

6.0. ZAGAĐIVANJE HRANE

- **Pod životnim namirnicama** podrazumeva se sve što se upotrebljava za hranu i piće, u prerađenom i neprerađenom obliku, kao i začini, boje i sve druge materije koje se dodaju namirnicama zbog konzerviranja, popravke izgleda, ukusa ili mirisa obogaćivanja ili postizanja ma kakvog drugog svojstva.

- Hranu čine namirnice koje je čovek odabrao iz biljnog i životinjskog sveta, rukovodeći se njihovim organoleptičkim osobinama i moći da zasite.
- Životne namirnice mogu se zagaditi u fazi proizvodnje – najčešće je zagađivanje u toku prerade, a rizik nije isključen sve do njihove upotrebe.
- Hemijske zagađujuće supstance životnih namirnicama dele se na one biološkog porekla, i na one veštačkog porekla.

- Hrana je energetski supstrat, gradivni materijal, a sadrži i komponente koje imaju regulatorne funkcije (vitamini).
- Glavni sastojci hrane su: ugljeni hidrati, lipidi, proteini, vitamini, minerali, voda.
- Prema našim propisima *“pod **hranom** se podrazumeva sve što se upotrebljava za hranu i piće u neprerađenom i prerađenom obliku, kao i začini i boje, konzervansi i sve druge materije koje se dodaju namirnicama radi konzervisanja, popravke izgleda, ukusa, mirisa, nutricionog obogaćenja ili postizanja kakvog drugog svojstva.”*

Sl. 1. Hrana



- U ranim periodima ljudske civilizacije hrana je pretežno korišćena u prirodnom obliku.
- Savremeni način ishrane zasniva se na proizvodima tehnologije hrane.

ADITIVI HRANE

- Pred savremenu tehnologiju hrane postavljaju se mnogobrojni zahtevi zadovoljenja: kvaliteta, estetskog izgleda, ukusa, mirisa, trajnosti i drugih svojstava prehrambenih proizvoda, koji postaju trajniji i za tržište atraktivniji
- **Aditivi** – supstance koje se dodaju različitim produktima radi poboljšanja i postizanja željenih svojstava.
- Aditivi se koriste za oko 50 vrsta namena.

- Neki aditivi hrane, koji su prošli propisane testove, ispoljili su posle duže upotrebe štetne biološke posledice pa su zabranjeni.
- Metabolit metionin sulfoksimin koji može nastati tretiranjem brašna aditivom azotnim trihloridom. Metionin sulfoksimin je antimetabolit metionina za kojeg je utvrđeno da kod eksperimentalnih životinja uzrokuje usporavanje rastenja.

- Toksičnost aditiva hrane potiče od:
 - hemijske nečistoće, odnosno primesa (arsen, teški metali);
 - veštačke boje mogu da sadrže primese naftalina, benzidina, policikličnih aromatičnih amina i dr.
 - Alergijska svojstva ispoljavaju: benzoati, natrijum sulfat, ciklamat, vanilin.
 - Štetni efekti aditiva mogu se javiti posle duže upotrebe (neki zaslađivači i sintetičke boje) u vidu oboljenja (mutageneza, teratogeneza, kancerogeneza).

- Primitivan čovek je slučajno otkrio da je pečeno ili soljeno meso ukusnije.
- Korišćeni su razni dodaci i začini u hrani prirodnog porekla. Stari Egipćani su, na primer, koristili ne samo začine nego i agense za bojenje još pre 3.500 godina.
- Moreplovci i trgovci su kod starosedelaca Azije, Afrike i Amerike otkrili začine i preneli ih na “stari kontinent”.

Tab. 1. Pregled aditiva po grupama

ПРЕГЛЕД АДИТИВА ПО ГРУПАМА
Боје E100 – E181
Конзерванси E200 – E285 и E1105
Антиоксиданси E300 – E340
Угрушивачи и емулгатори E322, E400 – E499, E1400 – E 1451
Средства против згрудњавања E550 – E527
Појачивачи укуса E600 – E650
Средства за полирање E900 – E910
Заслађивачи E420, E421, E950 – E970

ZASLAĐIVAČI

- Za postizanje slatkog ukusa određenih vrsta prehrambenih proizvoda u domaćinstvu se svakodnevno koristi šećer (saharoza).
- U savremenoj tehnologiji masovne proizvodnje hrane i pića pojavila se potreba zamene šećera zbog velikih količina koje treba upotrebiti što bi uticalo na povećanje cene proizvoda i zbog supstitucije saharoze na zahtev tržišta za niskokaloričnim napicima.

- **Saharin** koji je slučajno otkriven još 1879. godine, je 200-500 puta slađi od šećera, a kao aditiv se koristi u obliku natrijumovih i kalijumovih soli. Izlučuje se mokraćom. Smatran je bezopasnim ali se posle dugotrajne upotrebe pokazalo da izaziva maligne tumore na mokraćnoj bešici.

- **Ciklamat**- otkriven je šezdeset godina posle otkrića saharina. On je 60 puta slađi od šećera, a koristi se u obliku natrijumovih i kalijumovih soli i ciklaminske kiseline.
- Tretiranjem eksperimentalnih životinja ciklamatima izazvano je zaostajanje u rastenju i oštećenje bubrega, jetre, gastero-intestinalnog trakta, nadbubrežnih žlezdi i tireoideje. Na osnovu ovakvih saznanja mnoge zemlje su **zabranile ili drastično smanjile ciklamate.**

KONZERVANSI

- **Konzervansi** - hemijske aditivne supstance sa antimikrobijalnim delovanjem koje se koriste naročito pri dužem skladištenju hrane.
- Uništavaju mikroorganizme u toku ekstrakcije, pripreme i skladištenja hrane (baktericidi) ili deluju inhibitorno na rastenje populacija mikroorganizama (bakteriostatici).
- Hrana se konzervira zbog ekonomskih razloga, trajnosti, higijenskih razloga i lakšeg transporta.

Sl. 2. Konzervansi



- Kao konzervansi se najčešće koriste:
benzeova, mravlja i propionska kiselina i njihova jedinjenja (protiv gljivica i plesni), sorbinska kiselina, sumpor-dioksid, sulfati.
- ***Benzeova kiselina*** – vrlo snažan baktericid tj. antimikrobijalni agens (koristi se i u proizvodnji lekova, parfema i boja).
- ***Sumpor-dioksid i sulfati*** - antimikrobijalno dejstvo; sprečava obezbojavanje voća i povrća pri sušenju dehidracijom. Sumpor-dioksid i sulfati izazivaju lokalne iritacije zbog stvaranja sumporne kiseline na vlažnim sluznicama.

- **Nitrati i nitriti** - koriste se za konzervisanje proizvoda od mesa i kao kolor fiksativi (crvena boja mesa).
- Nitriti inhibiraju razvoj anaerobnih, a nitrati aerobnih sporogenih bakterija.
- Značajno je inhibitorno dejstvo prema *Clostridium botullinum* koji luči jak otrov botulin (izaziva bolest botulizam).
- Nitrati + sekundarni i tercijerni amini = N-nitrozamini – potencijalni kancerogeni.
- Nitriti kod dece izazivaju methemoglobinemiju (eritrociti gube svoju transportnu funkciju → gušenje; plavkasta boja kože i mukoznih membrana). Deca su podložnija ovom trovanju zbog niske gastične kiselosti koja pogoduje redukciji nitrata do nitrita.

ANTIOKSIDANTI

- **Antioksidanti** – sprečavaju proces oksidacije. Koriste se za sprečavanje užeglosti ulja i nagomilavanje masnih kiselina.
- Posle dužeg stajanja ulja na sobnoj temperaturi u njima se razvijaju oksidativni procesi (užeglost) uz oslobađanje masnih kiselina, koje se dalje oksiduju do peroksida, aldehida i ketona.

- Prirodni antioksidanti: vitamin E, askorbinska kiselina (vitamin C), flavonoidi.
- Sintetski antioksidanti: galna kiselina–alkilen ester, butihidroksianizol (BHA), butihidroksi toluen (BHT), hidrokinon.
- Funkciju antioksidanata pojačava limunska kiselina.

EMULGATORI I STABILIZATORI

- **Emulgatori** – su aditivi koji se koriste za dobijanje smeša u obliku emulzije, da se masa zgusne ili prevedu u želatinski oblik, odnosno da se dobije željena konzistencija mase.
- Emulgatori: lecitin, mono i digliceridi, esteri
vinske kiseline, alifatični alkoholi,
poliglicerinski estri; polimerizovana biljna ulja
(polietilen glikol); stabilizatori (želatin,
modifikovani škrob, pektin, agar, fosfati,
polifosfati).

BOJENE MATERIJE

- **Bojene materije** - koriste se za postizanje estetskog utiska prehrambenih namirnica.
- Prirodne boje su najbolje za ove svrhe, ali su i skupe (u većoj mjeri se koriste sintetičke).
- Prirodne boje: karotini (provitamin A), karamel, riboflavin (vitamin B₂), betanin (pigment cvekle), antocijanini, ksantofil. Prirodne boje su bezopasne za konzumente.

- Sintetičke boje: azo-jedinjenja u obliku natrijumove i kalijumove soli, rastvorljive u vodi i tetrazin.
- Kod osetljivih osoba izazivaju alergijske reakcije (koprivnjaču), a potencijalni su i iritanti.
- Neke azoboje su kod eksperimentalnih životinja ispoljile kancerogena svojstva.

KUHINJSKA SO

- Kuhinjska so - regulatorni i antimikrobijalni agens, koji je najviše i najduže korišćeni aditiv hrane.
- U umerenim količinama kod zdravih osoba nije štetna.
- Upotreba većih količina NaCl može izazvati određene poremećaje kardiovaskularnog sistema i povećanje krvnog pritiska.

ZAKONODAVNA REGULATIVA I STANDARDIZACIJA

- Prehrambeni proizvodi predstavljaju pretežno labilne komplekse na koje u toku proizvodnje, prerade, pakovanja, transporta i skladištenja deluje veći broj faktora: klimatski, fizički, hemijski, biološki i drugi.
- Sve zemlje imaju zakonske norme i standarde kojima se reguliše nutritivna vrednost, prisustvo stranih supstanci u hrani, sastav, način puštanja u promet određenih prehrambenih proizvoda i način kontrole.

- Standardizacijom se utvrđuju određena svojstva proizvoda koje razni proizvođači puštaju u promet pod raznim nazivima.
- **Opšti standardi za aditive:**
 - da očuvaju hranljivu (nutricionu) vrednost hrane;
 - da produže vreme upotrebe i skladištenja;
 - da omoguće i olakšaju proizvodnju, pripremu, rukovanje, transport i skladištenje;
 - da poprave izvesna svojstva hrane;
 - da ne budu štetni za konzumente.

Pod higijenski neispravnom hranom, prema Zakonu o zdravstvenoj ispravnosti životnih namirnica i predmeta opšte upotrebe Republike Srbije, podrazumevaju se namirnice:

- koje su zagađene patogenim klicama i parazitima;
- koje sadrže otrovne sastojke ili materije u količinama koje mogu štetno delovati na zdravlje potrošača;
- koje potiču od uginulih životinja ili životinja obolelih od bolesti koje štetno utiču na zdravlje ljudi;
- koje su mehanički zagađene primesama koje su štetne po zdravlje;
- koje su bojene bojama ili konzervirane sredstvima za konzerviranje koja nisu dozvoljena ili sadrže druge aditive (pesticide, hormone i antibiotike) ili dozvoljena sredstva u većim količinama;

- svojstva (ukus, miris, izgled i sl.) usled hemijskih, mikrobioloških ili drugih procesa u tolikoj meri da više nisu upotrebljiva za određenu svrhu;
- koje su kontaminirane radioaktivnim materijama ili ozračene preko granice određene posebnim propisima;
- ako zbog sastava ili drugih štetnih osobina mogu štetno uticati na zdravlje potrošača;
- kojima su promenjena organoleptička svojstva;
- kojima je istekao rok upotrebe označen na njihovoj deklaraciji.

LANAC ISHRANE KAO SISTEM ZA PRENOS ZAGAĐUJUĆIH SUPSTANCIJA

- Zagađujuće supstancije se između različitih organizma prenose sistemom lanca ishrane nezavisno od načina njihovog dospevanja u životne namirnice. U ovaj sistem uključuje se i čovek, ali kao konzument i prvog i drugog reda, tj. kao biljojed i mesojed, istovremeno.
- One se mogu uključiti na bilo koje mesto u lancu ishrane, a ne samo na početak, tj. u organizme biljaka.
- **Koeficijent akumulacije** definiše se kao odnos koncentracija odgovarajuće hemijske supstance u posmatranom organizmu i u sredini sa kojom organizam komunicira.

KONTAMINANTI HRANE

- **Kontaminanti hrane:**

- pesticidi koji se koriste u tretmanu zemljišta, biljaka i životinja i gotovih proizvoda,
- antibiotici,
- hormoni i druge aktivne supstance za stimulaciju tova stoke,
- veterinarski lekovi,
- bakterije,
- nečistoće iz tehnol. procesa i produkti ambalaže;
- polutanti koji se iz vazduha talože na zemljište i uključuju u lance ishrane.

HORMONI

- Polni hormoni (testosteroni kod mužjaka i estrogeni kod ženki) ispoljavaju kod životinja svojstva slična kastraciji, i deluju kao stimulatori rasta. Dietilsilbestrol (DES) je sintetički estrogen hormon koji je po efikasnosti ekvivalentan estradiolu.
- Može se primenjivati oralno pa je pogodan za upotrebu.
- Kastrirane životinje imaju brži prirastaj težine, mirnije su i pogodnije za rukovanje.

- Životinje tretirane dietilstilbestriolom pokazuju priraštaj u težini i do 10% veći nego netretirane životinje, meso je deblje i sočnije, ali je njihov trup deformisan.
- Kada se životinjama u hrani doda DES efekti su slični kastraciji i manifestuju se u vidu suzbijanja sekundarnih seksualnih karakteristika i deformacija habitusa životinja.
- DES - potencijalni kancerogen (u nekim zemljama je zabranjen).

ANTIBIOTICI

- Antibiotici predstavljaju jedno od najvećih otkrića XX veka. Postali su snažno sredstvo za suzbijanje infektivnih bolesti.
- Vrlo uspešno se koriste za zaštitu životinja, biljaka, hrane i stimulaciju rastenja. Proizvode ih mikroorganizmi, naročito gljive, pa su u prirodi široko rasprostranjeni sa različitim stepenom efikasnosti, specifičnosti i toksičnosti.
- Efikasni su i u tovu životinja.

- Antibiotici se, počev od 1949. god., vrlo uspešno primenjuju kao stimulatori rastenja tovnih životinja sa izrazito dobrim rezultatima u slučaju slabih higijenskih uslova gajenja.
- Zbog dužeg kontakata sa antibioticima, sojevi bakterija i virusa postali su rezistentni na određene vrste antibiotika.
- Zabrinjavajuća pojava je mogućnost prenosa rezistentnosti sa bakterija koje su to svojstvo stekle na druge do tada nerezistentne, odnosno na antibiotike podložne bakterije (konjugacija - razmena genetskog materijala).

BIOLOŠKA KONTAMINACIJA HRANE

- **Biološka kontaminacija hrane potiče od:**
 - otrovnih supstanci koje u principu imaju ekološki značaj, pre svega štite biljke od herbivora i
 - izlučevina gljiva i bakterija koje naseljavaju prehrambene proizvode koji nisu na adekvatan način zaštićeni.

KONTAMINACIJA HRANE BILJNIM TOKSINIMA

- Biljni toksini koji mogu da kontaminiraju hranu:
 - Alkaloidi,
 - Solanin,
 - Pirolizidin alkaloid (retrozin, izatidin),
 - Glukozinolati,
 - Saponini.

- **Alkaloidi** - bazna jedinjenja izgrađena od azota i sumpora. Ne nalaze se u jestivim biljkama. Mnogi od njih su droge.
- **Solanin** - nalazi se u zelenim krtolama krompira, i u toku klijanja. Ljuštenjem zrelog svežeg krompira solanin se u potpunosti eliminiše. Zeleni krompir sadrži čak smrtonosne doze.

- **Pirolizidin alkaloid (retrozin, izatidin)** - prirodni sastojak korovskih biljaka roda *Senecio*, toksičan za jetru.
- Do trovanja dolazi preko brašna, odnosno pšeničnog hleba ako se ne koriste herbicidi za suzbijanje korovskih biljaka.
- **Glukozinolati** - prirodni sastojci kupusa, karfiola, kelerabe. U primarnom stanju su neaktivni dok produkti hidrolize ovih molekula (tiocijanati, izocijanati, organski nitrili) ispoljavaju strumogene efekte (štetno deluju na štitastu žlezdu).

- **Saponini** - ove toksične supstance sadrže kukolj (*Agrostema gitago*) i detelina.
- To su površinski aktivni agensi koji slično deterdžentima stvaraju obilne pene. Kod preživara izazivaju naduvanost, a često i smrt.

MIKOTOKSINI

- Stvaraju ih plesni.
- 60 mikotoksina proizvodi oko 200 vrsta gljivica.
- Većina mikotoksina su termostabilni i česti kontaminanti hrane. Do trovanja može doći direktno (plesniva hrana) ili preko mesa životinja koje se hrane plesnivom hranom.

- **Aflatoksini** - proizvodi gljivice *Aspergillus flavus* (vrlo toksična jedinjenja koja deluju na jetru-kancerogeni jetre).
- Oshratoksine proizvodi gljivica *Aspergillus ochraceus* i druge gljivice roda *Aspergillus* i *Penicillium*.
- Patulin je čest kontaminat voćnih sokova (naročito sokova od jabuke). Proizvode ga plesni koje se razvijaju na voću. Inhibitor je mnogih biosinteza.
- Ergotizam je oboljenje koje izazivaju plesni pšenice i raži (*Claviceps purpurea*).

Sl.3. Mikotoksini kod kukuruza (*Zea mays*)



- Biološki zagađena hrana može da izazove akutna i hronična oboljenja. Trovanja hranom se manifestuju burnim reakcijama i simptomima nekad i sa smrtnim ishodom.
- Od namirnica je zagađenije povrće od voća. Povrće je zagađeno pre svega sa *E. coli* (77%). Bakterije svojim enzimima razlažu ili transformišu ćelijske molekule često do toksičnih proizvoda.

PRIRODNA REZISTENCIJA NA BILJNE TOKSINE

- Biljni toksini imaju ekološki značaj - štite biljku od herbivora (biljojeda).
- Npr. gusenice kraljevskog leptira (*Danaus plexippus* L.) se hrane biljkama iz rodova *Asclepias*, *Euphorbia*, koje sadrže toksična jedinjenja: kaučuk, rezin, amirin, estre i glikozide, euforbin i anhidride. Enzimski sistem digestivnog trakta gusenice ne vari ove otrovne supstance već ih ugrađuje u kutikulu gusenice učestvujući u formiranje njene boje.

- Prilikom metamorfoze iz tela lutke sa ove supstance takođe ne gube, već se ugrađuju u krila leptira, dajući im atraktivnu narandžastu boju. Pošto su i gusenice i leptiri otrovni za ptice to je ova boja ustvari aposematička (upozoravajuća obojenost).

- Npr. Naš gorski leptir - najatraktivniji predstavnik naše faune, apolon (*Parnassius apollo* L.).
- Njegove gusenice se hrane vrstama roda Žednjak (*Sedum album*, *S. telephium*, *S. purpurascens* i dr.), koje sve sadrže toksične glikozide a naročito cijanovodoničnu kiselinu (zato ove gusenice i nazivaju “žderačima otrova”).
- Gusenice i leptiri su izrazito aposematički obojeni.

PESTICIDI

- Čovek, gajene biljke i životinje (uglavnom sisari i ptice), izloženi su delovanju štetočina: životinja (nematode, insekti, glodari i dr.), biljaka (alge, neke gljive, korovi), bakterija i virusa.
- Svaki treći radnik u poljoprivredi radi za štetočine.
- Izreka - “hrana nije ono što se proizvede već ono što se sačuva”.

- Potrošnja hrane nekih štetočina je zapanjujuća. Dnevne potrebe za hranom pacova iznose jednu petinu njegove telesne težine, a bez hrane ne može izdržati duže od 48 časova.
- Larve koje nastanjuju listove duvana i patlidžana u toku svega nekoliko nedelja razvoja pojedu hrane u količini koja je 50.000 puta veća od njihove početne težine. Gljiva *Phytophthora infestans* je uništavajući krompir izazvala u periodu 1845-1848. godine glad koja je nazvan **“irska krompirska glad”**. To je bio povod masovne migracije Iraca u SAD.

- Sve su veće potrebe za hranom zbog demografske eksplozije. Stopa prirasta svetskog stanovništva iznosi 2% godišnje, odnosno 200.000 novorođenčadi dnevno.
- Procene su da danas u svetu 1,5 milijarde ljudi pati od gladi i neuhranjenosti u zemljama u razvoju koje čine $\frac{2}{3}$ svetskog stanovništva a proizvode svega 20% hrane.
- U poslednjih 50 godina proizvodnja hrane u razvijenim zemljama zapada je povećana 10 puta - očigledno, to nije dovoljno jer je i danas izražen problem hrane koji će se u budućnosti još više zaoštravati.

- **Pesticidi obezbeđuju**: zdrav usev, povećani prinos, nutritivne vrednosti, porast stočne proizvodnje, uštedu u vremenu obrade, zaštitu materijala, i dr.
- **“Pest”** je bilo koji organizam (štetni, destruktivni, izazivač bolesti) koji nanosi štetu ekonomiji i ugrožava zdravlje ljudi.
- Pesticidi su hemijska sredstva za uništavanje pesta (štetočina).

- **Kategorije pesta:**

- Organizmi koji izazivaju bolesti čoveka, biljaka i životinja (virusi, bakterije, insekti i paraziti (crvi, metilji)).
- Organizmi koji dosađuju čoveku i životinjama i koji prenose bolesti (vektori) – muve, pregljevi, komarci.
- Organizmi koji uništavaju biljke.
- Divlje životinje koje napadaju domaće životinje (vuk, lisica, rakun).
- Organizmi koji oštećuju materijale (drvo, tekstil i dr.) i uzrokuju kvarenje hrane (bakterije, gljive, crvi, termity).
- Korovi koji stupaju u kompeticiju sa kultivisanim (gajenim) biljkama. Neki korovi sui otrovni.

- **Prva primena pesticida** - stari Egipćani 1.500 godine pre nove ere. Sagorevanjem sumpora stvarao se otrovni dim (SO_2) koji je uništavao štetočine.
- U Kini je arsen korišćen za uništavanje baštenskih štetočina pre 1.000 godina.
- **Prva generacija savremenih pesticida** - toksični teški metali (olovo, arsen, živa). Akumuliraju se u zemljištu i inhibiraju rastenje biljaka; izazivaju trovanje ljudi i životinja. **Drugu generaciju pesticida** čine sintetska organska jedinjenja.

- Era masovne primene sintetičkih pesticida počinje korišćenjem DDT počev od drugog svetskog rata.
- Pesticidi se danas masovno proizvode u velikom broju zemalja.
- Koristi se oko 1.000 bazičnih jedinjenja od kojih se spravlja 4.000 preparata pod različitim trgovačkim nazivima.

Sl.4. Pesticidi



- Najvažnija poželjna svojstva pesticida su: efikasnost za uništavanje štetočina, visoka selektivnost i podložnost razgradnji (nepostojanost).
- Najteže je postići selektivnost, što podrazumeva uništavanje samo štetočine a da ne deluje štetno na ne ciljne organizme. Pesticidi se pre puštanja u promet moraju testirati. Međutim, posle duže upotrebe mnogi pesticidi su izbačeni iz upotrebe zbog ispoljene toksičnosti ili pojave rezistencije (neosetljivosti) štetočina na određene vrste pesticida.

- **Neprekidno se radi na:**

- osvajanju novih pesticidnih preparata visoke efikasnosti i selektivnosti,
- smanjenju količine upotrebljenih pesticida;
- zameni postojećih sredstava na koja su neki insekti, gljive, glodari i korovi postali rezistentni;
- zameni visokotoksičnih manje toksičnim preparatima;
- pooštavanju kriterijuma u pogledu genotoksičnosti, teratogenosti, mutagenosti i kancerogenosti.

- **Ekotoksikološki zahtevi:**

- Visoko perzistentni preparati treba da se zamenjuju sa manje postojanim, koji se ne akumuliraju.
- Prema statističkim podacima polovinom osamdesetih godina utrošeno je oko 14 kg preparata pesticida po hektaru. Samo za suzbijanje korova na železničkim prugama utrošeno je 28 tona postojanih pesticida (herbicida).

PRIMENA PESTICIDA

- **Zaštita biljaka obuhvata:**
 - period gajenja,
 - procese prerade,
 - transporta,
 - uskladištenja.

- **Primena pesticida:**

- 90% u primarnoj poljoprivrednoj proizvodnji (suzbijanje izazivača biljnih bolesti, insekata, glodara, nematoda, ptica i dr.);
- 3% u šumarstvu i drvnoj industriji;
- 3% u stočarstvu i veterini;
- 1% prerađivačkoj industriji;
- 1% u komunalnoj higijeni i drugim oblastima (zaštita brodova, građevinskog materijala, instalacija, u farmaceutskoj industriji).

KLASIFIKACIJA PESTICIDA

- Klasifikacija pesticida prema hemijskoj strukturi i svojstvima :
 - neorganski i
 - organski.
 - Prema poreklu:
 - prirodni i
 - sintetski.

- **Prema delovanju razlikujemo:** kontaktne, sistemske, nervne otrove, metabolitične otrove.
- **Prema stepenu toksičnosti:** postojane, degradabilne i dr.

ORGANOHLORIDI

- Organohloridi su hlorni derivati alifatičnih i aromatičnih ugljovodonika u čijim molekulima je izvršena supstitucija vodonika hlorom.
- Organohloridi su derivati: hlorbenzena (DDT, metokemhlor, rotan, dikofol); cikloheksan (HCH – hekshlorcikloheksan, linden); kamfena i terpentina (kamfen, hlortipen) i indana (aldrin, dieldrin, hlordan).

- Imaju široku primenu kao: insekticidi, fungicidi i sterilizatori zemljišta.
- Organohloridi se teže apsorbuju korenovim sistemom (podesni za zaštitu biljaka).
- U organizam štetočina prodiru pretežno kontaktno preko kože zbog dobre rastvorljivosti u lipidima.
- Organohloridi iritiraju kožu i sluznice.
- Akumuliraju se u masnim tkivima i mlečnim žlezdama (opasnost za odojčad).
- Štetno deluju na CNS i jetru toplokrvnih životinja.

- “Lekcija DDT”

- DDT (Dihloro-difenil-trihloroetan) je prvi sintetički pesticid koji je upotrebljen i koji je nagovestio eru masovne primene pesticida.
- Proizveden je u velikim količinama i najduže upotrebljavan.
- Za prvih 25 godina proizvedeno je 500 miliona tona DDT.
- 1939. god. Paul Muler je ukazao na primenu DDT kao pesticida (dobitnik Nobelove nagrade).

- U toku II Svetskog rata uspešno je primenjivan, u velikim količinama, u suzbijanju epidemije pegavog tifusa u Italiji.
- DDT je korišćen i kao insekticid, za uništavanje parazita domaćih životinja i čoveka.

- **Štetnost DDT:** nije dovoljno specifičan (pored štetočina ubija i korisne životinje).
- Nema tačke na Zemljinoj kugli gde nije dospeo DDT (led Antartika).
- Pokazuje afinitet prema masnim tkivima u kojima se akumulira u većim količinama u mleku i mlečnim proizvodima.
- Vrlo je postojan, mikroorganizmi i fizičke sile ga sporo razgrađuju.

ORGANOFOSFATI

- Organofosfatna jedinjenja (organofosfati) su:
 - 1) *estri tiofosforne kiseline – tiofosfati* (parathion, metilparation, demeton);
 - 2) *tiolofosforne kiseline – tiolifosfati* (endotin, metaloksidimeton, fosfalidon);
 - 3) *ditiofosforne kiseline – pirofosfati* (tetraetil-fosfat, sufotep) i
 - 4) *fosforaste kiseline – fosfonati* (trihlorofon).

- Pretežno su tečnosti, ređe čvrste supstance, a neki imaju i neprijatan miris.
- Dobro se rastvaraju u organskim rastvaračima (ksilol, aceton, toluol, hloroform), a slabo u vodi.
- Rastvorljivi su u mastima i lako prodiru kroz nepovređenu kožu.
- Lako prodiru u mozak kroz hemato-encefalne barijere i lako se inhaliraju (zbog povećanog napona pare).
- **Upotreba**: insekticidi, akaricidi, fungicidi i rodenticidi.

- Lako prodiru u biljke, odakle ih insekti usisavaju zajedno sa biljnim sadržajem (sistemični insekticidi).
- Simptomi trovanja: javljaju se posle $\frac{1}{2}$ do 3 časa a najbrže u slučaju inhalacije, dok visoke doze mogu izazvati smrt za nekoliko minuta (paraliza respiratorne muskulature).
- Trovanje subletalnim dozama prepoznaju se pojavom grčeva, mučnina, povraćanja, bronhiospazma, poremećajem vida (grč akomodacije), slabošću mišića.

- Deluju na nervni sistem – **nervni otrovi**.
- Inaktiviraju enzim acetilholinesterazu, koji je odgovoran za razlaganje acetil-holina (ACTH) – nervnog transmitera uključenog u mehanizam prenosa nervnih impulsa na sinapsama između nervnih ćelija i efektor (mišićna vlakna).
- Inhibiraju centar za disanje, izazivaju bronhiospazme, pojačane ekskrecije bronhijalnih žlezda i paralizu disajne muskulature.

- Deluju na: jetru, morfološki i biohemijski sastav krvi, hipofizno-adrenalni sistem i imunološke reakcije.
- Organofosfati, koji prodiru u organizam, podložni su metaboličkoj detoksikaciji putem oksidacije i hidrolize enzimskog sistema (glavni put njihove biotransformacije).
- Štetni efekti organofosfata ispoljavaju se i na kulturnim biljkama. U biljke prodiru kroz koren i list.

KARBAMATI

- Karbamati su jedinjenja monometil i dimetil karbaminske kiseline:

- 1) monometilkarbamati (karbaril, promekarb, dioksikarb, merkapturon, furadan, aldikarb, tranid);
- 2) dimetilkarbamati (izolan, dimetan, dimetilan)
i
- 3) ditiokarbamati.

- Bezbojne tečne ili čvrste supstance umerene postojanosti, pa se zbog toga mogu upotrebiti i u većim količinama.
- U vodi se slabo rastvaraju, dok se dobro rastvaraju u polarnim organskim rastvaračima.
- Biološki efekti: inhibicija enzima acetilholin esterase.
- Karbamati izazivaju hipoksiju i oštećenja parenhima jetre, bubrega i centralnog nervnog sistema. U slučaju teške akutne intoksikacije može nastupiti i smrt usled paralize centra za disanje.

INSEKTICIDI

- Procenjuje se da ima više od 10.000 vrsta štetnih insekata koji uništavaju veliki deo dobara koje čovek svojim radom stvara.
- Malaria je tokom ljudske istorije odnela najviše života (više nego bilo koja druga).
- Prenose je **komarci roda *Anopheles***. Zaraženi komarci zdravog čoveka inficiraju krvnim parazitom *Plasmodium*.

- **Muva ce-ce (*Glossina palpalis*)** je bila jedan od najrasprostranjenijih insekata u Africi, na površini od oko 8 miliona kvadratnih kilometara.
- Prenosioc je krvnog parazita *Trypanosoma gambiens*, izazivača bolesti spavanja.
- Jedna epidemija bolesti spavanja usmrtila je u oblasti jezera Viktorija dve trećine stanovništva.

REPELENTI

- Defanzivni metod predstavlja pasivni način odbrane od insekata tj. primeni hemijskih sredstava (repelenti) koja insekte ne ubijaju već ih drže na odstojanju od čoveka, domačih životinja i materijala, jer na njih deluju odbojno.
- Reč repelent je latinskog porekla – “*repellere*”, što znači odbiti.
- Primenjuju se: etarska ulja, prirodna jedinjenja (estri, aldehidi, kiseline) koja služe za odbranu od njihovih prirodnih neprijatelja.

HEMOSTERILIZATORI

- **Hemosterilizatori** – insekticidi koji se koriste za sterilizaciju štetnih insekata (efikasno suzbijaju njihovo razmnožavanje).
- Neki hemosterilizatori su ispoljili teratogene i mutagene efekte na čoveka (5-fluorouracil je, na primer, mutagen).
- Zbog ovih razloga ovaj metod nije našao širu primenu.

INSEKTICIDI BILJNOG POREKLA

- Aktivne supstance biljnog porekla primenjuju se u obliku čistih jedinjenja, ekstrakata i homogenata.
- Pogodno su sredstvo u borbi protiv insekata-zbog jedinstvenih bioloških svojstava, brzog razlaganja, niske toksičnosti i retke pojave rezistencije.
- Skupi (primenjuju se 3-4% od ukupne količine pesticida).

PRIRETRINI

- **Piretrini** - izolovani su iz cveta hrizanteme, i predstavljaju pesticide širokog spektra delovanja.
- Iz hrizanteme su izolovani: piretrin I, piretrin II, cinerin I i cinerin II.
- Ne rastvaraju se u mastima (ne deponuju se). U digestivnom traktu sisara se razlažu do netoksičnih produkata.
- Koriste se i sintetički piretrini, estri hrizantemske kiseline (rezmetrin).

ROTENOIDI

- Rotenon i njemu slična jedinjenja (rotenoidi) primenjuju se za uništavanje biljnih vaši i drugih štetočina voćaka.
- Deluju na nervni sistem insekata izazivajući paralizu. Rotenoidi se nalaze u većem broju rodova tropskih biljaka.
- Stanovnici Malajskog i Filipinskog arhipelaga od davnina su koristili rotenin u ribolovu za omamljivanje riba, jer deluje na nervni sistem.

RODENTICIDI

- Glodari (*Rodentia*) vrlo brojna grupa životinja, koja živi na površini i pod zemljom, i u vodi. Smatra se da na svakog stanovnika naše planete dolazi po jedan pacov.
- Uništavaju biljke tokom gajenja i gotove proizvode.
- Prenosioci su i uzročnici bolesti i epidemija (kuga, pegavi tifus, besnilo).

- Za suzbijanje ovih štetočina primenjuju se preparati koji moraju biti visokotoksični ali i visokoselektivni, jer se glodari kreću u neposrednoj blizini čoveka.
- Najbolji rezultati su postignuti sa rodenticidima tipa antikoagulanata (varfarin, rakumin), koji se koriste u malim količinama.
- Antikoagulanti izazivaju krvarenje i sprečavaju zgrušavanje krvi, tako što blokiraju vitamin K (važan faktor koagulacije) i inhibiraju stvaranje protrombina, faktora koagulacije.

- Za deratizaciju zatvorenih prostora upotrebljavaju se gasoviti rodenticidi (SO_2 , pare pikrina, cijanovodonik).

FUNGICIDI

- **Fungicidi**-koriste se za suzbijanje fitopatogenih gljiva (*Fungi*)- pretežno preventivno.
- Sumpor se počeo masovnije koristiti krajem prošlog veka (Homerovoj “Ilijadi”).
- Krajem prošlog veka, prvo u Francuskoj, počinje primena bakar-sulfata (“plavi kamen”) za zaštitu vinove loze i pšenice.
- Ako dođe do intoksikacije bakar-sulfatom, javlja se povraćanje, i organizam se brzo oslobađa ovog fungicida.

DEFOLIJANTI

- **Defolijanti** – koriste se za uklanjanje listova i ostale nadzemne mase biljaka pri mehanizovanoj berbi repe, krtola lukovica.
- Aminofon je niske toksičnosti i slabe postojanosti, slabo se apsorbuje i ne akumulira u krtolama i lukovicama (pogodan za upotrebu).
- Izvestan broj defolijanata je već korišćen i u ratne svrhe za ogoljavanje džungle u kojoj se do tada uspešno skrivalo ljudstvo i naoružanje Vijetkonga.

HERBICIDI

- **Herbicidi** su hemijska sredstva (pesticidi) koja se primenjuju za suzbijanje korovskih biljaka koje stupaju u kompeticiju sa gajenim biljkama usporavajući njihov razvoj i umanjujući prinose.
- **Korovske biljke** su štetne samo kad se nađu zajedno sa poljoprivrednim kulturama pa se mogu označiti i kao “**biljke na pogrešnom mestu**”.

- Mehanički metod eliminacije korova - okopavanje i plevljenje.
- Herbicidi: efikasna i ekonomična hemijska sredstva, visoka selektivna (deluju samo na korove a ne i na kulturne biljke), slabo postojana, brzo se razgrađuju bez akumulacije.
- Neki herbicidi izazivaju štetne posledice kod ljudi i domaćih životinja.
- Npr: herbicidi (2,4-D, i 2,4,5-T) deluju slično biljnim hormonima auksinima kao stimulatori rasta.

KRUŽENJE, ŠIRENJE I AKUMULACIJA PESTICIDA U PRIRODI

- Oko 70.000 hemijskih jedinjenja se danas nalazi u prometu sa tendencijom daljeg porasta.
- Od posebnog interesa su sintetska, biološki nerazgradiva jedinjenja koja se akumuliraju i dugo zadržavaju u prirodi.
- Proizvodnja i potrošnja pesticida je takođe u stalnom porastu, godišnje od 15-20% u svetskim razmerama.

Sl.5. Tretiranje biljaka pesticidima na otvorenom i zatvorenom prostoru



Sl.6. Tretiranje biljnih kultura pesticidima traktorom (levo) i avionom (desno)



- Pesticidi se uključuju u kolo kruženja materija u biosferi i tako rasprostiru.
- Opasnost predstavljaju stabilni, postojani pesticidi.
- Pesticidi i njihovi ostaci se ne zadržavaju u celosti na mestu primene već se fizičkim (voda, vazduh) i biološkim (lanci ishrane) putevima prenosa, često i na velike distance.

- Transfer pesticida biološkim putem- uključivanjem u lance ishrane dospevaju do svih stupnjeva trofičke piramide, uključujući i čoveka.
- Početnu kariku u lancima ishrane terestričnih i akvatičnih ekosistema čine biljke.
- Suvozemne biljke manje akumuliraju liposolubilne pesticide nego fitoplankton.

- Kumulacije pesticida u prirodnim lancima ishrane teče po sledećem redosledu:

biljojedi < ptice koje se hrane zrnavljem i insektima < sisari koji se hrane insektima i mekušcima < sisari i ptice koji se hrane ribom.

DEGRADACIJA PESTICIDA

- Većina pesticida koji se danas koriste su sintetička jedinjenja koja ne ulaze u tokove kruženja i naročito su otporna na biološku razgradnju.
- Samo neki mikroorganizmi mogu ih delimično uključivati u svoj metabolizam kao izvore ugljenikovih jedinjenja.

- Degradacija herbicida teče:

- enzimskim putem razgradnje do manjih molekula;
- neenzimskim putem (izmena pH, temperaturom, fotohemijskim reakcijama);
- formiranjem novih jedinjenja u hemijskim reakcijama pesticida sa drugim jedinjenjima.

POSTOJANOST (PERZISTENTNOST) PESTICIDA

- Perzistentnost zavisi od hemijske stabilnosti molekula i otpornosti na fizičko-hemijske faktore (temperature, svetlost) sredine i razlagače (mikroorganizme).
- Iako većina pesticida koji se danas koriste spadaju u sintetička jedinjenja, koja po pravilu ne ulaze u kola kruženja i biotransformacija, ipak ne ostaju trajno u obliku u kome su upotrebljeni.

- Perzistentnost se kreće u širokim granicama od jednog do dva dana (TEPP), nekoliko nedelja (parathion) ili više godina (hlorovani ugljovodonici).
- Najpostojanija grupa pesticida su organohloridi (DDT, na primer), čiji poluživot iznosi 20 godina. Zato se sve više traga za nepostojanim pesticidima.
- Organofosfati i karbamati koji sve više zamenjuju organohloride. Razlažu se za nekoliko nedelja do neškodljivih produkata pa se zato ne akumuliraju u zemljištu i ne prenose na velike daljine.

RAZVOJ REZISTENCIJE NA PESTICIDE

- Otpornost se javlja posle duže upotrebe, kod štetočina kod kojih je na početku primene insekticid (pesticid) bio efikasan.
- Danas je registrovano preko 500 vrsta insekata rezistentnih na delovanje insekticida (sredinom sedamdesetih godina procenjivan na 230). Utvrđeno je da čak 38 vrsta komaraca postalo otporno na insekticide. Pojave rezistencije zabeležene su i kod gljiva, nekih korova, miševa i drugih glodara.

- Problem - Dok se u konkretnim slučajevima otkrije pojava otpornosti na pesticide kod štetočina može doći do prenamnoženosti nekih populacija štetočina i štetnih posledica dok se nađe novi odgovarajući pesticid.

ŠTETNI EFEKTI PESTICIDA

- Mali broj pesticida je visoko selektivan (ne deluju samo na štetočine).
- Otpornost i postojanost pesticida izazivaju njihovu akumulaciju u životnoj sredini.
- Negativni biološki efekti pesticida se ispoljavaju na različite receptore: ljude, domaće životinje, divljač, mikroorganizme (razlagači).

- Do kontaminacije može doći: direktnim kontaktom (oralno, inhalacijom, kožom), preko zagađenog vazduha, hrane ili vode.
- Trovanja ljudi potiču iz izvora i odvijaju se različitim putevima:
 - u toku proizvodnje, prometa i primene;
 - direktno preko zagađenih useva, voća, povrća i drugih životnih namirnica;
 - preko lanaca ishrane; nagomilavanjem pesticida.

- Nepažljivim rukovanjem (način rasturanja, kontakt sa kontaminiranim rukama, jelom, brisanjem usta prljavim rukama, pušenjem itd.) povećavaju se mogućnosti kontaminacije.
- Efekti su veći pri visokim temperaturama i jakom vetru.
- **Pesticidi izazivaju štetne efekte**: strukturna oštećenja; fiziološke, biohemijske i genetičke promene; alergijske reakcije, mutagene i teratogene efekte.

- **Osetljivost organizama na pesticide:**
- Vodozemci - osetljivi zbog načina disanja preko kože, izloženosti velike površine i vaskularizacije kože i masnog tkiva.
- Gmizavci - manje osetljivi od vodozemaca zbog visoke keratinizovanosti spoljne površine tela.
- Ptice - zbog načina ishrane ima više načina intoksikacije ptica jer se one hrane biljkama, ribama i drugim životinjama.
- Pčele - posebno osetljive na insekticide (organofosfate). U vreme cvetanja biljaka u manjoj meri koriste najtoksičniji insekticidi.

POSLEDICE ZAGAĐIVANJA ŽIVOTNIH NAMIRNICA TOKSIČNIM METALIMA

- Značajni izvori toksičnih metala u životnu sredinu: industrijske, metalurške i rudničke otpadne vode, hemizacija poljoprivrede, saobraćaj i energetika.
- Stabilni su elementi, tako da se ugrađuju u razne jestive organizme, (biljne i životinjske), i time uključuju u lanac ishrane.
- Toksični metali: živa, olovo, kadmijum, arsen, selen i berilijum.
- Potencijalni otrovi u većim količinama: kalaj, nikal, bakar, cink i kobalt.

- Savremeni Amerikanac unosi u organizam 100 puta više olova nego drevni Egipćanin i 25 puta više kadmijuma.
- Unošenje mnogih metala u ljudski organizam je svakodnevna potreba s obzirom da učestvuju u važnim životnim procesima, a da do trovanja dolazi samo kada se dozvoljene doze višestruko premaše.

- **Živa** - Trovanje živom (jedinj tečni metal), bilo je poznato još Starim Rimljanima.
- Danas se procenjuje da na površini Zemlje padne godišnje oko 100.000 tona žive, od čega 200 tona nastaje sagorevanjem naftnih derivata, koji je sadrže u visini od 0,1 mg/kg, a čak 3.000 tona sagorevanjem uglja, koji je sadrži u koncentraciji od 1mg/kg.
- Organska jedinjenja žive su za ljude neuporedivo toksičnija od metala, pa samim tim ostavljaju i teže posledice. Organoživina jedinjenja mogu izazvati bolest Minamata.

- Poluvreme eliminacije iz organizma u proseku nije duže od 70 dana, mada se može kretati u rasponu od 35-189 dana.
- **Simptomi trovanja:** drhtanje ruku, obamrlost vrhova prstiju, tup bol u zatiljku i pogoršanje vida (mogu pojaviti tek posle deset godina od trenutka trovanja).
- Jedinjenja žive nisu kancerogena, ali mogu prodirati kroz placentu – teratogeno i embriotoksično dejstvo. U velikom procentu dece rođenih u zalivu Minamata konstatovani su simptomi cerebralne paralize.

- U naseljima oko zaliva Minamata (Japan), pojavila se bolest Minamata - obolelo 121 lice, od čega je 46 umrlo (1953-1960).
- Do trovanja je došlo preko riba iz zaliva u koje su ispuštane zagađene vode, i čak 600.000 tona mulja sa sadržajem žive, iz fabrike polivinila Chisso Minamata.
- Oko 700 lica pretrpelo je teške fizičke i psihičke deformacije (i još 100 umrlo).
- Među otrovanima nalazila su se i 22 prenatalno otrovana deteta.

- **Olovo** - tipičan otrov koji u organizam čoveka dospeva preko respiratornog i gastrointestinalnog trakta.
- Svakodnevno unošenje ovog metala u količini od 2 mg može za nekoliko meseci dovesti do trovanja, a unošenje od 10 mg već za nekoliko nedelja.
- Trovanja olovom su odavno poznata.
- Plumbizam, akutno trovanje olovom opisao je još grčki pesnik i lekar Nikander pre 2.000 godina.

- Bakarni sudovi za vino imućnih Rimljana (za razliku od Grka nisu znali za trovanje olovom), iznutra su presvlačeni olovom, a vodovodne cevi izrađivane iz olova, što je za posledicu imalo dugotrajno (hronično) trovanje ovim metalom.
- Olovo narušava elektrolitičku ravnotežu i utiče na biosintezu hemoglobina, nukleinskih kiselina, proteina i različitih hormona.
- 90 do 95% olova se deponuje u kostima, odakle brzim izdvajanjem u krvotok može izazvati trovanja.

- Iz zemljišta, korenovim sistemom, olovo dospeva do hranljivih delova biljaka (količina olova koja dospeva u organizam čoveka hranom prevazilazi onu koja neposredno dospeva preko respiratornih organa).
- U konzerviranim namirnicama olovo potiče iz šava konzerve zbog lemljenja legurom kalaja i olova (iako se danas dobrom zaštitom unutrašnjosti konzerve sve više smanjuje opasnost od ovakvog dodatnog zagađivanja).
- Keramičke posude sadrže Pb - ukoliko su bojene olovnim bojama – a predviđene su za čuvanje turšije ili pića.

BIOLOŠKA KONTROLA ŠTETOČINA

BIOLOŠKA RAVNOTEŽA

- Biološke sisteme karakteriše visok stepen stabilnosti ili homeostaze koja je uspostavljena na raznim stupnjevima biološke organizacije (održava stabilnost populacije).
- Primer: brojnost populacije se održava na određenom prosečnom nivou za duži period vremena, uprkos velikom reprodukcionom potencijalu.

- Ova ravnoteža se reguliše mehanizmima stalne interakcije organizma i sredine, odnosno interakcije sa abiotičkim i biotičkim faktorima sredine.
- U biocenozama se uspostavljaju složeni odnosi kompeticije, kooperacije, predatorstva, parazitizma i dr., koji učestvuju u mehanizmima prirodne selekcije – prirodne kontrole brojnosti populacija živih bića.

- Vrlo važan faktor regulacije brojnosti populacija su lanci ishrane.
- To znači da svaka vrsta ima svog prirodnog neprijatelja (plen ← predator).
- **Prirodni uzroci promena brojnosti:** delovanje klimatskih faktora sredine, osvajanje novih ekoloških niša, nedostatak hrane, itd.
- **Antropogeni faktori:** uprošćavanje ekosistema (agrosistemi), potiskivanje ili izumiranje nekih osetljivih populacija na određene vrste zagađenja.

- Neke populacije ostaju bez prirodnih neprijatelja (predatora i parazita) regulatora njihove brojnosti, osvajaju nove ekološke niše zbog čega njihov broj narasta do nivoa kada postaju “pest” (štetočine).
- Uništavanje nekih vrsta štetočina može izazvati porast drugih vrsta životinja pa se tako otvara front borbe sa novim štetočinama.
- Biološki metod podrazumeva kontrolu štetočina pomoću njihovih prirodnih neprijatelja: predatora, parazita, izazivača ili prenosilaca (vektora) bolesti.

- U biološke metode ubraja se: selekcija otpornih sorti biljaka i životinja, ometanje razvoja štetočine uz pomoć biološki aktivnih materija (hormoni, feromoni), genetičkog inženjeringa i dr.
- Primer: U Kaliforniji je limun bio zaražen insektom *Icerya purchasi* koji je slučajno prenesen iz Australije i Novog Zelanda. Za suzbijanje štetočine upotrebljen je prirodni neprijatelj *Rodolia cardinalis*. Utrostručen prinos limuna bio je očigledan dokaz valjanosti ovog metoda.

- Krajem prošlog veka preneti su iz Meksika u Australiju jedna vrsta ukrasnog kaktusa (*Opuntia*).
- Kaktus se tako brzo razmnožio da je 1920. godine pokrivao 30 miliona ha pašnjaka.
- Iz Argentine je unesen insekt *Castoblastis cactorum* čije se larve hrane kaktusom, tako je kaktus bio vrlo brzo uništen.

Hvala na pažnji.