u odnosu na ciljane organizme, pa se koriste kao insekticidi, akaricidi, fungicidi i rodenticidi. Postoje naznake

moogućnosti primjene u ratne svrhe. Lako prodiru u biljke, odakle ih insekti upijaju zajedno s biljnim sadržajem (sistemske insekticidi).

Simptomi trovanja, ovisno o načinu primjene, javljaju se nakon ½ do 3 sata i najbrže u slučaju udisanja, dok visoke doze mogu uzrokovati smrt za nekoliko minuta, najčešće zbog paralize dišnih mišića. Subletalno dozno trovanje prepoznaje se po pojavi grčeva, mučnine, povraćanja, bronhospazma, smetnji vida (akomodacijski spazam) i slabosti mišića [3].

Kronična trovanja nastaju pri produljenom izlaganju nižim dozama (najčešće kod radnika u proizvodnji i uporabi organofosfata) i manifestiraju se kao blagi oblik akutnog trovanja. Najznačajniji biološki učinak očituje se djelovanjem na živčani sustav pa se nazivaju i živčani toksini.

Primarna toksična aktivnost organofosfata je u inaktivaciji enzima acetilkolinesteraze, enzima odgovornog za razgradnju acetilkolina (AChE), živčanog prijenosnika uključenog u prijenos živčanih impulsa u sinapsama između živčanih stanica i efektora poput mišićnih vlakana [1].

Stoga se ovi inhibitori kolinesteraze mogu označiti kao živčani toksini. Poremećaji dišnog sustava važna su manifestacija u slučaju trovanja ovim pesticidima, a izražavaju se djelovanjem na dišni centar, bronhospazmom, pojačanim izlučivanjem bronhijalnih žlijezda i paralizom dišnih mišića. Organofosfati koji prodiru u središnji živčani sustav mogu izravno uzrokovati inhibiciju respiratornog centra.

Daljnja istraživanja upućuju na širok raspon štetnih učinaka organofosfata na jetru, morfološki i biokemijski sastav krvi, hipofizno-nadbubrežni sustav i imunološke reakcije. Organofosfati, koji prodiru u tijelo, podliježu metaboličkoj detoksikaciji kroz oksidaciju, hidroksilaciju i hidrolizu enzimskog sustava.

Enzimi prve vrste reakcija nalaze se u endoplazmatskom retikulumu jetre, a detoksikacija se provodi defosforilacijom, oksidacijom, hidroksilacijom i konjugacijom. Enzimski hidroliza je glavni put njihove biotransformacije (detoksikacije). Štetno djelovanje organofosfata očituje se i na kultiviranim biljkama. U biljke prodiru kroz korijen i list [3].

### **2.3.3. Karbamati**

Karbamati su spojevi monometil i dimetil karbaminske kiseline: monometilkarbamati (karbaril, promekarb, dioksikarb, merkapturon, furadan, aldikarb, tranid); dimetilkarbamati (izolan, dimetan, dimetilan) i ditiokarbamati. Riječ je o bezbojnim tekućim ili čvrstim tvarima umjerene stabilnosti, pa se mogu koristiti u većim količinama, iako nisu isključeni toksični učinci [1].

Slabo su topljivi u vodi, dok se dobro otapaju u polarnim organskim otapalima. Biološki učinci karbamata slični su onima organofosfata (inhibicija enzima acetilkolin esteraze). U prvom stupnju umjesto fosforilacije (organofosfati) u slučaju karbamata prisutna je karbamilacija kolinesteraze [3].

Karbamati uzrokuju hipoksiju i oštećenje parenhima jetre, bubrega središnjeg živčanog sustava. U slučaju teške akutne intoksikacije može nastupiti smrt zbog paralize dišnog centra. Karbaril je najmanje toksičan, dok je aldikarb vrlo otrovan, pa su granule obložene zaštitnim slojem.

### **2.3.4. Insekticidi**

Insekti predstavljaju najbrojniju i najvažniju kategoriju štetnika, pa je razumljivo da je najveći broj kemijskih preparata namijenjen suzbijanju i borbi protiv štetnih insekata. Insekti čine oko tri četvrtine životinjskih vrsta planeta. Procjenjuje se da postoji više od 10.000 vrsta štetnih insekata koji uništavaju velik dio dobara koje čovjek stvara svojim radom. Zato se kukci mogu smatrati destruktivnom skupinom živih bića u prirodi. Jedna od najraširenijih bolesti, koja je tijekom ljudske povijesti odnijela najviše života, više od bilo koje druge, je malarija. Prenose je komarci iz roda *Anopheles* [2].

Zaraženi komarci zaraze zdravu osobu krvnim parazitom *Plasmodium*. *Ces* (*Glossina palpalis*) je jedan od najraširenijih insekata u Africi, pokrivajući površinu od oko 8 milijuna četvornih kilometara. Nositelj je krvnog parazita *Trypanosoma gambiensis*, uzročnika bolesti spavanja. Epidemija bolesti spavanja ubila je dvije trećine stanovništva jezera Victoria. U borbi protiv insekata koriste se obrambene i napadne metode (insekticidi).

### **2.3.5. Repelenti**

Obrambena metoda je pasivan način obrane od insekata i sastoji se u korištenju kemijskih sredstava (repelenta) koji ne ubijaju kukce već ih drže na udaljenosti od ljudi, domaćih životinja i materijala, jer su odbojni. Riječ repelent latinskog je porijekla - "repellere", što znači odbiti. Koriste se tri vrste repelenta: eterična ulja, prirodni spojevi (esteri, aldehidi, kiseline) koji služe za obranu od svojih prirodnih neprijatelja [2].

### **2.3.6. Hemosterilizatori**

Štetne kukce nije moguće u potpunosti suzbiti klasičnim insekticidima. Tako se često pojavljuju otporne generacije insekata, pa je pristup usmjeren u suzbijanje njihovog razmnožavanja. Međutim, do sada ispitani hemosterilizatori pokazali su teratogeno i mutageno djelovanje na ljude (5-fluorouracil je npr. mutagen) [1].

Zbog navedenih razloga i tehničkih poteškoća u njihovoj primjeni, ova metoda nije bila široko korištena.

## **2.4. Insekticidi biljnog podrijetla**

Aktivne tvari biljnog podrijetla koriste se u obliku čistih spojeva, ekstrakata i homogenata. Zbog svojih jedinstvenih bioloških svojstava, brze razgradnje, niske toksičnosti i rijetke otpornosti, prikladno su sredstvo u borbi protiv insekata. Iako su među najstarijim pesticidima, ipak se koriste u manjoj mjeri (3-4% od ukupne količine pesticida), jer su skupi.

### **2.4.1. Piretrini**

Ove aktivne tvari izolirane su iz cvjetova krizanteme, a predstavljaju pesticide širokog spektra djelovanja. Četiri estera su izolirana iz krizanteme; piretrin I, piretrin II, cinerin I i cinerin II. Ne otapaju se u mastima pa se ne talože u tijelu. U probavnom traktu sisavci se razgrađuju u netoksične produkte. Također se koriste sintetski piretrini, esteri krizanteme (resmetrin) [2].

### **2.4.2. Rotenoidi**

Aktivnu tvar (rotenin), koja se nalazi u korijenu nekih tropskih biljaka, stanovnici malajskog i filipinskog arhipelaga od davnina koriste u ribolovu za omamljivanje ribe (utječe na živčani sustav). Rotenon i slični spojevi (rotenoidi) koriste se za uništavanje biljnih lisnih uši i drugih voćnih štetnika. Utječe na živčani sustav insekata, uzrokujući paralizu. Rotenoidi se nalaze u mnogim rodovima tropskih biljaka.

### **2.4.3. Rodenticidi**

Glodavci (Rodentia) su vrlo brojna i univerzalno rasprostranjena skupina životinja koje naseljavaju sva područja i sve sredine u kojima je život moguć. Žive na površini i pod zemljom, u vodi. Vjeruje se da po brojnosti, na svakog stanovnika naše planete dolazi jedan štakor. Uz štakore i miševe treba spomenuti i druge štetne glodavce [5].

Uništavaju biljke tijekom uzgoja i gotove proizvode, uzrokujući ogromne materijalne štete. Prenositelji su i teških bolesti, najčešće epidemijske prirode (kuga, tifus, bjesnoća).

Za suzbijanje ovih štetnika koriste se preparati koji moraju biti vrlo toksični, ali i vrlo selektivni, jer se glodavci kreću u neposrednoj blizini čovjeka. Zbog ovih poteškoća mnoga do sada korištena sredstva dala su samo djelomične rezultate.

Najbolji rezultati postignuti su rodenticidima poput antikoagulansa (varfarin, racumin) koji se koriste u malim količinama. Antikoagulansi uzrokuju krvarenje i sprječavaju zgrušavanje krvi blokiranjem vitamina K (važan faktor koagulacije) i inhibiranjem proizvodnje protrombina, faktora zgrušavanja [2].

Za suzbijanje glodavaca koriste se plinoviti rodenticidi (SO<sub>2</sub>, pikrinske pare, cijanovodik). Uvođenjem antikoagulansa smanjena je potrošnja organskih (strijinin, krimidin) i anorganskih pesticida (barijeve soli i soli arsena).

#### **2.4.4. Fungicidi**

Ova vrsta pesticida koristi se za suzbijanje fitopatogenih gljiva (Fungi). Primjenjuje se tretman nadzemnih dijelova biljaka, sjemena, uskladištenih proizvoda, tla i proizvoda drvne industrije. Djeluju uglavnom sustavno, prodiru u biljku, dolaze u dodir s patogenima i uništavaju ih [4].

Fungicidi se, inače, uglavnom koriste preventivno, prije pojave zaraze patogenim gljivama, uništavajući njihove eventualno prisutne spore. Ovim se postupkom postižu puno bolji rezultati nego kod tretiranja već zaraženih biljaka jer napadnuti dijelovi biljaka brzo odumiru, dok se gljiva i njene spore šire na druge dijelove biljke.

Jedna od najranijih kemikalija korištenih u borbi protiv štetnika – sumpor se još uvijek koristi kao fungicid. Sumpor se počeo šire koristiti krajem prošlog stoljeća.

Krajem prošlog stoljeća, najprije u Francuskoj, počela je primjena bakrovog sulfata (modre galice) za zaštitu vinove loze i pšenice. Modra galica se koristi i danas. Fungicidi su u pravilu hlapljivi i brzo se razgrađuju. Ako dođe do trovanja bakrenim sulfatom, dolazi do povraćanja i tijelo brzo oslobađa ovaj fungicid [2].

#### **2.4.5. Defolijanti**

Prilikom mehanizirane berbe nekih usjeva zapreka su lišće i općenito nadzemni izdanci. U takvim slučajevima ili kako bi se ubrzalo sazrijevanje koriste se defolijanti. Šezdesetih godina prošlog stoljeća počeli su se koristiti kontaktni herbicidi diquat i paraquat, učinkoviti kao defolijanti [4].

Na primjer, aminofon ima nisku toksičnost i nisku stabilnost, slabo se apsorbira i ne nakuplja se u gomoljima i lukovicama, što ga čini prikladnim za upotrebu. Kao što je već spomenuto, brojni defolijanti već su korišteni u ratne svrhe (Vijetnamski rat) kako bi se razotkrila džungla u kojoj se do tada uspješno skrivala ljudstvo i oružje Viet Conga.

#### **2.4.6. Herbicidi**

Herbicidi su kemijska sredstva (pesticidi) koja se koriste za suzbijanje korova koji se natječu s kultiviranim biljkama usporavanjem njihovog razvoja i smanjenjem prinosa. Korovske biljke su vrlo prilagodljive, imaju široku ekološku valenciju (u pravilu), lako osvajaju nove ekološke niše i brzo se razmnožavaju. Štetne su samo kada se nađu zajedno s poljoprivrednim kulturama, pa se mogu označiti kao "biljke na krivom mjestu" [2].

Od davnina se koristi, a djelomično se i danas koristi mehanička metoda uklanjanja korova (okopavanje i plijevljenje). Puno su učinkovitije i ekonomičnije kemikalije, odnosno herbicidi. Osim učinkovitosti, važna svojstva herbicida su visoka selektivnost (djeluju samo na korove, a ne i na kultivirane biljke), slaba postojanost, brza degradacija bez nakupljanja u okolišu.

Praksa pokazuje da ne postoje apsolutno selektivni herbicidi. Osim na kultivirane biljke, neki herbicidi uzrokuju štetne učinke na ljude i domaće životinje. Zanimljivo je napomenuti da neki herbicidi (2,4-D, 2,4,5-T) djeluju slično kao auksin biljnih hormona kao stimulans rasta.

### **3. KRETANJE, ŠIRENJE I AKUMULACIJA PESTICIDA U PRIRODI**

#### **3.1. Prisutnost pesticida u prirodi**

Danas je u optjecaju oko 70.000 kemijskih spojevama koji se koriste kao pesticidi, s tendencijom daljnjeg povećanja. Posebno su zanimljivi sintetski, biorazgradivi spojevi koji se akumuliraju i dugo ostaju u prirodi. Proizvodnja i potrošnja pesticida također se stalno povećava, godišnje za 15-20% u svjetskim razmjerima [5].

Pesticidi su uključeni u kruženje tvari u biosferi i tako se šire. Posebnu opasnost predstavljaju stabilni, postojani pesticidi. Pesticidi i njihovi ostaci nisu u potpunosti zadržani na mjestu primjene, već se koriste fizičkim (voda, zrak) i biološkim (lanci hrane) putovima prijenosa, često na velike udaljenosti.

Kako i koliko daleko se prenose može se ilustrirati primjerom testiranja žaba u Sierra Nevadi, na nadmorskoj visini od 1500 metara, koje su bile kontaminirane s prosječno 3,19 ppm DDT-a.

Prisutnost DDT-a također je zabilježena u divljim vrstama Antarktika. Ostaci pesticida se prenose na velike udaljenosti zračnim putem u obliku aerosola, zračnim strujama, na mjesta koja su vrlo udaljena od mjesta primjene. Drugi učinkovit način njihovog transporta su vodotoci.

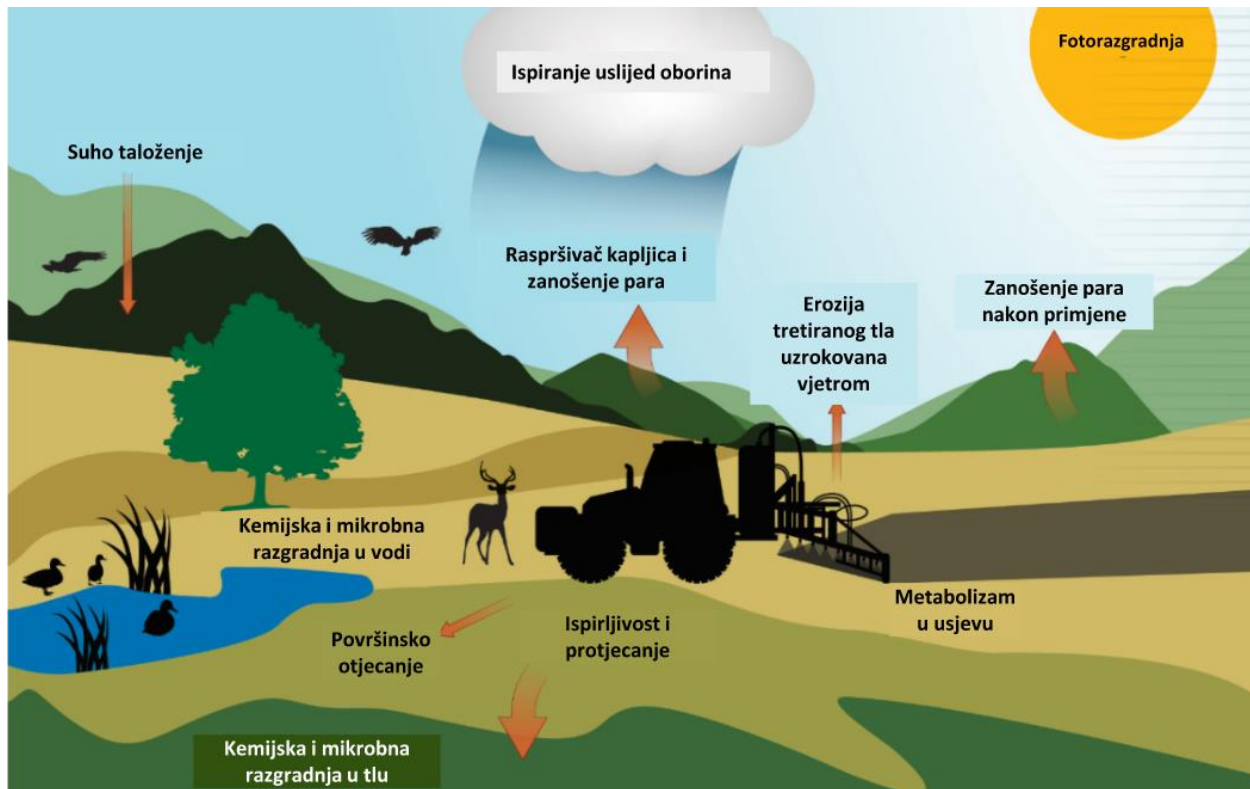
U pravilu se prijenos pesticida fizičkim putem može pratiti određivanjem u zraku, tlu i vodi. Mnogo je kompliciranije i stoga teže pratiti prijenos pesticida biološkim putem. Ostaci pesticida su rašireni u biološkim sustavima. Uključujući se u lance ishrane, oni dosežu sve razine trofičke piramide, uključujući i ljude.

Početna karika u prehrambenim lancima kopnenih i vodenih ekosustava su biljke. Kopnene biljke akumuliraju manje liposolubilnih pesticida od fitoplanktona. Na temelju proučavanja akumulacije pesticida u prirodnim lancima ishrane, može se smatrati da rast teče sljedećim redoslijedom: biljojedi, ptice i kukci koji se hrane žitaricama, sisavci koji se hrane kukcima i mekušcima te sisavci i ptice koji se hrane ribom [6].



### 3.2. Razgradnja pesticida

Većina pesticida koji se danas koriste su sintetski spojevi koji ne ulaze u krvožilni sustav i posebno su otporni na biorazgradnju. Samo ih neki mikroorganizmi mogu djelomično uključiti u svoj metabolizam kao izvore ugljikovih spojeva.



Slika 3. Razgradnja pesticida

Izvor: <https://op.europa.eu/webpub/eca/special-reports/pesticides-5-2020/hr/>

Razgradnja herbicida odvija se enzimskom razgradnjom na manje molekule; neenzimski put (promjena pH, temperatura, fotokemijske reakcije); stvaranjem novih spojeva u kemijskim reakcijama pesticida s drugim spojevima [7].

### **3.2.1. Trajnost pesticida**

Vrijeme zadržavanja pesticida u okolišu u obliku u kojem se koriste određuje njihovu sposobnost, odnosno postojanost. Ostala poželjna svojstva pesticida (učinkovitost, selektivnost) uključuju njihovo kratko vrijeme boravka u okolišu (nestabilnost) i izbjegavanje nakupljanja. Postojanost ovisi o kemijskoj stabilnosti molekula i otpornosti na fizikalno-kemijske čimbenike (temperatura, svjetlost) okoline i razlagače (mikroorganizmi) [5].

Iako većina danas korištenih pesticida pripada sintetičkim spojevima, koji u pravilu ne ulaze u ciklus cirkulacije i biotransformacije, ipak ne ostaju trajno u obliku u kojem su korišteni.

Postojanost pesticida važan je podatak za njihovu adekvatnu primjenu. Postojanost se kreće u širokom rasponu od jednog do dva dana (TEPP), nekoliko tjedana (paration) ili nekoliko godina (klorirani ugljikovodici). Najpostojanija skupina pesticida su organokloridi (npr. DDT), čiji je poluživot 20 godina [6].

Zato se sve više traže hlapljivi pesticidi. Za sada su to organofosfati i karbamati koji sve više zamjenjuju organokloride. Razgrađuju se za nekoliko tjedana do bezopasnih proizvoda, pa se ne nakupljaju u tlu i ne prenose na velike udaljenosti.

### **3.2.2. Razvoj otpornosti na pesticide**

Rezistencija odnosno otpornost na pesticide je razvoj neosjetljivosti insekata i biljaka na iste kao jedan od popratnih fenomena njihove primjene. Rezistencija se javlja nakon dulje uporabe, kod štetnika kod kojih je insekticid (pesticid) bio učinkovit na početku primjene. Veće količine i dulja uporaba ubrzavaju ove pojave. DDT je u početku djelovao kao insekticid širokog spektra i, na primjer, bio je vrlo učinkovit insekticid za kućne muhe, koje su sada potpuno otporne na njegovo djelovanje [7].

Danas je registrirano preko 500 vrsta insekata otpornih na insekticide, dok se sredinom 70-ih godina prošlog stoljeća broj takvih vrsta procijenio na 230. Utvrđeno je da je čak 38 vrsta komaraca postalo otporno na insekticide. Pojave rezistencije također su zabilježene kod gljiva, nekih korova, miševa i drugih glodavaca.

Pojava otpornosti na pesticide kod štetnika uzrokuje razne probleme. Iako se to može otkriti u određenim slučajevima, neke populacije štetnika i štetnih učinaka mogu biti prenaseljene dok se ne pronađe novi odgovarajući pesticid. Zbog suzbijanja pesticida širokog spektra i uvođenja niza drugih specifičnih pesticida, ukupna količina korištenih pesticida raste.

### **3.2.3. Štetni učinci pesticida**

Jedno od osnovnih poželjnih svojstava pesticida je selektivnost, što znači da djeluju samo na štetnike za koje su namijenjeni (cilja) i ne izazivaju štetne učinke na druge populacije, pa tako i na ljude. Međutim, dosadašnje iskustvo pokazalo je da je vrlo malo pesticida doista vrlo selektivno. Druga nepovoljna okolnost je otpornost i postojanost pesticida, zbog čega se oni nakupljaju u okolišu [4,5].

Negativni biološki učinci pesticida očituju se na različitim receptorima: ljudima, domaćim životinjama, divljim životinjama, mikroorganizmima.

Kontaminacija se može dogoditi izravnim kontaktom, zagađenim zrakom, hranom ili vodom. Opasnostima su posebno izloženi stručni radnici u proizvodnji pesticida, gdje se javljaju akutna trovanja, no u pravilu su češća kronična trovanja na radnom mjestu i okolišu.

Trovanje ljudi potječe iz izvora i odvija se na različite načine: tijekom proizvodnje, prometa i primjene; izravno preko kontaminiranih usjeva, voća, povrća i drugih namirnica; kroz lance ishrane; gomilanjem pesticida.

Učinci se očituju ovisno o načinu prodiranja u organizam (oralni, inhalacijski, dermalni). Nepažljivo rukovanje (raspršivanje, kontakt s kontaminiranim rukama, jelo, brisanje usta prljavim rukama, pušenje, itd.) povećava šanse za kontaminaciju [4].

Učinci su veći pri visokim temperaturama i jakom vjetru. Pesticidi pokazuju širok raspon štetnih učinaka, u rasponu od strukturnih oštećenja; fiziološke, biokemijske i genetske promjene; alergijske reakcije, na mutagene i teratogene učinke. Također ovise o specifičnim aktivnostima pojedinih skupina. Vodozemci su osjetljivi zbog načina disanja kroz kožu, izloženosti velikoj površini te vaskularizacije kože i masnog tkiva u kojem se nakupljaju veće količine pesticida.

Gmazovi su manje osjetljivi od vodozemaca zbog visoke keratinizacije vanjske površine tijela, iako se postojani organokloridi mogu akumulirati u masnom tkivu i tako uzrokovati kumulativne učinke. Ptice – zbog načina na koji se hrane, postoji nekoliko načina za opijenost ptica jer se hrane biljke, ribe i druge životinje. Akumulacija je veća kod grabežljivaca zbog položaja u lancima ishrane. Pčele su posebno osjetljive na insekticide [8].

## **4. REGULATORNI OKVIR I KORIŠTENJE PESTICIDA U EUROPSKOJ UNIJI**

### **4.1. Položaj pesticida u Europskoj uniji**

Pesticid, također nazvan proizvod za zaštitu bilja (PPP), što je izraz koji se koristi u regulatornim dokumentima, sastoji se od nekoliko različitih komponenti. Aktivni sastojak pesticida naziva se "aktivna tvar" i te se aktivne tvari ili sastoje od kemikalija ili mikroorganizama. Ciljevi ovih aktivnih tvari su posebno djelovanje protiv organizama štetnih za biljke (čl. 2(2), Uredba (EZ) br. 1107/2009). Drugim riječima, aktivne tvari su aktivne komponente protiv štetnika i biljnih bolesti [9].

U Uredbi (EZ) br. 1107/2009 pesticid je definiran na temelju načina na koji se koristi. Dakle, pesticidi moraju ispunjavati određene kriterije da bi se mogli nazvati pesticidima. Među ostalim, kriteriji uključuju da li štite biljke od štetnih organizama - ubijanjem ili na druge načine sprječavajući organizam da nanese štetu, da pojačavaju prirodnu sposobnost biljaka da se obrane od tih štetnih organizama ili da uništavaju biljke poput korova.

Unutar Europske unije za odobrenje i autorizaciju pesticida koristi se dvostupni pristup. Prvo, prije nego što se pravi pesticid može razviti i staviti na europsko tržište, aktivna tvar pesticida mora biti odobrena za Europsku uniju. Tek nakon odobrenja aktivne tvari, u pojedinim državama članicama može započeti postupak odobravanja sredstva za zaštitu bilja (SZB). U slučaju odobrenja, postoji program praćenja kako bi se osiguralo da su ostaci pesticida u hrani ispod granica koje je postavila Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA).

Korištenje SZB (tj. pesticida) u Europskoj uniji (EU) regulirano je Uredbom br. 1107/2009 o sredstvima za zaštitu bilja u suradnji s drugim EU uredbama i direktivama (npr. Uredbom o

najvišim razinama rezidua u hrani (MRL); Uredba (EZ) br. 396/2005 i Direktiva o održivoj upotrebi pesticida; Direktiva 2009/128/EZ) [10].

Ovi regulatorni dokumenti postavljeni su kako bi osigurali sigurnu upotrebu pesticida u EU u pogledu zdravlja ljudi i održivosti okoliša. Odgovorna tijela unutar EU-a koja rade s propisima o pesticidima su Europska komisija, Europska agencija za sigurnost hrane (EFSA), Europska kemijska agencija (ECHA); radeći u suradnji s državama članicama EU. Dodatno, važni dionici su tvrtke koje proizvode kemikalije, koje razvijaju SZB i aktivne tvari koje će ocjenjivati gore spomenuta regulatorna tijela.

#### **4.2. Postupak odobrenja pesticida**

U EU postoji detaljan postupak (Uredba (EZ) br. 1107/2009) za procjenu smatra li se aktivna tvar sigurnom za ljudsko zdravlje i okoliš. Postupak odobravanja novih tvari slijedi dolje navedene korake.

Prvi korak zahtijeva da podnositelj zahtjeva (tvrtka ili udruga proizvođača) podnese dosje državi članici (koja se zove država članica izvjestiteljica) kako bi zatražio dopuštenje prije stavljanja aktivne tvari na tržište. Prijava mora sadržavati prateće znanstvene podatke i studije (tj. toksikološki i ekotoksikološki značaj metabolita, prihvatljiva razina izloženosti operatera (AOEL), prihvatljivi dnevni unos (ADI), ispitivanje genotoksičnosti itd. (čl. 4. i Dodatak II. Uredbe (EZ) br. 1107/2009.) i Uredbom (EZ) br. 283/2013) [9].

Država članica izvjestiteljica ocjenjuje zahtjev i u roku od 45 dana priopćava (članak 9. stavak 1. Uredbe (EZ) br. 1107/2009) podnositelju zahtjeva koji je podnio dosje. Nadalje, provjerit će je li dosje potpun. Ako elementi nedostaju, podnositelj zahtjeva ima rok od 3 mjeseca za dopunu dosjea, inače se prijava ne smatra prihvatljivom.

Ako se dosje smatra prihvatljivim, država članica izvjestiteljica obavijestit će podnositelja zahtjeva i nadležna tijela (ostale države članice, EFSA-u i Europsku komisiju) i započeti ocjenjivanje aktivne tvari. Podnositelj zahtjeva zatim će poslati dosje trima spomenutim tijelima. Štoviše, EFSA će izraditi sažetak dosjea i učiniti ga dostupnim javnosti [10].

Postupak podnošenja zahtjeva za odobrenje SZB-a počinje od podnositelja zahtjeva koji želi proizvesti SZB. Odobrenje za proizvod mora se tražiti od svake države članice kojoj podnositelj zahtjeva želi prodati proizvod.

Odobrenje SZB, njegovu uporabu i stavljanje na tržište provode države članice. Za to PPP mora ispunjavati posebne zahtjeve [9]:

- Znanstveno i tehničko znanje o aktivnim tvarima, sinergistima, zaštitnim tvarima, koformulantima.
- Znanstveno znanje o toksikološkim, ekotoksikološkim i ekološkim aspektima. Na primjer, potrebni ekotoksikološki podaci sastoje se, između ostalog, od akutne toksičnosti za ribe, vodene beskralješnjake ili učinaka na vodene alge i makrofite. Također uključuje studije o glistama i drugim kopnenim vrstama (čl. 29(1) i (2) Uredbe (EZ) br. 1107/2009 i Uredbe (EZ) br. 284/2013 [11].
- Tehničko znanje, uključujući proizvodnju, uporabu, skladištenje i rukovanje ostacima.

Nadalje, u ovlaštenju je potrebno definirati elemente u kojima se SZB može koristiti. To uključuje, između ostalog, nepoljoprivredne površine, biljne proizvode ili biljke i njihovu namjenu. Ostale informacije koje se mogu uključiti, pokrivaju maksimalnu dozu po hektaru u svakoj pojedinačnoj primjeni, vremensko razdoblje između posljednje primjene i žetve te maksimalni broj primjena svake godine.

Odobrenje za SZB ne smije biti dulje od jedne godine, računajući od datuma isteka odobrenja za aktivne tvari, sinergiste i zaštitne tvari sadržane u SZB. Može se odobriti ponovna evaluacija sličnih PPP za usporednu ocjenu koja sadrži kandidate za zamjenu.

### 4.3. Postupak autorizacije pesticida za zaštitu bilja

Sam zahtjev za autorizaciju sadrži mnogo dijelova i u njemu bi prije svega trebalo jasno navesti gdje i kako se PPP treba primijeniti. Drugo, sami podnositelji zahtjeva trebaju navesti koja država članica želi da izvrši ocjenu PPP-a. Ako je PPP prethodno ocjenjivan u drugoj državi članici, treba priložiti kopiju zaključaka iz te evaluacije. Štoviše, zahtjevu treba priložiti nekoliko dosjea koji, između ostalog, sadrže ekotoksikološke podatke. Jedan dosje za samo PPP, a potreban je po jedan za svaki aktivni sastojak u SZB. Podnositelj zahtjeva također treba dostaviti nacrt oznake proizvoda koji jasno pokazuje oznake opasnosti potrebne za određeni proizvod. Postoji nekoliko drugih stvari koje aplikacija treba sadržavati. To je detaljnije opisano u čl. 33-35 Uredbe (EZ) br. 1107/2009.

Država članica koja ocjenjuje PPP mora izvršiti objektivnu ocjenu i dopustiti drugim državama članicama da izraze svoje mišljenje. Procjena rezultira autorizacijom ili odbijanjem PPP-a. Ova procjena uzima u obzir mnoge stvari. Između ostalog, država članica posebno razmatra sve sastojke u SZB-u i procjenjuje jesu li odobreni za ovu vrstu uporabe ili ne.

Oni dalje provjeravaju jesu li rizici povezani sa PPP ograničeni bez ugrožavanja funkcije proizvoda. Ako je SZB dano odobrenje, ono često ima određena ograničenja u vezi s distribucijom i korištenjem, kao što je spomenuto u gornjim "Zahtjevima i sadržaju", kako bi se zaštitilo zdravlje ljudi i okoliš. Ako se pokaže da SZB predstavlja neprihvatljiv rizik za ljude ili prirodu, nije dopušteno. Bez obzira na to što država članica odluči, moraju obrazložiti ishod evaluacije u dokumentu i dostaviti ga podnositelju zahtjeva koji traži odobrenje i Europskoj komisiji (čl. 36-38 Uredbe (EZ) br. 1107/2009).

Tvrtka ili organizacija koja posjeduje valjano odobrenje za SZB može podnijeti zahtjev za međusobno priznavanje i dobiti odobrenje za takve proizvode s istom(im) korištenjem(ima) pod sličnim poljoprivrednim uvjetima. Zahtjevi, sadržaj i postupci za priznavanje navedeni su u člancima 40.-42. Uredbe (EU) 1107/2009.

Uzajamno priznavanje može se primijeniti samo ako postoji odobrenje za PPP u drugoj državi članici. Prijave se mogu izvršiti putem Sustava za upravljanje primjenom sredstava za zaštitu bilja za proizvode koji su autorizirani putem sustava [10].

Neki dijelovi postupka prijave se upravljaju i obrađuju izvan Sustava upravljanja primjenom sredstava za zaštitu bilja ručnim ili elektroničkim procesima u državama članicama.

Sustav upravljanja primjenom sredstava za zaštitu bilja je online alat za koji se smatra da omogućuje korisnicima industrije da kreiraju aplikacije za SZB i podnose ih državama članicama na ocjenu i autorizaciju.

Ciljevi sustava su: pomoć u usklađivanju formalnih zahtjeva za prijavu među državama članicama, olakšavanje međusobnog priznavanja odobrenja između država članica kako bi se ubrzalo vrijeme za izlazak na tržište, poboljšanje upravljanja ocjenjivanjem postupka odobravanja, kao i pružanje ispravnih informacije zainteresiranim stranama na vrijeme. [10]

Nakon što je aktivna tvar ponovno odobrena za uporabu, sva SZB koja sadrže tu aktivnu tvar također se moraju ponovno odobriti u roku od tri mjeseca. Ako podnositelji zahtjeva ne predaju ponovnu prijavu, njihovo odobrenje za proizvod će isteći u skladu s čl. 32. Ako je istekao, SZB može ostati na tržištu za prodaju do šest mjeseci, a dopušteno je skladištenje i odlaganje do godinu dana. [9]

Kako bi ponovno podnio zahtjev za odobrenje, podnositelj zahtjeva mora dostaviti Izvješće o procjeni obnove koje će sadržavati sve novodostavljene podatke koji podupiru ponovno odobrenje, kao i izvorne podatke ako su još relevantni.

Države članice također provode ovu evaluaciju, ali će se to u budućnosti raditi putem sustava upravljanja primjenom sredstava za zaštitu bilja. Svaki nositelj odobrenja može odabrati povući ili izmijeniti svoj zahtjev u bilo kojem trenutku, iako treba navesti razlog zašto. Ako postoji akutna zabrinutost za zdravlje ljudi, životinja i/ili okoliša, SZB treba odmah povući s tržišta. Povlačenje se također može izvršiti na temelju lažnih i obmanjujućih informacija i/ili poboljšanja znanstvenih i tehnoloških spoznaja. Sve informacije o obnovi, izmjeni i povlačenju nalaze se u čl. 43. - 46. Uredbe 1107/2009.



#### **4.4. Posebni slučajevi**

Kada se sve aktivne tvari u proizvodu smatraju aktivnim tvarima niskog rizika, SZB će biti odobreno kao niskorizično SZB, osim što su potrebne mjere za smanjenje rizika. Podnositelj prijave za JPP mora dokazati da su ispunjeni svi kriteriji za JPP niskog rizika (članak 47. Uredbe (EZ) br. 1107/2009).

Među ostalim, kriteriji za razmatranje niskorizičnih aktivnih tvari uključuju nerazvrstavanje kao mutagene, kancerogene, otrovne za reprodukciju, vrlo otrovne ili otrovne. Nadalje, ne smiju biti postojani, smatrati se endokrinim disruptorom ili imati neurotoksična ili imunotoksična svojstva (čl. 47. i Prilog II. Uredbe (EZ) br. 1107/2009).

Podnositelji zahtjeva se potiču da iskoriste ovaj poseban slučaj kroz produljeno trajanje odobrenja od 15 godina i mogućnost brzog odobrenja za 120 dana umjesto jedne godine kako bi se olakšalo stavljanje na tržište takvih SZB.

Sredstva za zaštitu bilja koja sadrže genetski modificirani organizam također će se ispitati u skladu s Direktivom 2001/18/EC o namjernom oslobađanju genetski modificiranih organizama u okoliš. Odobrenje će se izdati samo kada se odobri pisani pristanak koji se odnosi na ovu Direktivu (članak 48. Uredbe (EZ) br. 1107/2009). Korištenje i stavljanje u promet sjemena tretiranog SZB regulirano je čl. 49. Uredbe (EZ) br. 1107/2009 i neće biti zabranjeno kada je odobrenje izdala barem jedna druga država članica. No, kada postoji značajna zabrinutost da SZB iz tretiranog sjemena predstavljaju ozbiljan rizik za životinje, ljude ili okoliš, a ne postoje odgovarajuće mjere za ublažavanje, odmah će se poduzeti mjere, odnosno ograničavanje ili zabrana uporabe odgovarajućeg SZB.

Za PPP koji sadrže kandidate za zamjenu, provest će se usporedna procjena. Odobrenje se neće izdati ako se procjenom rizika i koristi zaključi da je, između ostalog, zamjena SZB znatno sigurnija za okoliš, ljude i životinje, te da nije ekonomski ili praktično nepovoljna (čl. 50. Uredbe (EZ)) br. 1107/2009).

Podnositelj zahtjeva može zatražiti proširenje na manje uporabe SZB (članak 51. Uredbe (EZ) br. 1107/2009). Ovaj postupak je olakšan način za autorizaciju PPP-a. Popise o tome koje manje namjene u određenoj državi članici osigurava Europska baza podataka o manjim uporabama (EUMUDA) SZB koji je već odobren u jednoj državi članici bit će dopušten za paralelnu

trgovinu, dakle uvođenje, stavljanje na tržište i korištenje u drugoj državi članici. Slijedeći čl. 52 Uredbe (EZ) br. 1107/2009, prijava će biti odobrena - pod uvjetom da podnositelj zahtjeva dokaže da SZB ispunjava uvjete da bude identičan već odobrenom [9, 11].

## 5. ZAKLJUČAK

U radu je obrađena tematika vezana uz pesticide te ograničenje i regulatorni okvir primjene i korištenja u Europskoj uniji. Suvremeni izazovi, rizici i prijetnje, koje su transnacionalne i transteritorijalne prirode, zahtijevaju globalni odgovor međunarodne i nacionalne zajednice na sigurnost okoliša u postmodernom okruženju. U tome znanje predstavlja vrhunsku vrijednost učinkovito ostvarenih i definiranih ciljeva i postavljenih zadataka. Posljednjih godina Europska unija prati promjene i trendove nastale u proizvodnom okruženju te često rigidno kažnjava i kontrolira uporabu pesticida u državama članicama.

Kada je riječ o kvaliteti života, zdravlju i prehrani, misija ekološke paradigme uključuje uspostavljanje sklada između čovjeka i prirode kroz radikalnu promjenu vladajućeg vrijednosnog sustava i transformaciju antropocentrične svijesti i etike u ekocentrične oblike i sadržaje programa opće razine eko-edukacije.

Tradicionalni koncept razvoja, usmjeren na proizvodnju materijalnih dobara i vanjsko iskorištavanje prirodnih resursa, bliži se kraju. Njegovo daljnje ohrabrenje postaje apsurdno, jer je korist koju daje sve manja, a posljedice degradacije prirode sve veće.

Kako bi se realizirao koncept održive zajednice, tj. kako bi se osigurala budućnost i spriječila planetarna katastrofa koju proizvodi rizično društvo, potrebno je provesti duboku transformaciju svih polja na kojima počiva današnji društveni obrazac. Proizvodnja i primjena sredstava za zaštitu bilja u suvremenom životu dobiva sve veći toksikološki i epidemijski karakter. Sa stajališta zaštite rada i okoliša ostaje još mnogo problema koje je potrebno uskoro riješiti. Realna opasnost za cjelokupno stanovništvo je manja nego što se ističe, ali zbog kumulativnog djelovanja pesticida bolje je povećati nego smanjiti.

U svrhu rane dijagnoze, pravodobne i adekvatne terapije potrebno je da, osim liječnika medicine rada i toksikologa, i drugi profili stručnjaka budu detaljnije upoznati s kemijskim i patofiziološkim djelovanjem ovih spojeva kao i kliničkih slika, prva pomoć i opći principi liječenja. Radna mjesta na kojima su ljudi izloženi pesticidima trebaju biti označena kao mjesta s posebnim uvjetima rada, što podrazumijeva strogo poštivanje zakonskih propisa.

U procesu proizvodnje pesticida Europska unija je donijela brojne uredbe i smjernice, koje je potrebno organizirati i provoditi propisane mjere zaštite na radu i odgovarajuću kemijsku zaštitu.

Uz osposobljeno osoblje i modernu tehnologiju, potrebno je brtvljenje procesa proizvodnje, kvalitetna filtracijska ventilacija te korištenje sredstava za osobnu i kolektivnu kemijsku zaštitu.

Uvijek moraju biti zastupljene mjere i postupci zaštite koje propisuje Europska unija, uz prethodni i periodični liječnički pregled i praćenje zdravstvenog stanja radnika. Maloljetnici, trudnice, dojilje, kao i osobe kojima je rad s otrovnim kemikalijama kontraindiciran zbog zdravstvenih stanja, ne smiju raditi s pesticidima. Radnici koji rukuju ili primjenjuju pesticide moraju proći godišnji liječnički pregled na početku svake poljoprivredne sezone.

## LITERATURA

1. Čížek, J., Vajdon, V. (2007) Pesticidi i okoliš, Hrvatska paneuropska unija, Zagreb, 13-70.
2. Weber, C. (1996) Pesticidi u namirnicama posebno opasni za djecu, Bios, Zagreb, 55-60.
3. Maceljki, M., Cvjetković, B., Igre Barčić, J., Ostojić, Z. (2002) Priručnik iz zaštite bilja, Zavod za zaštitu bilja i Hrvatsko društvo biljne zaštite, 83-105.
4. Đokić, M., Bilandžić, N., i Briški, F.: Postupci uklanjanja pesticida iz okoliša, Kemija u industriji 61 (7-8) (2012) 341–348.
5. Plavšić, F., Žuntar, I. (2006) Uvod u analitičku ekotoksikologiju, Školska knjiga, Zagreb, 215-230.
6. Springer, O. P., Springer, D. (2008) Otrovní modrozelení planet, Priručnik iz ekologije, ekotoksikologije i zaštite prirode i okoliš, Meridijan, Zagreb, 115-126.
7. Costa, L. G., Aschner, M. (2014) Toxicology of pesticides, Biomedical science, Elsevier Inc., 115-116.
8. Kožul, D., Herceg Romanić, S. (2010) Razine i raspodjela OCP-a i PCB-a u zraku, borovim iglicama i majčinu mlijeku, Arhiva za higijenu rada i toksikologiju, 339-356.
9. Uredba (EZ) br. 1107/2009 Europskog parlamenta i Vijeća o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu bilja (2009). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hr/TXT/?uri=CELEX%3A32009R1107>.
10. European Commission, [https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database\\_en](https://ec.europa.eu/food/plants/pesticides/eu-pesticides-database_en)
11. Uredba Komisije (EU) br. 284/2013 o utvrđivanju zahtjeva u pogledu podataka o sredstvima za zaštitu bilja u skladu s Uredbom (EZ) br. 1107/2009 Europskog parlamenta i Vijeća o stavljanju na tržište sredstava za zaštitu (2013). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HR/ALL/?uri=celex:32013R0284>