

Plesni

- Plesni taksonomski spadaju u carstvo gljiva (*fungi*).
- To su eukariotski višećelijski mikroorganizmi, sa ćelijskim zidom koji sadrži hitin.
- Ćelije se grupišu u filamentne strukture koje se nazivaju hife, a njihovim preplitanjem nastaju micelije, koje su osnova tela (talus) plesni.
- Hife mogu biti reproduktivne i vegetativne.
- Reproductivne hife proizvode spore.
- Boja spora je jedna od karakteristika koja se koristi u identifikaciji plesni.
- Plesni uspevaju u uslovima koji su nepovoljni za rast i razmnožavanje većine bakterija, kao što su: niska pH vrednost, mala količina biološki pristupačne vode, visok osmotski pritisak i sl.

Značajniji rodovi plesni

- *Aspergillus*
- *Penicillium*
- *Fusarium*
- *Alternaria*
- *Geotrichum*
- *Mucor*
- *Rhizopus*

Pravilnikom o kvalitetu hrane za životinje ograničena je maksimalna dozvoljena koncentracija plesni u hranivima biljnog porekla i gotovoj stočnoj hrani, kao i njihovih štetnih metabolita, a pre svega mikotoksina (aflatoksin, zearalenon, ohratoksin i trihtecen).

Mikotoksini

- Mikotoksini su toksični sekundarni metaboliti raznih plesni, i hemijski su veoma heterogena grupa jedinjenja, i rezistentni su na brojne fizičko-hemijske i druge uticaje.
- Nastaju delovanjem plesni na stočnu hranu, a u prvom redu na žitarice, a pri tome ne mora nužno da dođe do uočljivih promena na supstratu (boja, miris, ukus).
- U zavisnosti od toga da li do štetnih procesa dolazi još dok je biljna masa kontaminirana plesnima u toku vegetacije ili kasnij, uslovno se razlikuju tzv. „plesni polja“ kao što je *Fusarium*, ili „plesni skladišta“ kao što su npr. *Penicillium* i *Aspergillus*.

- Intenzitet razvoja mikotoksina je u velikoj meri zavisan od agroekoloških uslova i načina skladištenja stočne hrane, i načelno ih je više u uslovima toplih i vlažnih ambijentalnih uslova, mada neki nastaju i pri nižim temperaturama (*Fusarium*).
- U zavisnosti od vrste plesni, temperature koje pogoduju nastanku mikotoksina su u širokom intervalu od -5 do 60°C, pa čak i širok raspon pH vrednosti, sa izuzetkom ekstremne kiselosti i alkalnosti.
- **Maksimalna dozvoljena koncentracija mikotoksina u hrani za životinje regulisana je Pravilnikom o kvalitetu hrane za životinje (član 99).**

Mikotoksikoze

- Mikotoksini u organizam dospevaju uglavnom alimentarnim putem, ali i respiratornim i parenteralno.
- Oboljenja do kojih dolazi usled štetnog delovanja miktoksina u organizmu ljudi i životinja.
- U slučaju unosa manjih količina, kratkoročno i kratkotrajno, miktoksikoze su akutne.
- Daleko veći problem su kompleksni patološki procesi, do kojih dolazi prilikom dugotrajnog unošenja mikotoksina u organizam, kada se ispoljava njihovo kumulativni uticaj.
- Za skoro sve mikotoksine je zajedničko da razaraju ćelijske membrane i remete značajne unutarćelijske procese kao što je sinteza nukleinskih kiselina i proteina (karcinogeni, mutageni i teratogeni uticaj).

Specifična štetna dejstva miktoksina

Vrsta miktoksina	Mikotoksini	Delovanje na organizam
Nefrotoksini	Ohratoksin , Citrinin, Kvinoni, Ksantomegnin, Viomelin	Izazivaju insuficijenciju bubrega.
Neurotoksini	Patulin, Penitrem, Citreoviridin, Fumonizin, Moniliformin	Izazivaju oštećenje nervnog sistema.
Hepatotoksini	Aflatoksini , Penicilinska kiselina, Sporidezmin, Ciklochlorotin, Fumonizin	Oštećuju funkciju ćelija jetre i pospešuju razvoj karcinoma jetre.
Estrogeni toksini	Zearalenon	Hiperestrogenizam u životinja i degeneraciju ćelija polnih organa.
Citotoksini	Trichoteceni, Puccinia toksini	Oštećuju epitelne ćelije kože i sluzokože digestivnog trakta i krvnih sudova.
Imunosupresivni toksini	Ohratoksin , Trihoteceni	Oštećuju imuni sistem i njegov odgovor na infekciju u organizmu ljudi i životinja.
Respiratorni toksini	Fumonizin , Trihoteceni, Stahibotriotoksin, Puccinia toksin, AAL toksin	Oštećuju disajne puteve.

Faktor intenziteta dejstva mikotoksina

- Koncentracija.
- Ekspozicija
- Farmakodinamičke osobine mikotoksina:
 - apsorpcija,
 - hidrofilnost,
 - lipofilnosti,
 - distribucija u tkivima i organima,
 - metabolizam i vreme poluraspada,
 - i eliminacija.

Značajniji mikotoksini

- Aflatoksini
- Ochratoksin
- Fumonizini
- Zearalenon

Aflatoksini

- Aflatoksini su najtoksičnija podgrupa mikotoksina.
- Sintetišu ih plesni veoma rasprostranjenih rodova u prirodi, *Aspergillus*, *Penicillium* i *Fusarium*.
- Ime su dobili po izvedeno od latinskog naziva vrste, *Aspergillus flavus*, za koju se vezuje prvo otkriće porekla i toksičnosti ovih mikotoksina.
- Aflatoksini su po svom delovanju hepatotoksini (oštećuju funkciju ćelija jetre), mada se dovode i u vezu sa poremećjima varenja hrane.
- Među mikotoksinima, to su do sada najpoznatiji kancerogeni agensi, jer pospešuju razvoj karcinoma jetre.

Toksičnost aflatoksina

- Toksin B1 ima najveću toksičnost, zatim dolazi M1 sa gotovo istom toksičnošću a slede u opadajućem nizu G1, B2, i G2.
- Zavisno od proizvoda koji se koriste za stočnu hranu ili direktnu ljudsku upotrebu zakonski propisane vrednosti za MRL u Europi varira od 2 do 50 µg/kg (ppb).
- U stočnoj hrani je prisutan aflatoksin B1 koji se u organizmu životinja transformiše u druge oblike.
- Tako se u mleku nalazi transformisan u M1 oblik, a stopa konverzije je 1-2% kod krava proizvodnje mleka ispod 30 kg/dan, odnosno do 6% kod krava više proizvodnje.
- Prema pravilniku o kvalitetu hrane za životinje (član 99) maksimalna dozvoljena koncentracija aflatoksina u hranivima je 0,03 ppm, preračunato na vlažnost hraniva od 12%, dok u smešama koncentrata zavisi od njihove namene.

Nastanak i raznovrsnost aflatoksina

- Optimalne temperature za sintezu aflatoksina su 24-26°C, a kritične 7,5 – 40°C, s tim da su uvek u pitanju niže vrednosti u uslovima povećane vlažnosti.
- Javljaju se u pet formi, među kojima je aflatoxin B1 uvek prisutan, iako su i B2, G1 i G2 vrlo često prisutni.
- Svi oni se mogu naći u skoro svim stočnim hranivima biljnog porekla.
- Aflatoxin M1 se pojavljuje u mleku i mesu nakon konzumiranja hraniva kontaminiranih B1 formom.

Hemijske osobine aflatoksina

- Zahvaljujući svom hemijskom sastavu, aflatoksini se ne uništavaju u ključaloj vodi, pa čak i tretiranje u autoklavu u trajanju od 4 sata samo smanjuje, ali ne uništava potpuno njihovu toksičnost.
- Aflatoksini se najbolje rastvaraju smešama heksan-aceton-voda i heksan-aceton, nešto slabije u hloroformu, a najslabije u metanolu i alkoholu.
- Visoka rastvorljivost u heksanu praktično znači i da se u postupcima hemijske ekstrakcije ulja iz soje, upravo u ulju zadržava najveća koncentracija aflatoksina.
- Zato su u kontekstu ishrane domaćih životinja, pogodnije sačme u poređenju sa pogačama odnosno punomasnim polaznim materijalom.

Ohratoksini

- Ohratoksini su grupa jedinjenja, međusobno bliskih po svojoj molekulskoj građi i hemijskim osobinama, i u skladu sa time mogu se definiisati kao derivati izokumarina vezanih za L- β -fenilalanin.
- **Te mikotoksine sintetišu plesni iz rodova Penicillium i Aspergillus, i to najčešće na strnim žitima, pa je maksimalni dozvoljeni sadržaj u neobrađenom zrnu žitarica 3 ppb, u EU.**
- Prvi put su izolovani 1965. godine, čime su u vezu dovedeni produkti metabolizma vrste Aspergillus ochraceus, i nastanak nekih bolesti životinja.
- Naročito su problematični u ishrani nepreživara.
- **Postoje u tri oblika (A, B i C) od kojih je najtoksičniji ohratoksin A.**

Ohratoksin A

- Dobro je rastvorljiv u hloroformu, benzenu, heksanu, vodenom rastvoru natrijum karbonata, metanolu i etanolu, a slabo rastvorljiv u vodi.
- Akumulira se bubrezima, mišićnom tkivu ali i drugim orgainima i tkivima, tako da može da se nađe i u hranivima životinjskog porekla.

Dejstva ohratoksina A

- Nefrotoksično (nekroza epitela bubrežnih kanala) i nefrokancerogeno dejstvo.
- Urokancerogeno dejstvo (tumor mokraćne bešike).
- Hepatotoksično.
- Enteritično (infekcije tankog creva).
- Imunosupresivno.
- Teratogeno.

Fumonizini

- Fumonizini pripadaju velikoj grupi mikotoksina koje sintetišu plesni rodova *Fusarium* i *Alternaria*.
- Najčešće su prirodni kontaminanti, na kukuruзу i proizvodima od kukuruza.
- Postoje tri vrste navedenih mikotoksina, a to su: B1, B2 i B3, od kojih je B1 forma najprevaltnija.
- Smatra se da su fumonizini mikotoksini odgovorni za najveći broj toksičnih i karcinogenih oboljenja životinja.
- Otporni su na termičku obradu.

Dejstva fumonizina

- Kancerogeno - rak jednjaka kod ljudi (naročito su opasni produkti metabolizma plesni *Fusarium moniliforme*).
- Hepatotoksično (ređi slučaj).
- Neurotoksično (konjska leuko encefalomalacija - ELEM).
- Respiratorna toksičnost ili pulmotoksičnost (svinjski plućni edem - PPE).

Fiziološki maksimalno prihvatljive koncentracije fumonizina u obroku

- Konji: 5 ppm (mg/kg)
- Svinje: 10 ppm
- Preživari, živina: 50 ppm

Zearalenon

- Ranije je bio poznat takođe kao F2-toksin.
- Proizvode ga različite vrste roda *Fusarium* među kojima su:
 - *F.roseum*
 - *F.tricinatum*
 - *F.oxysporum*
 - *F.culmorum*
 - *F.moniliforme*

Osobine zearalenona

- Nerastvorljiv je u vodi, ugljenik-disulfidu i ugljenik – tetrahloridu.
- Rastvorljiv je u baznoj sredini, benzenu, hloroformu, metilhloridu, etilacetatu, acetonu, acetonitrilu i alkoholima.
- U prirodi se nalazi u zrnu žitarica, sa povećanim sadržajem vlage, a naročito kukuruza.
- Zearalenon je po hemijskoj strukturi sličan estrogenim hormonima i utiče na organe za reprodukciju.

Dejstvo zearalenona

- Dokazano je da se zearalenon vezuje na estrogenske receptore u uterusu, dojci, jetri i hipotalamusu različitih životinjskih vrsta.
- Kod domaćih životinja, a naročito svinja, uzrokuje neplodnost, edem vulve, hipertrofiju mamarnog kompleksa i feminizaciju mužjaka (atrofiju testisa i povećanje dojki).
- To je slabo toksičan mikotoksin čije se delovanje može uočiti na domaćim životinjama tek nakon dugotrajne izloženosti kontaminiranom hranivu.

Stručne preporuke za zearalenon

- Maksimalne prihvatljive koncentracije u obroku:
 - Priplodne svinje: 50 ppb
 - Tovne svinje: 250 ppb
- Maksimalne prihvatljive koncentracije u proizvodima:
 - Meso: 250 ppb
 - Mleko: 500 ppb

*** * ***