

Projekt „Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva iz žitarica u kružnom biogospodarstvu“ odgovara na izazove uzrokovane negativnim utjecajem klimatskih promjena. Obuhvaća i primjenjuje istraživanja ispravnih agrotehničkih mjera za stare i nove sorte pšenice i ječma te hibride kukuruza kako bi se utvrdili optimalni omjeri između zrna i biomase kao i prisutnost mikotoksina.

Uz kvantitet, odredit će se kvaliteta zrna žitarica za prehranu ljudi i ishranu životinja, kao i sekvencijacija ugljika u tlo i biljku te kvaliteta biomase za biokompozite, biofiltere, bioetanol druge generacije te kruta biogoriva iz ostatka proizvodnje. Iskorištavanjem ostataka, potencijalni otpad postat će sirovina i zatvorit će se proces kružnog biogospodarstva. Nova znanja će se transferirati dionicima različitih sektora i podići svijest šire javnosti o mogućnostima ublažavanja negativnih utjecaja klimatskih promjena.

Ova brošura „MIKOTOKSINI“ je četvrta od više takvih materijala, koje će se u budućnosti objavljivati.



Izvori slika
<https://bit.ly/3B8H6OI>
<https://bit.ly/3JfcXjB>
<https://bit.ly/34P6jSg>
<https://bit.ly/3LhnbBI>

KORISNIK
Sveučilište u Zadru

PARTNERI
Sveučilište u Zagrebu Agronomski fakultet
Sveučilište u Zagrebu Tekstilno-tehnološki fakultet

POSREDNIČKA TIJELA
Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja - **RAZINA 1**
Fond za zaštitu okoliša i energetska učinkovitost - **RAZINA 2**

LOKACIJA
Sveučilište u Zadru
Ulica Mihovila Pavlinovića 1
23000 Zadar

KONTAKT
Telefon: 023 200 555
Fax: 023 316 882
Email: info@unizd.hr

PODACI
OIB: 10839679016
MB: 1695525
IBAN: HR1124070001100609482



Projekt je sufinancirala Europska unija u okviru Operativnog programa Konkurentnost i kohezija, iz Europskog fonda za regionalni razvoj.

Sadržaj ove brošure isključiva je odgovornost Sveučilišta u Zadru.



MIKOTOKSINI

K.K.05.1.1.02.0016

**Proizvodnja hrane, biokompozita i biogoriva
iz žitarica u kružnom biogospodarstvu**

MIKOTOKSINI

Prema definiciji, mikotoksini su sekundarni metaboliti (molekule koje neki organizam proizvodi, a nisu mu neophodne za preživljavanje) nekih vrsta gljivica, toksični za ljude i životinje. Mikotoksine proizvode gljivice (plijesni) i ispuštaju ih u okoliš, odnosno u podlogu na kojoj rastu. Neki su mikotoksini vrlo stabilne molekule i mogu ostati u okolišu dugo nakon što je plijesan koja ih je proizvela uginula, a mogu biti i otporni na visoke temperature te se ne mogu ukloniti termičkom obradom. Iako mikotoksigene gljivice (gljivice koje proizvode neki od mikotoksina) mogu kolonizirati razne podloge, ipak su sirovine i proizvodi biljnoga podrijetla najizloženiji kontaminaciji. Prisutnost mikotoksina zabilježena je u žitaricama i proizvodima na bazi žitarica, orašastim plodovima, suhome voću i začinima. U proizvodima životinjskoga podrijetla, prvenstveno u mlijeku, te u manjoj mjeri u mesu i jajima pojavljuju se najčešće kao posljedica konzumacije kontaminiranih krmiva. Iako je više od 300 molekula klasificirano kao mikotoksin, samo je manji broj izuzetno štetan za ljude i životinje, njih 12-ak, te su oni u središtu pažnje znanstvenika i zakonodavaca. Popis najopasnijih mikotoksina uključuje aflatoksine (AF), okratoksin A (OTA), toksine roda *Fusarium*, poput fumonizina (FB) i deoksinivalenola (DON). Mikotoksigene gljivice rasprostranjene su diljem svijeta u različitim klimatskim uvjetima, pa je kontaminacija hrane i krmiva mikotoksinima svjetski problem. Vremenski uvjeti, kao i klima, mogu značajno utjecati na koncentraciju (količinu) mikotoksina u sirovinama. Na primjer, visoke temperature i suša u predžetvenome periodu pogoduju kontaminaciji kukuruza aflatoksinima. Kontaminacija se može dogoditi u predžetvenome periodu u polju ili nakon žetve. Neke vrste mikotoksigenih gljivica zahtijevaju visoku vlažnost podloge na kojoj će rasti, npr. vrste roda *Fusarium*, pa koloniziraju biljke, pretežno u polju prije berbe, dok druge, poput vrsta roda *Aspergillus*, mogu mogu kolinizirati i kontaminirati podlogu u polju i/ili u bilo kojemu dijelu posliježetvenoga procesa. Važno je poštovati dobre agronomске prakse (rotacija usjeva, otklanjanje biološkoga materijala poslije žetve, korištenje kultivara prilagođenih lokalnoj klimi i tlu, djelovanje na sve čimbenike koji mogu izazvati stres kod biljke, poput nedostatka vode ili hranjiva), uz kontrolu relativne vlažnosti zraka i temperature tijekom skladištenja, procesa prerade i opskrbnoga lanca, da bi se spriječila kontaminacija gljivicama i izbjegla pojava mikotoksina.

Mikotoksini nemaju poseban miris, okus ili boju pa se njihova prisutnost može utvrditi samo s pomoću kemijskih analiza. Onečišćenje mikotoksinima može predstavljati veliki rizik za zdravlje ljudi i životinja. Bolesti koje uzrokuju nazivaju se mikotoksikoze. Toksično djelovanje i posljedice ovise o tipu mikotoksina. Konzumacija većih koncentracija uzrokuje akutne mikotoksikoze, no i konzumacija niskih koncentracija tijekom dužeg perioda može uzrokovati kronične mikotoksikoze koje mogu rezultirati, npr. kod aflatoksina, i pojavom tumora. Većina mikotoksina negativno djeluje na imunološki sustav domaćina i time povećava mogućnost pojave bolesti uzrokovanih drugim agensima.

Zbog opasnosti za zdravlje maksimalna dozvoljena količina u hrani i krmivima 12 gore navedenih mikotoksina ograničena je u većini zemalja svijeta. Na području EU-a na snazi je Uredba Komisije broj 1881/2006 o najvećoj dopuštenoj količini kontaminanata u hrani. Količine koje su dozvoljene u EU-u među najnižima su u svijetu.

Aflatoksini (AF)

Aflatoksini (slika 1) su prvi otkriveni mikotoksini (1960. godine). Iako nisu jedine vrste koje ih proizvode, za pojavnost aflatoksina najodgovornije su plijesni *Aspergillus flavus* A. *parviticus*. Aflatoksigene gljivice proizvode četiri vrste aflatoksina: B1, B2, G1 i G2, među kojima je AFB1, najopasniji za zdravlje ljudi i životinja, najzastupljeniji (> 70 %). Prema IARC-u (Međunarodna agencija za istraživanje raka), aflatoksin B1 klasificiran je kao kancerogen za ljude (skupina 1). Ostali AF-i, poput M1 koji je prisutan u mlijeku, nastaju u organizmu koji je konzumirao kontaminirane namirnice i mogu biti izlučeni organskim tekućinama poput mlijeka i tako preneseni na sljedeći organizam. Aflatoksigene gljivice mogu kolonizirati razne podloge, no najizloženiji kontaminaciji aflatoksinima su sjemenke žitarica (posebice kukuruz), uljarice (sjemenke soje, kikirikija, suncokreta i pamuka), začini (čili paprika, crni papar, korijander, kurkuma i đumbir) i orašasti plodovi (pistacije, bademi, orah, kokos i brazilski orah). Velike doze aflatoksina mogu dovesti do akutnoga trovanja (aflatoksikoza), što se srećom rijetko događa i mogu ugrožiti život, obično oštećenjem jetre i probavnoga sustava. I unos manjih količina AF-a, nedovoljnih za akutnu toksičnost, predstavlja problem u uzgoju životinja i ugrozu za zdravlje. Kod životinja hranjenih krmivima u kojima je bio prisutan AFB1, primijećen je smanjeni prirast te veća izloženost zaraznim bolestima zbog smanjenja imuniteta. Također, proizvodi takvih životinja, osobito mlijeko, mogu biti sanitarno neispravni za tržište zbog prisutnosti nekog od AF-a, poput AFM1 u mlijeku. Kod ljudi duža izloženost manjim količinama AFB1 znatno povećava rizik od pojave tumora jetre.

Okratoksin (OTA)

Izolirano je više vrsta okratoksina (A, B, C, d), no zbog svoje toksičnosti pretežno je okratoksin A (OTA) (slika 2) predmet interesa znanstvenika i zakonodavaca. OTA-u proizvode neke vrste gljivica iz rodova *Aspergillus* i *Penicillium*. U hladnijim klimatskim uvjetima glavni uzročnik pojavnosti OTA-e je *P. verucosum*, dok su u toplijim krajevima za to odgovorne vrste roda *Aspergillus* (naročito *A. ochraceus*, *A. carbonarius*). Kontaminacija prehrambenih proizvoda, poput žitarica i proizvoda od žitarica, zrna kave, suhoga voća, grožđa, groždica, vina i soka od grožđa te začina, ovim mikotoksinom događa se širom svijeta. Dokazano je da OTA ima nefrotoksično djelovanje (toksično za bubrege), nakuplja se u tkivima (posebice u bubrezima) i vrlo polako eliminira se iz organizma što dodatno pojačava toksičnost. Osim negativnoga djelovanja na bubrege, OTA ima i hepatotoksično djelovanje (oštećuje jetru), smanjuje imunitet i može negativno utjecati na razvoj embrija (embriotoksično i teratogeno djelovanje). Smatra se da kod životinja OTA ima kancerogeno djelovanje, a IARC je procijenio kancerogeni potencijal OTA-e za ljude kao potencijalno kancerogen (skupina 2B).

Fumonizini

Fumonizini su jedna od grupa mikotoksina koje proizvode gljivice iz roda *Fusarium*. Gljivice toga roda su patogeni koji koloniziraju, pretežno, žitarice u polju i pritom kontaminiraju zrna mikotoksinima (slika 3). Gljivice roda *Fusarium* proizvode veliki broj različitih mikotoksina, oko 140, koji se često nazivaju skupnim imenom *fuzarium* toksini. Fumonizini (FB) su jedna grupa mikotoksina koji proizvode plijesni toga roda, a fumonizin B1 (FB1) je najtoksičniji. Najčešći su kontaminanti kukuruza i u manjoj mjeri pšenice, ječma, raži, riže, zoba i prosa. Glavni put za unos fumonizina u ljudski ili životinjski organizam su žitarice i

proizvodi na bazi žitarica. Kontaminacija fumonizinima prisutna je diljem svijeta, no pojavnost i koncentracija toksina više su u toplim klimatskim uvjetima (pogodnim za rast kukuruza).

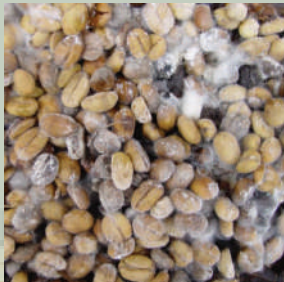
Fumonizini su toksini odgovorni za bolesti životinja u uzgoju i laboratorijskih životinja, posebice mogu uzrokovati neurodegenerativne bolesti kod konja (leukoencefalomalacija), plućni edem sindrom kod svinja, hepatotoksičnost i nefrotoksičnost kod štakora, hepatokarcinogenost.

DON (deoksinivalenol)

DON je mikotoksin koji proizvode gljivice roda *Fusarium* s najvećom pojavnošću na sjemenkama žitarica u cijelome svijetu. Uglavnom kontaminira žitarice poput kukuruza, pšenice i ječma, a može se naći i u proizvodima od žitarica kao što su pivo i soja umak (slika 4). DON nema visoku toksičnost, za smrtnu posljedice kod životinja potrebna je konzumacija relativno velikih količina tog mikotoksina, a nema ni indikacija o kancerogenosti. Prisutnost DON-a u hrani može uzrokovati probavne smetnje i povraćanje (nazivaju ga i vomitotoksinom, od vomito 'povraćanje') te uzrokuje smanjeni rast životinja u uzgoju. Diljem svijeta ekonomski gubitci uzrokovani kontaminacijom usjeva DON-om kreću se u milijardama dolara svake godine. Zbog navedenih razloga svjetske organizacije FAO (Organizacija UN-a za hranu i poljoprivredu) i WHO (Svjetska zdravstvena organizacija) identificirali su DON kao jedan od važnijih onečišćivača hrane koji se javljaju u prirodi.



Slika 1. Aflatoksin (AF)



Slika 2. Okratoksin (OTA)



Slika 3. Fumonizin



Slika 4. DON (deoksinivalenol)