



Jelka Pleadin, Nada Vahčić,  
Manuela Zadravec, Tina Lešić, Ivica Kos

# Plijesni i mikotoksini

prijetnja sigurnosti tradicionalnih  
mesnih proizvoda

Brošura za proizvođače



**TMP**  
mould  
**RISK**

Jelka Pleadin, Nada Vahčić, Manuela Zadravec,  
Tina Lešić, Ivica Kos



# **Plijesni i mikotoksini**

prijetnja sigurnosti tradicionalnih mesnih proizvoda -  
brošura za proizvođače mesnih proizvoda



Zagreb, svibanj 2022.

# Predgovor

Poznato je da tradicionalni mesni proizvodi predstavljanju kvalitetne i nutritivno vrlo vrijedne namirnice. Ovi proizvodi se od davnina proizvode na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima diljem Hrvatske, široko konzumiraju u domaćinstvima i predstavljaju važan dio naše gastronomске ponude. Međutim, u postupku proizvodnje, osim razlika u recepturi među domaćinstvima, značajne su i razlike u higijenskim te okolišnim uvjetima, što utječe na razlike u njihovoj kvaliteti i sigurnosti. Znanstvena istraživanja u ovom području provode se u okviru četverogodišnjeg projekta financiranog od strane Hrvatske zaklade za znanost, naziva „Mikotoksi u hrvatskim tradicionalnim mesnim proizvodima: molekularna identifikacija pljesni producenata i procjena izloženosti potrošača“.

Istraživanjima je općenito dokazano pozitivno djelovanje površinskih pljesni na kvalitetu ovih proizvoda. Međutim, nekontrolirani rast pljesni mogući je uzrok njihovog negativnog utjecaja na miris, okus i izgled proizvoda te kontaminaciju toksičnim spojevima, mikotoksinima, koje produciraju pljesni pri određenim nepovoljnim uvjetima. Provedena istraživanja po prvi puta će dati uvid u koncentracije svih mikotoksina značajnih za mesne proizvode, ujedno uzimajući u obzir utjecaj vrste proizvoda i klimatske uvjete tijekom njihove proizvodnje u svih pet regija Hrvatske. Temeljem prehrambenih navika stanovništva u Hrvatskoj, provesti će se procjena izloženosti potrošača mikotoksinima kroz učestalost konzumacije ove vrste proizvoda. Rezultati istraživanja služit će za izradu znanstvenog mišljenja kao neophodne znanstvene podloge nadležnim tijelima u području sigurnosti hrane za uspostavu najvećih dopuštenih količina mikotoksina u mesnim proizvodima, a također i proizvođačima u cilju prevencije rasta nepoželjnih pljesni te kontaminacije mesnih proizvoda mikotoksinima.

U ovoj brošuri prikazani su rezultati pojavnosti mikotoksina u tradicionalnim mesnim proizvodima s hrvatskih obiteljskih poljoprivrednih gospodarstava uzorkovanih u svih pet regija Hrvatske tijekom dvogodišnjeg (2020. -2021.) razdoblja.

Autori

# Impresum

**Naslov**

Plijesni i mikotoksini – prijetnja sigurnosti tradicionalnih mesnih proizvoda

**Izdavač**

Hrvatski veterinarski institut  
Savska cesta 143, Zagreb  
www veinst hr

**Urednica**

prof. dr. sc. Jelka Pleadin

**Autori**

Jelka Pleadin, Nada Vahčić, Manuela Zadravec, Tina Lešić, Ivica Kos

**Dizajn i prijelom**

Valentina Dominić, Smak kolektiv d.o.o.

**Tisk**

Bruna tiskara i knjigovežnica, Samobor

**Naklada**

300 primjeraka

ISBN 978-953-6836-24-6

Brošura je izradjena temeljem istraživanja na projektu Mikotoksini u hrvatskim tradicionalnim mesnim proizvodima: molekularna identifikacija pljesni producenata i procjena izloženosti potrošača [www.tmpmouldrisk.com](http://www.tmpmouldrisk.com).



Izradu brošure finansirala je Hrvatska zaklada za znanost uz potporu Hrvatskog veterinarskog instituta.

# Sadržaj

<b>PRVI DIO .....</b>	7
Tradicionalni mesni proizvodi.....	8
Najznačajniji hrvatski predstavnici. ....	8
Svojstva i tehnologija proizvodnje .....	10
Površinske pljesni .....	18
Pozitivno i negativno djelovanje .....	18
Pljesni producenti mikotoksina .....	18
Mikotoksini .....	23
Svojstva i pojavnost.....	23
Izvori kontaminacije mesa i mesnih proizvoda.....	24
Neizravni put kontaminacije .....	24
Izravni put kontaminacije .....	26
Razina kontaminacije mesnih proizvoda .....	28
Pojavnost u hrvatskim TMP .....	29
Zakonodavni okvir .....	30
Prevencija kontaminacije .....	31
Literatura .....	33
<b>DRUGI DIO .....</b>	40
Podaci o projektu.....	41
Ciljevi projekta .....	42
Uzorkovanje i analize.....	43
Rezultati .....	43
Zaključci .....	46
Zahvala .....	48

## **Popis kratica**

AFB1 - aflatoksin B1

AFB2 - aflatoksin B2

AFG1 - aflatoksin G1

AFG2 - aflatoksin G2

AFT – ukupni aflatoksini

aw – aktivitet vode

CIT - citrinin

CPA - ciklopiazonična kiselina

HACCP - Hazard Analysis and Critical Control Point

IARC - International Agency for Research on Cancer

LC-MS/MS - tekućinska kromatografija u kombinaciji s dvostrukom masenom spektrometrijom

LOD – limit detekcije

LOQ – limit kvantifikacije

NDK - najveća dopuštena količina

OPG - obiteljska poljoprivredna gospodarstva

OTA - okratoksin A

STC - sterigmatocistin

TMP – tradicionalni mesni proizvodi

ZOI - Zaštićena Oznaka Izvornosti

ZOZP - Zaštićena Oznaka Zemljopisnog Podrijetla

ZTS - Zajamčeno Tradicionalni Specijalitet

**PRVI DI** 

# TRADICIONALNI MESNI PROIZVODI

U TMP ubrajaju se proizvodi od mesa domaćih papkara i kopitara, odnosno trajni suhomesnati proizvodi i slanina, trajne i kuhanе kobasice, čvarci i domaća svinjska mast. Riječ je o tradicionalnim, autohtonim mesnim proizvodima koji se najviše proizvode na poljoprivrednim gospodarstvima, odnosno na seoskim domaćinstvima, u Republici Hrvatskoj. Manji dio takvih proizvoda stavlja se na tržiste, dok se veći dio proizvodi za konzumaciju u domaćinstvu.

Istraživanja pokazuju da TMP predstavljaju nutritivno bogate proizvode s visokim udjelom bjelančevina i velikom energetskom vrijednošću. Međutim, s obzirom na općenito povišeni udio zasićenih masnih kiselina u ovim proizvodima, te zbog uobičajeno povišenih razina soli u njima, potrebno je ograničiti unos ovih namirnica u organizam, odnosno kao i kod većine namirnica, pri konzumaciji se voditi pravilom dobro uravnotežene i raznovrsne prehrane. Budući da općenito predstavljaju nutritivno vrijedne proizvode, njihova konzumacija u svijetu je svakim danom sve značajnija. Stoga standardizacija kvalitete i sigurnost TMP zahtijevaju istraživanja u području senzorskih i fizikalno-kemijskih svojstava te potencijalnih izvora kontaminacije toksičnim spojevima.

## Najznačajniji hrvatski predstavnici

Među najznačajnijim hrvatskim TMP su Slavonski i Baranjski kulen, koji se proizvode u tradicionalno svinjogojskom području istočne Hrvatske; Istarski, Drniški, Krčki i Dalmatinski pršut iz pojasa priobalja i zaleđa, te ostali tradicionalni proizvodi, kao što su različite vrste fermentiranih kobasica, suha vratina i lopatica, slanina, panceta i dr. (slika 1). Republika Hrvatska ima bogatu tradiciju proizvodnje mesnih proizvoda koji se odlikuju kvalitetom i tradicionalnim načinom proizvodnje. Pojedini proizvođači su na nivou Europske unije za svoje proizvode dobili jednu od oznaka zaštićenog naziva (ZOI, ZOZP i ZTS).



Slika 1. Pojedini hrvatski tradicionalni mesni proizvodi

Prepoznatljivost proizvoda povezana je i s područjem na kojem se proizvode, a što doprinosi jačanju gastronomске ponude, turizma i održivom razvoju ruralnih područja naše zemlje. Međutim, u postupku proizvodnje, osim razlika u recepturi među domaćinstvima, značajne su i razlike u higijenskim te okolišnim uvjetima, što utječe na specifičnost mikroflore na površini proizvoda te razlike u kvaliteti i sigurnosti TMP.

## Svojstva i tehnologija proizvodnje

Tehnološki gledano procesi proizvodnje trajnih suhomesnatih proizvoda i trajnih kobasicu po fazama su slični, ali ne i po ključnim uvjetima u proizvodnji, poput temperature, relativne vlažnosti, aktiviteta vode u proizvodu i trajanja pojedine faze/procesa. Stoga slijedi kratak opis nekih suhomesnatih proizvoda koji su trenutno nosioci neke od oznaka zaštite te sheme njihovih tehnoloških procesa.

Specifičnost **Istarskog pršuta** očituje se već u oblikovanju buta obrađenog sa zdjeličnim kostima, bez kože i potkožnog masnog tkiva, minimalne mase 13 kg. Slijedi postupak suhog salamurenja smjesom morske soli i začina, koje se odvija u točno definiranom kalendarskom razdoblju, te prešanje u istim prostorijama pod istim mikroklimatskim uvjetima. Sušenje i zrenje provodi se u prirodnim uvjetima u prostorijama s kontroliranim klimom koje su izložene dominantnim vjetrovima odnosno prirodnom strujanju zraka. Stabilni mikroklimatski uvjeti prostorije omogućavaju i rast poželjnih pljesni čiji su kasnije paučinasti ostatci prepoznatljiva karakteristika Istarskog pršuta i pokazatelj pravilnog procesa sušenja i zrenja.

Proces proizvodnje **Dalmatinskog pršuta** započinje kontrolom kvalitete buta koji mora zadovoljiti uvjete specifikacije. Slijedi faza soljenja bez upotrebe konzervansa, nakon čega se butovi prešaju, a oba procesa imaju svoje zahtjeve glede temperature prostorije i vremena trajanja. Pravilno soljeni, isprani i ocijenjeni butovi vješaju se na kuku, idu na kondicioniranje te dimljenje i sušenje. Koristi se hladni dim dobiven izgaranjem drva ili piljevine bukve, hrasta ili graba. Slijedi zrenje u komorama s odgovarajućim mikroklimatskim uvjetima.

Proizvodnja **Dalmatinske pancete** odvija se na tradicionalan način. Započinje soljenjem ili suhim salamurenjem, ručno ili strojno u hladnim prostorijama najmanje 4 dana. U komori za sušenje i dimljene najprije se 24 sata suše u uvjetima prirodne atmosfere, a zatim blago dime hladnim dimom dobivenim izgaranjem graba, bukve, hrasta, jasena ili javora tijekom 20-ak dana. U istom prostoru ili u komori za zrenje počinje postupak zrenje koji traje najmanje 65 dana od početka faze soljenja.

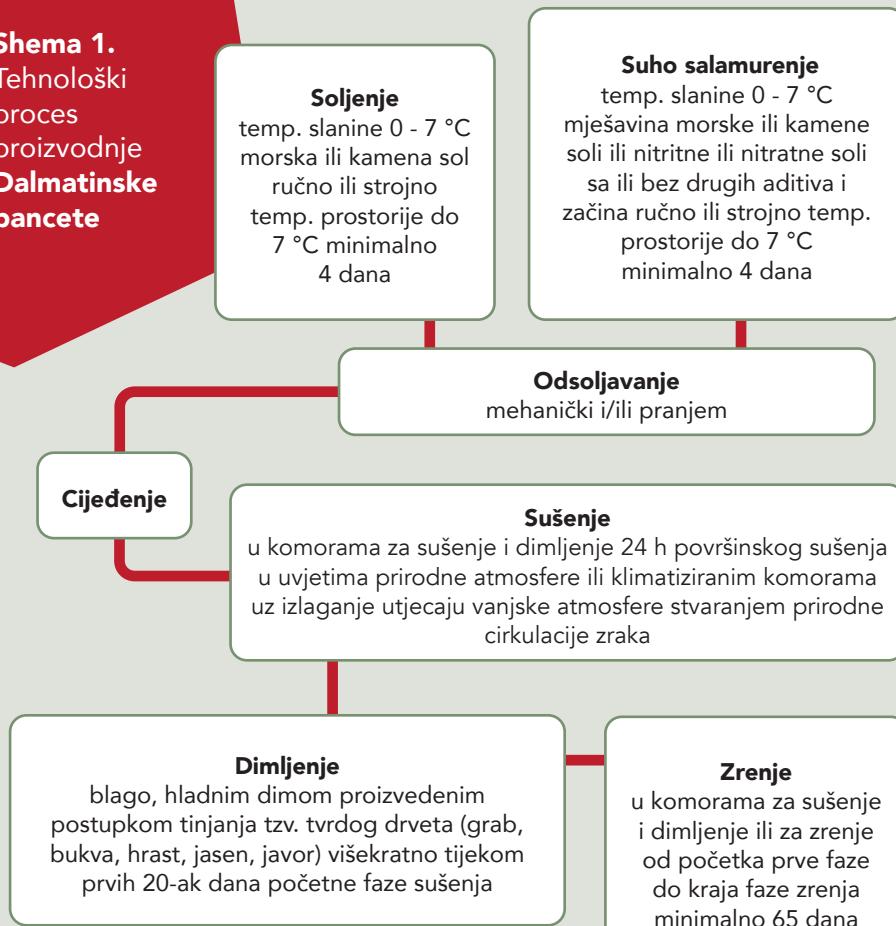
Proizvodnja **Slavonskog kulena** uključuje i tov svinja unutar određenog zemljopisnog područja. U proizvodnji se koristi meso buta, dugog leđnog mišića, lopatice i vrata te tvrda leđna slanina. Ocijedeno i ohlađeno meso usitnjava se sa slaninom, izmiješa sa soli i začinima te puni u očišćena i ocijedena svinjska slijepa crijeva. Kuleni se vješaju u pušnice i blago dime hladnim dimom graba, jasena ili bukve, tijekom nekoliko tjedana, što ujedno predstavlja i proces sušenja. Nastavak sušenja i zrenja odvija se u zrioni, a stupanj zrelosti se postiže najmanje 150 dana nakon nadjevanja ili duže.

Sirovina za proizvodnju **Baranjskog kulena** su krmače ili teško utovljene svinje. Meso buta, leđnog mišića i plećke te masnog tkiva se temperira, usitnjava i miješa sa začinima. Slijedi punjenje u svinjska slijepa crijeva koja se podvezuju i idu u prostor za fermentaciju. Nakon 24-satnog kondicioniranja započinje fermentacija tijekom koje se aplicira i hladan dim, a ta faza traje najmanje 7 dana. Nakon završene fermentacije i hladnog dimljenja slijedi zrenje u odgovarajućoj mikroklimi, najmanje 3 mjeseca.

Sirovine za **Slavonsku kobasicu** čine 70 % svinjskog mesa II i III kategorije i 30 % čvrstog masnog tkiva koji se ohlađeni usitnjavaju, miješaju sa soli i začinima, te se homogenizirani nadjev puni u očišćena i ocijedena tanka svinjska crijeva dužine minimalno 70 cm. Slijedi 24-satno kondicioniranje te dimljenje hladnim dimom jasena, graba ili bukve, najduže do 14 dana. Nastavak procesa sušenja i zrenja provodi se u zatamnjenim komorama za zrenje u trajanju od najmanje 45 dana od trenutka nadjevanja.

Na shemama 1 – 6 prikazane su faze proizvodnje spomenutih tradicionalnih mesnih proizvoda definirane u njihovim proizvođačkim specifikacijama.

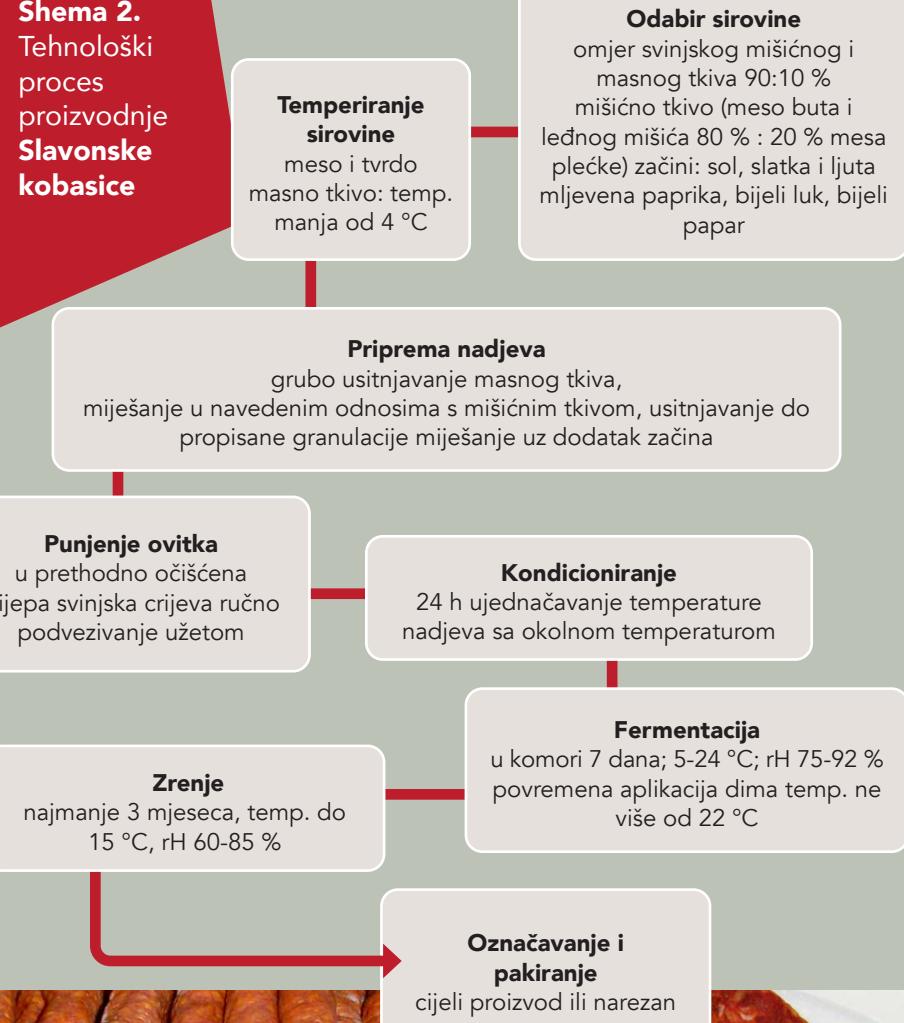
**Shema 1.**  
Tehnološki proces proizvodnje **Dalmatinske pancete**



12



**Shema 2.**  
Tehnološki proces proizvodnje **Slavonske kobasicice**



**Odabir sirovine**  
omjer svinjskog mišićnog i masnog tkiva 90:10 % mišićno tkivo (meso buta i leđnog mišića 80 % : 20 % mesa plećke) začini: sol, slatka i ljuta mljevena paprika, bijeli luk, bijeli papar

13

**Shema 3.**  
Tehnološki  
proces  
proizvodnje  
**Baranjskog  
kulena**

**Temperiranje  
sirovine**  
meso i tvrdo  
masno tkivo: temp.  
manja od 4 °C

**Odabir sirovine**  
omjer svinjskog mišićnog i masnog  
tkiva 90:10 % mišićno tkivo (meso  
buta i leđnog mišića 80 % : 20 %  
mesa plećke) začini: sol, slatka i  
ljuta mljevena paprika, bijeli luk,  
bijeli papar

**Priprema nadjeva**  
grubo usitnjavanje masnog tkiva,  
miješanje u navedenim odnosima s mišićnim tkivom,  
usitnjavanje do propisane granulacije miješanje uz dodatak začina

**Punjjenje ovitka**  
u prethodno očišćena slijepa  
svinjska crijeva  
ručno podvezivanje užetom

**Kondicioniranje**  
24 h ujednačavanje temperature  
nadjeva sa okolnom temperaturom

**Zrenje**  
najmanje 3 mjeseca, temp. do  
15 °C, rH 60-85 %

**Fermentacija**  
u komori 7 dana; 5-24 °C; rH 75-92 %  
povremena aplikacija dima temp. ne  
više od 22 °C

**Označavanje i  
pakiranje**  
cijeli proizvod ili narezan



**Shema 4.**  
Tehnološki  
proces  
proizvodnje  
**Slavonskog  
kulena**

**Odabir sirovine**  
omjer svinjskog mišićnog i masnog  
tkiva 90:10 %  
mišićno tkivo li, II i III kategorije  
kuhinjska sol; začini: slatka i ljuta  
crvena začinska paprika i češnjak

**Priprema nadjeva**  
usitnjavanje ocijedenog i ohlađenog mesa zajedno sa slaninom kroz  
rezne ploče promjera rupa 6-12 mm  
miješanje sa soli i začinima

**Punjjenje ovitka**  
u prethodno očišćena slijepa  
svinjska crijeva

**Dimljenje**  
blago, hladnim dimom drva ili  
piljevine graba, jasena ili bukve prvih  
nekoliko tjedana

**Zrenje**  
u zrioni, najmanje 150 dana nakon  
nadjevanja ili duže, ovisno o  
veličini kulena

**Sušenje**  
u pušnici do porasta vanjske  
temperature zraka u proljeće

**Označavanje i pakiranje**  
cijeli proizvod ili narezan



**Shema 5.**  
Tehnološki  
proces  
proizvodnje  
**Istarskog  
pršuta**

**Oblikovanje buta**  
obrada sa zdjeličnim kostima,  
skidanje kože i potkožnog masnog  
tkiva do visine 10-15 cm od  
skočnog zgloba,  
masa obrađenog buta min. 13 kg

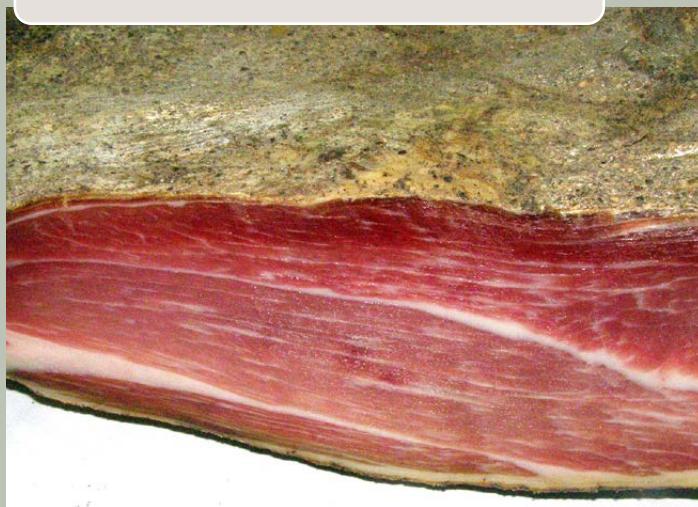
**Soljenje**  
suho salamurenje buta, ručno,  
morska sol i začini (mljeveni crni papar, češnjak, lovor i ružmarin  
temp. prostorije 0-6 °C

**Prešanje**  
7 dana; 0-6 °C;

**Zrenje**  
12 mjeseci; temp do 19 °C,  
rH do 90 %

**Sušenje**  
minimalno 3 mjeseca

**Označavanje, pakiranje i stavljanje na tržiste**  
vrući žig na kožu ispod skočnog zgloba;  
cijeli proizvod ili narezan



**Shema 6.**  
Tehnološki  
proces  
proizvodnje  
**Dalmatinskog  
pršuta**

**Oblikovanje buta**  
bez zdjelične, bočne, sjedne,  
preponske i križne kosti,  
s kožom i potkožnim masnim  
tkivom, masa obrađenog buta  
min. 11 kg

**Soljenje**  
ručno, morska sol, bez začina  
temp. prostorije 2-6 °C; rH>80 %

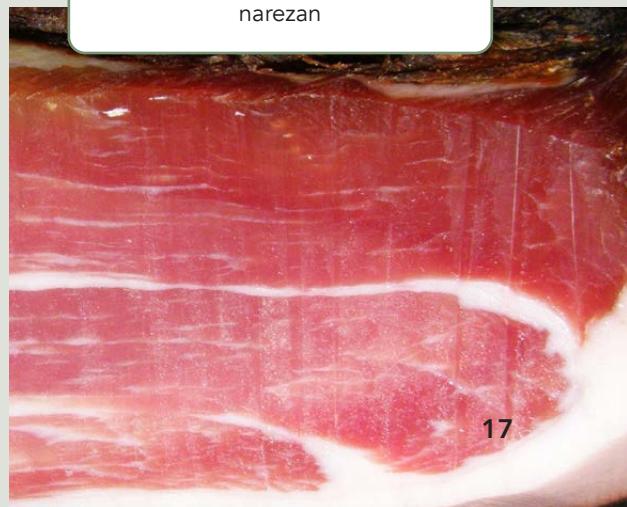
**Odležavanje**  
2x po 7-10 dana;  
2-6 °C; rH >80 %

**Dimljenje i sušenje**  
hladni dim dobiven izgaranjem drva ili  
piljevine bukve, hrasta ili graba  
temp. prostorije za dimljenje do 22 °C,  
do 45 dana

**Prešanje**  
7-10 dana; 2-6 °C;  
rH > 80 %  
ispiranje vodom i cijedenje

**Zrenje**  
12 mjeseci; temp do  
20 °C, rH ispod 90 %

**Označavanje, pakiranje i  
stavljanje na tržiste**  
vrući žig; cijeli proizvod ili  
narezan



# POVRŠINSKE PLIJESNI

## Pozitivno i negativno djelovanje

Tijekom procesa zrenja površinu trajnih TMP obrastaju plijesni čije su spore najčešće podrijetlom iz okoliša u kojem su smještene komore za zrenje, a intenzitetu obrastanja proizvoda površinskim plijesnim doprinosi dugotrajnost procesa zrenja te uglavnom nekontrolirani uvjeti proizvodnje na poljoprivrednim gospodarstvima. Poznato je da površinu TMP obrastaju plijesni primarno iz rođova *Penicillium* i *Aspergillus*. Među njima *Penicillium*, zbog svoje velike prevalencije u proizvodnom okolišu, ima najznačajniju pojavnost na površini trajnih mesnih proizvoda.

Istraživanjima je utvrđeno pozitivno djelovanje površinskih plijesnih na kvalitetu proizvoda, kao rezultat aktivnog sudjelovanja njihovih enzima u procesima fermentacije i zrenja, bilo samostalno ili u sinergiji s enzimima iz nadjeva što doprinosi razvoju specifičnog mirisa i okusa proizvoda. Osim toga, površinske plijesne djeluju na način da zadržavaju vlagu, čime se sprječava površinsko isušivanje proizvoda i stvaranje kore koaguliranih proteina, te umanjuju djelovanje sunčevih zraka i blijeđenje boje u unutrašnjosti proizvoda. Stoga se u industrijskoj proizvodnji koriste starter kulture s poželjnim vrstama plijesni, npr. *P. chrysogenum*, *P. nalgiovense* i *P. aurantiogriseum*.

Međutim, literaturni podaci pokazuju da su pojedine plijesni, npr. *Penicillium commune* i *Penicillium solitum*, česti uzročnici nepoželjnog okusa i mirisa proizvoda, te da uz druge plijesne mogu biti i uzročnici kontaminacije proizvoda toksičnim spojevima mikotoksinima, koje plijesni pri određenim uvjetima mogu producirati kao svoje sekundarne metabolite.

## Plijesni producenti mikotoksina

Među najpoznatijim i najviše istraženim mikotoksinima kao metabolitima plijesni iz rođova *Aspergillus* i *Penicillium* su različiti aflatokksini i OTA (tablica 1), koji ujedno predstavljaju i najtoksičnije mikotoksine. Podaci

o vrstama plijesni koje obrastaju površinu TMP i produciraju mikotoksine u ovisnosti o brojnim čimbenicima su nedostatni te su stoga predmet ovog istraživanja.

Tablica 1.

Vrstе plijesni koje u optimalnim uvjetima produciraju aflatokksine i okratoksin A

Rod	Vrsta	Mikotoksin
Aspergillus	<i>Aspergillus flavus</i>	AFB1, AFB2, AFG1, AFG2 OTA
	<i>Aspergillus nomius</i>	
	<i>Aspergillus parasiticus</i>	
	<i>Aspergillus ochraceus</i>	
	<i>Aspergillus westerdijkiae</i>	
	<i>Aspergillus carbonarius</i>	
	<i>Aspergillus niger</i>	
Penicillium	<i>Penicillium nordicum</i>	
	<i>Penicillium verrucosum</i>	

Površinu trajnih mesnih proizvoda uobičajeno obrastaju plijesni producenti mikotoksina iz roda *Penicillium* i *Aspergillus*. Njihova pojavnost varira u ovisnosti o brojnim čimbenicima utjecaja, primarno okolišnim, te se stoga razlikuje po geografskim područjima odnosno regijama neke zemlje. U hladnijim zemljopisnim regijama zastupljene su uglavnom plijesni producenti mikotoksina iz rođova *Penicillium*, najčešće *Penicillium verrucosum* i *Penicillium nordicum*, dok su rođovi *Aspergillus*, najčešće *Aspergillus ochraceus*, karakteristični za toplija klimatska područja. Stoga je neupitno važno identificirati uz rod i vrstu plijesni koje produciraju mikotoksine te ispitati čimbenike utjecaja, kao što su klimatski faktori (temperatura, padaline, količina CO<sub>2</sub>) pri kojima dolazi do njihove produkcije.

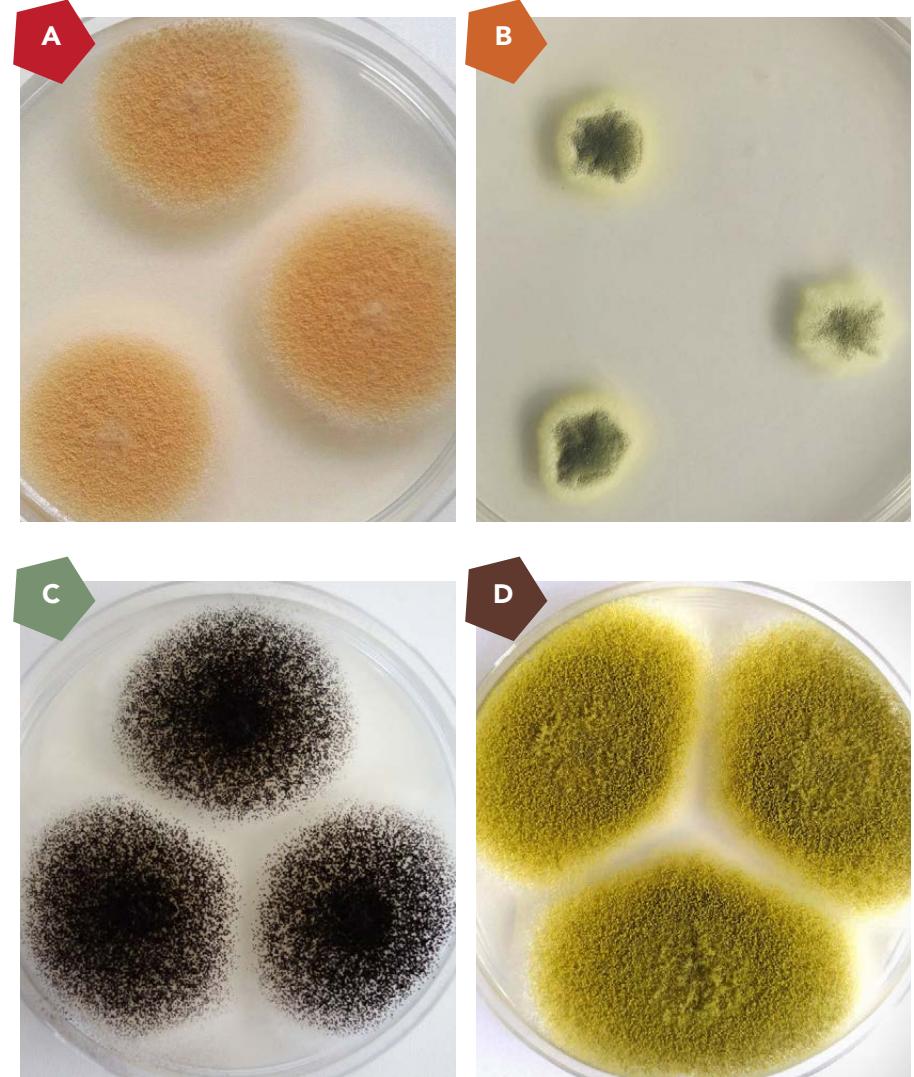
AFB1 najčešće produciraju pljesni iz roda *Aspergillus* i to *Aspergillus flavus* i *Aspergillus parasiticus*, a OTA različite vrste pljesni iz rodova *Aspergillus* i *Penicillium* (slike 2 i 3). Dok OTA najviše producira *Aspergillus ochraceus*, a CIT *Penicillium citrinum*, *Penicillium verrucosum* je producent ova navedena mikotoksina. Sterigmatocistin produciraju različite vrste pljesni iz roda *Aspergillus*, od kojih najviše *Aspergillus versicolor*.

Brojna istraživanja su pokazala da površinske pljesni pod određenim uvjetima proizvodnje, i to temperature, pH vrijednosti, aktiviteta vode, oštećenja ovitka, prisutnosti ili neprisutnosti kože (pršuti) ili pukotina, kao i pohrane, te nedostatnog pranja i četkanja površine TMP, odnosno nekontroliranog rasta pljesni, produciraju mikotoksine. Prisutnost toksikotvornih pljesni na površini TMP ne znači nužno i pojavnost mikotoksina, budući da se produkcija odvija samo u optimalnim uvjetima. Neki od važnih uvjeta pod kojima toksikotvorne pljesni proizvode mikotoksine na površini suhomesnatih proizvoda su aktivitet vode i temperatura, a prikazani su u tablici 2.

**Tablica 2.**

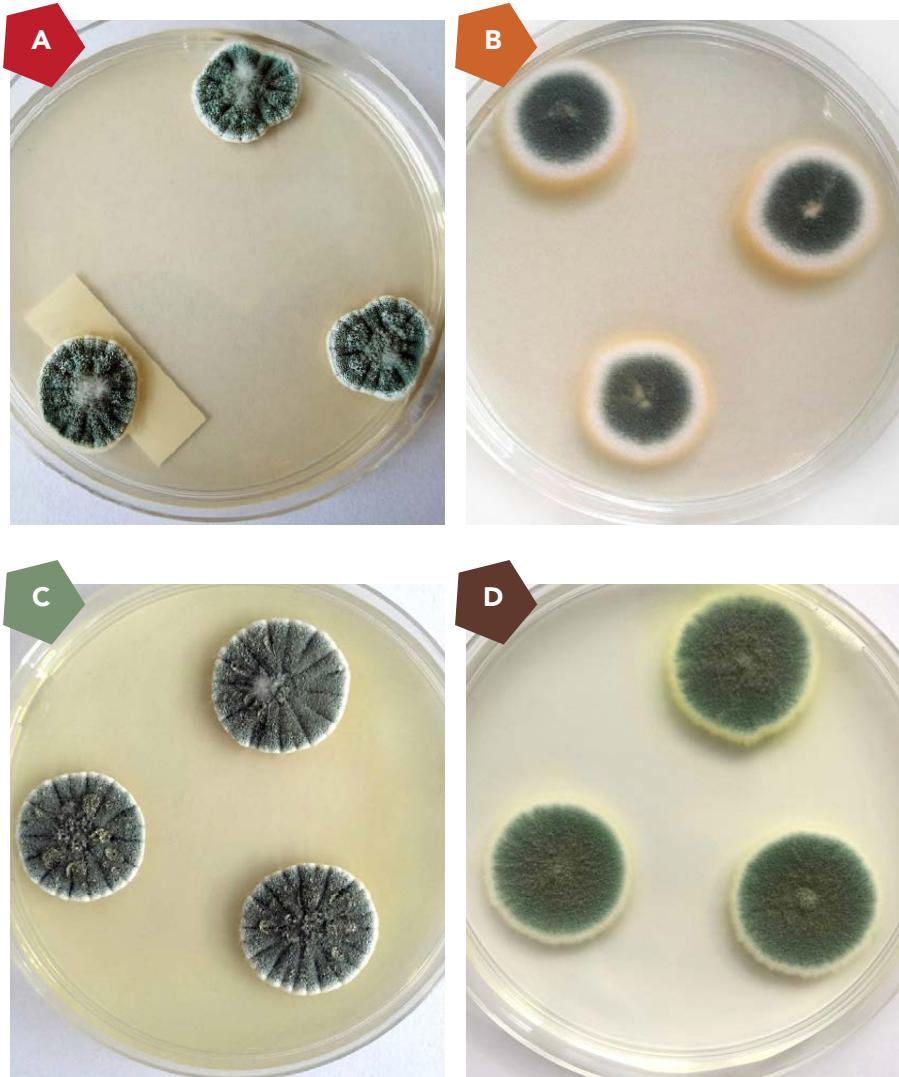
Aktivitet vode (aw) i temperatura (T) na kojima određene pljesni proizvode mikotoksine na površini suhomesnatih proizvoda

Vrsta pljesni	Mikotoksin	aw (raspon)	T / °C (raspon)
<i>Aspergillus flavus</i>	AFB1	≥ 0,84; ≥ 0,80	12 – 35
<i>Aspergillus parasiticus</i>	AFB1	≥ 0,84	12 - 35
<i>Aspergillus ochraceus</i>	OTA	≥ 0,87	12 - 35
<i>Penicillium verrucosum</i>	OTA	≥ 0,85	2 - 34
<i>Penicillium nordicum</i>	OTA	-	15 - 30
<i>Penicillium commune</i>	CPA	≥ 0,90	12 - 30



**Slika 2.**

Najznačajnije pljesni producenti mikotoksina iz roda *Aspergillus*: A) *A. ochraceus*; B) *A. versicolor*; C) *A. niger* D) *A. flavus*



**Slika 3.**

Najznačajnije pljesni producenti mikotoksina iz roda *Penicillium*: A) *P. nordicum*; B) *P. commune*; C) *P. verrucosum*; D) *P. citrinum*

# MIKOTOKSINI

## Svojstva i pojavnost

Mikotoksini predstavljaju stabilne kemijske spojeve u pravilu otporne na povišenu temperaturu, a njihova biosinteza ovisi o vrsti toksikotvorne pljesni, klimatskim i okolišnim uvjetima te fizikalno-kemijskim čimbenicima, uključujući temperaturu ( $T = -5 - 60^{\circ}\text{C}$ ), sadržaj vode u namirnici ( $w \geq 13\%$ ), aktivitet vode ( $aw > 0,65$ ), kiselost ( $\text{pH} = 3 - 9$ ) te koncentraciju plinova u atmosferi i sastav namirnice. Razlikuju se po kemijskoj strukturi, mehanizmu djelovanja i toksičnosti.

Mikotoksini mogu prouzročiti brojne toksične učinke u ljudi i životinja, tzv. mikotoksikoze, a njihovo djelovanje ovisi o toksičnosti mikotoksina, opsegu izloženosti, dobi i fizičkom stanju organizma te mogućim sinergističkim učincima više različitih mikotoksina u organizmu. Mikotoksikoze su najčešće uzrokovane konzumiranjem hrane kontaminirane mikotoksinima, a u manjoj mjeri mogu se javiti i nakon udisanja ili njihova unosa preko kože u organizam. Primarno se pojavljuju u zemljama lošeg socijalno-ekonomskog stanja i poljoprivredno-veterinarskog standarda i to u svim fazama proizvodnje hrane i hrane za životinje. Bolesti koje mikotoksini mogu izazvati kod ljudi imaju hepatotoksično, nefrotoksično, karcinogeno, dermonekrotično, neurotoksično i imunosupresijsko djelovanje, a neki djeluju teratogeno i/ili genotoksično.

Različite vrste mikotoksina pronalazi se u velikom broju različitih prehrabnenih proizvoda namijenjenih ljudskoj konzumaciji, a pritom njihov glavni izvor predstavljaju žitarice i proizvodi na bazi žitarica te proizvodi životinjskog podrijetla. Osim hrane biljnog podrijetla, unos mikotoksina u organizam pridonose i proizvodi životinjskog podrijetla, primarno meso i mesni proizvodi.

Među njima, AFB1 i OTA općenito imaju najveći javnozdravstveni značaj. AFB1 je najpotentniji karcinogen jetre u sisavaca te je klasificiran od strane Međunarodne agencije za istraživanje raka (IARC) u grupu 1, dokazanih ljudskih karcinogena, a STC predstavlja karcinogeni prekursor AFB1 te dijeli svoj put biosinteze sa aflatoksinima. OTA pripada skupini

2B, mogućih ljudskih karcinogena, a poznata je i zajednička pojavnost OTA i CIT u različitim vrstama namirnica. Međutim, za veliki broj mikotoksina istraživanja još uvijek nisu provedena, čime nisu ni definirane njihove NDK putem zakonodavstva, što se primarno odnosi na meso i mesne proizvode.

## Izvori kontaminacije mesa i mesnih proizvoda

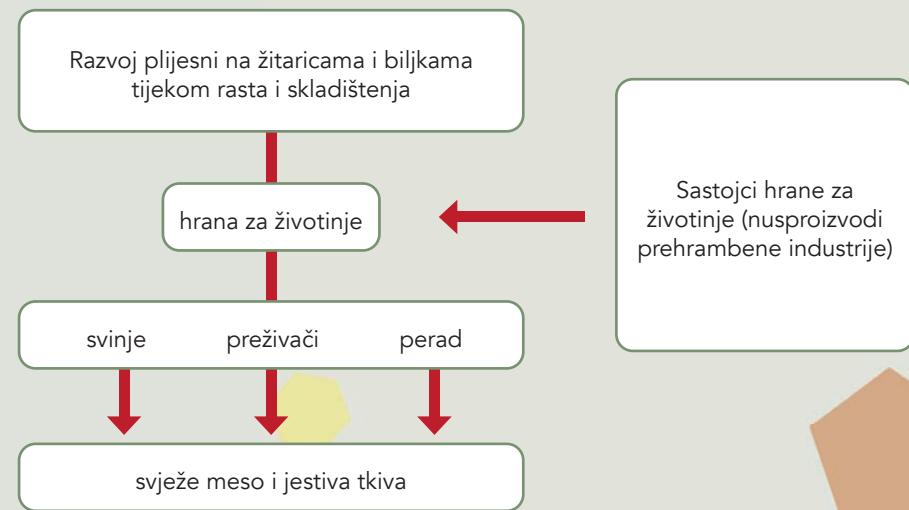
Dosadašnja istraživanja o mikotoksinima u mesnim proizvodima uglavnom su usmjereni na AFB1 i OTA dok su spoznaje o pojavnosti CIT, STC i CPA općenito nedostatne, a poznato je da i ovi mikotoksini mogu biti prisutni u mesnim proizvodima i dokazano su toksični. Utvrđeno je da OTA predstavlja dominantni kontaminant mesnih proizvoda, dok se AFB1 pojavljuje s manjom učestalošću i u manjim koncentracijama. Ujedno, za njihovo ispitivanje u mesnim proizvodima ranije nisu bile razvijene ni dovoljno osjetljive i specifične analitičke metode, a pojedina istraživanja u svijetu ističu moguću pojavnost upravo tih mikotoksina u TMP u značajnim koncentracijama.

Pojavnost mikotoksina može biti posljedica kontaminirane stočne hrane - *carry over effect* (neizravni put kontaminacije) te začina koji se koriste u njihovoj proizvodnji i/ili površinskih pljesni koje ih u optimalnim uvjetima mogu producirati mikotoksine (izravni put kontaminacije). Izvor kontaminacije mesa i mesnih proizvoda s mikotoksinima prikazani su na shemama 7 i 8.

## Neizravni put kontaminacije

Kontaminacija mesnih proizvoda može biti posljedica neizravnog prijenosa mikotoksina od domaćih životinja koje se koriste za proizvodnju hrane životinjskog podrijetla, izloženih kontaminiranim krmivima i krmnim smjesama (*carry over efekt*) (slika 4). OTA je u najvećim koncentracijama prisutan u mesnim proizvodima dobivenih iz kontaminiranih sirovina kao posljedice prirodne kontaminacije krmnih smjesa korištenih tijekom hranidbe životinja za proizvodnju mesa. Raspodjela OTA u tkivima pokazuje da se

**Shema 7.**  
Izvori kontaminacije mesa mikotoksinima



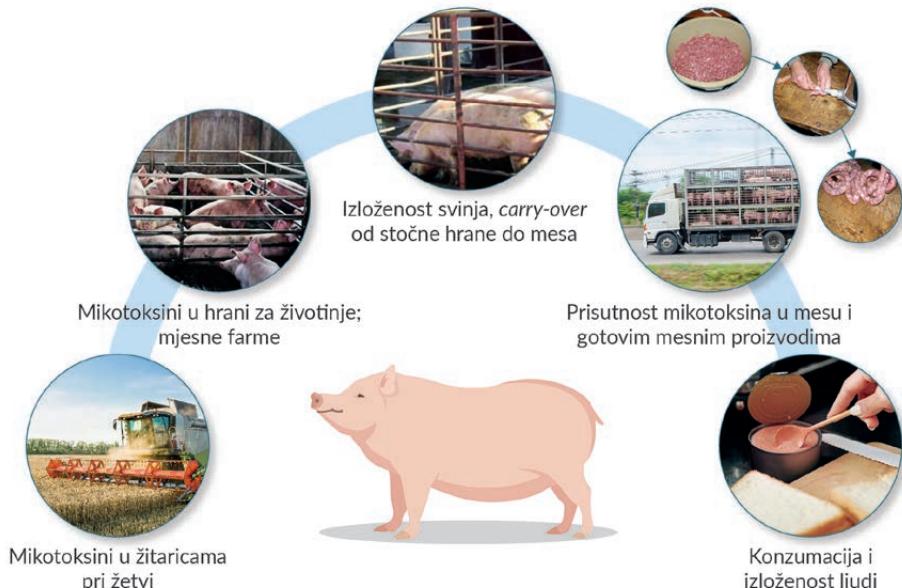
**Shema 8.**  
Izvori kontaminacije mesnih proizvoda mikotoksinima



njegova koncentracija smanjuje ovim slijedom:

bubreg → pluća → jetra → slezena → mišićno tkivo → masno tkivo  
→ srce → mozak.

Najviše OTA stoga sadrže mesni proizvodi na bazi iznutrica, kao što su krvavice, jetrenjače i paštete te trajni mesni proizvodi u kojima su detektirane značajne razine OTA kao posljedica neizravne kontaminacije.



Slika 4. Neizravni put kontaminacije mesa i mesnih proizvoda mikotoksinima (izvor: Pleadin i sur., 2021.)

## Izravni put kontaminacije

Po pitanju TMP iz skupine trajnih suhomesnatih proizvoda i fermentiranih kobasica najčešća je izravna kontaminacija mikotoksinima kao posljedica produkcije toksikotornih plijesni koje se mogu nalaziti na njihovoj površini. Stoga je osim razine kontaminacije mikotoksinima, u slučaju TMP

za čiju je proizvodnju karakteristično obrastanje plijesnima, neupitno važno identificirati i vrstu plijesni koje ih produciraju te ispitati čimbenike utjecaja, kao što su klimatski faktori, pri kojima dolazi do njihove produkcije. Izravni put kontaminacije mesnih proizvoda mogu prouzročiti i različiti začini odnosno mješavine začina koje se koriste u njihovoj proizvodnji (slika 5).



Slika 5. Začini kao izvor kontaminacije mesnih proizvoda mikotoksinima (izvor: Pleadin i sur., 2021.)

# Razina kontaminacije mesnih proizvoda

Ranija istraživanja dokazala su da tehnološke operacije pri proizvodnji TMP, kao što su termička obrada, soljenje, sušenje i zrenje, te skladištenje, nemaju značajan utjecaj na smanjenje količine ovih toksina u finalnim proizvodima. Diljem svijeta dokazana je pojavnost mikotoksina u mesnim proizvodima, ali razlog kontaminacije uglavnom nije bio utvrđen. Ispitivanja se primarno odnose na AFT i OTA, kao mikotoksine od najvećeg javnozdravstvenog značaja. U pojedinim uzorcima mesnih proizvoda određena je vrlo visoka razina kontaminacije, primarno OTA (tablica 3).

**Tablica 3.** Pojavnost mikotoksina utvrđena u mesnim proizvodima u različitim zemljama svijeta

Proizvod	Mikotoksin	Broj uzoraka	% pozitivnih uzoraka	Raspont ( $\mu\text{g}/\text{kg}$ )	Zemlja	
Govedji ručak, hamburger i kobasice	AFT	150	0,6	2 - 7	Egipat	
		50	14	11,1	Egipat	
		10	0	< LOD	Španjolska	
		25	100	0,47 - 9	Egipat	
Krvavice	OTA	620	77	3,2	Njemačka	
Jetrenjače		620	68	5	Njemačka	
Kobasice		100	45	7-8	Italija	
Parma pršut		10	0	< LOD-LOQ	Španjolska	
Iberijski pršut		22	4	56 - 158	Danska	
		20	15	2 - 160	Španjolska	
		20	25	> 15	Španjolska	
		45	13	1,9 - 6,3	Španjolska	
Govedji ručak		25	100	0,56 – 8,5	Egipat	
Govedji burger		25	100	2,7 – 7,6	Egipat	

# Pojavnost u hrvatskim TMP

U istraživanjima pojavnosti mikotoksina u TMP s hrvatskog tržišta ranije je dokazana prisutnost AFB1 i OTA (tablica 4). Istraživanja pojavnosti ovih mikotoksina, provedena u prethodnom desetljeću na većem broju različitih vrsta trajnih i polutrajnih TMP dostupnih na tržištu, ukazala su na količine OTA u TMP i do 10  $\mu\text{g}/\text{kg}$ . Nakon tretmana svinja tijekom tova krmivom kontaminiranim OTA, utvrđen je značajan prijenos ovog mikotoksina iz hrane za životinje u sirovine uzorkovane od izloženih životinja, primarno u iznutrice, ali i meso (prve i druge kategorije) te posljedično i u gotove mesne proizvode, kao što su kulen, domaća kobasica, panceta i ostale vrste trajnih kobasicu i suhomesnatih proizvoda koji se učestalo proizvode na obiteljskim poljoprivrednim gospodarstvima u Hrvatskoj.

Rezultati su pokazali da subkronična izloženost svinja dovodi do kumulacije OTA u tkivima koja predstavljaju sirovine za proizvodnju mesnih proizvoda, te je stoga razina onečišćenja gotovih proizvoda ovim mikotoksinom u izravnoj poveznici s količinom OTA u sirovinama koje se koriste za njihovu proizvodnju. Iako se kontaminacija TMP s AFB1 u našim dosadašnjim istraživanjima pokazala zanemarivom, treba imati na umu da je 2012. - 2013. godine u Hrvatskoj određena izrazito visoka kontaminacija kukuruza i krmnih smjesa upravo ovim mikotoksinom, što je moglo pridonijeti i značajnoj kontaminaciji mesnih proizvoda. Međutim, daljnja istraživanja koja bi se odnosila na prijenos AFB1 u lancu proizvodnje od hrane za životinje do hrvatskih TMP putem carry over efekta nisu provedena.

Također, najveća vrijednost OTA u Slavonskom kulenu sa oštećenim ovitkom iznosila je 17  $\mu\text{g}/\text{kg}$  te je utvrđeno da njegovo oštećenje može prouzročiti značajnu kontaminaciju proizvoda, temeljem difuzije ovih mikotoksina s površine proizvoda u njegovu unutrašnjost. Pritom dubina do koje mikotoksi prodiru u meso i mesne proizvode, te ih posljedično kontaminiraju, ovisi o sposobnosti prodiranja micelija vrste koja ga producira te sposobnosti mikotoksina da migrira u određeni proizvod. Difuzija mikotoksina u mesne proizvode također ovisi i o kemijskim svojstvima mikotoksina, kao što su polaritet i naboj, te kemijskim i fizikalnim svojstvima mesnih proizvoda, kao što su raspodjela vode i masti te pH vrijednost.

**Tablica 4.** Pojavnost mikotoksina u hrvatskim trajnim mesnim proizvodima utvrđena u ranijim istraživanjima

Proizvod	Mikotoksin	Broj uzoraka	% pozitivnih uzoraka	Raspon (µg/kg)
Fermentirani mesni proizvodi	OTA	90	64,44	1,23 - 7,83
	CIT		4,44	1,0 - 1,3
	AFB <sub>1</sub>		10	1,0 - 3,0
Različiti TMP	AFB <sub>1</sub>	410	do 11,1	do 1,69
	OTA		do 20,0	do 9,95
	AFB <sub>1</sub>	160	8	do 1,92
	OTA		14	do 6,86
Trajne fermentirane kobasicice	OTA	88	14,8	do 0,48
	CPA	47	14,9	2,55 - 59,80

## Zakonodavni okvir

Najveće dopuštene količine u EU za mikotoksine u različitim vrstama namirnica propisane su za aflatoksine, Uredbom Komisije br. 1881/2006 te dodatno Uredbom Komisije br. 165/2010, posebno za AFB1 i AFT. Međutim, navedene Uredbe ne propisuju NDK vrijednosti ovih mikotoksina u mesu i mesnim proizvodima. NDK za OTA u hrani također su definirane Uredbom 1881/2006, međutim, ona ne propisuje ni NDK za OTA u mesu i proizvodima od mesa. Ipak, pojedine zemlje Europske unije, npr. Italija i Danska, u okviru nacionalnog zakonodavstva, za ovu skupinu proizvoda (meso, mesne proizvode i iznutrice) imaju propisanu NDK vrijednost od 1 µg/kg.

U Hrvatskoj nacionalno zakonodavstvo u ovom području nije doneseno, ali proizvođači trebaju biti svjesni mogućnosti kontaminacije TMP te trebaju provoditi sustavnu kontrolu mikotoksina u okviru HACCP sustava. Slanjem uzoraka u ovlaštene laboratorije, koji trebaju koristiti osjetljive i validirane analitičke metode za ovakve proizvode, potrebno je ispitati moguću pojavnost AFB1 i OTA u gotovim proizvodima.

## Prevencija kontaminacije

- Sirovine koje se koriste u proizvodnji TMP trebaju biti kontroliranog podrijetla, odnosno trebaju biti analizirane na prisustvo mikotoksina još u fazi proizvodnje, dakle, od faze berbe tj. žetve žitarica i začina na polju do faze skladištenja te na farmama (krmiva i krmne smjese koje se koriste u hranidbi životinja za proizvodnju mesa).
- Na seoskim domaćinstvima u Hrvatskoj koja proizvode TMP često su prisutni nekontrolirani uvjeti proizvodnje, što rezultira značajnim utjecajem vanjskih čimbenika na pojavnost površinske pljesnisi, odnosno uvjetima koji su pogodni za nastanak toksikotornih pljesnisi i kontaminaciju TMP mikotoksinima.
- Kako bi se spriječila pojavnost mikotoksina u trajnim TMP ključni čimbenici su kontrola i prevencija rasta toksikotornih pljesnisi. Budući da je aktivnost pljesni ključna za senzorska svojstva ovih proizvoda, njihovu pojavnost tijekom faze zrenja proizvoda treba dozvoliti, ali njihov prekomjerni rast je potrebno učinkovito kontrolirati odnosno spriječiti.
- Budući da aw supstrata utječe na sposobnost produkcije mikotoksina od strane pljesnisi, njihovu produkciju moguće je spriječiti kontrolom ovog parametra u postupku proizvodnje, uz podešavanje temperature sušenja i zrenja. Primjerice, značajno veća produkcija mikotoksina utvrđena je pri aw 0,99 u usporedbi sa 0,97 i 0,95.
- Pljesni s površine proizvoda je potrebno kontinuirano uklanjati tijekom procesa zrenja, postupcima četkanja i pranja, u cilju sprječavanja prekomjerne pljesnivosti površine proizvoda. Brojni istraživači predlažu prvotno četkanje, a potom pranje površine trajnih kobasicica, kako bi se smanjila koncentracija mikotoksina te na taj način eliminirala potencijalna opasnost za zdravje potrošača.
- Uobičajeno je i da se rižino brašno rasprši po površini zrelih kobasicica nakon uklanjanja sloja pljesni četkanjem, pranjem ili propuhivanjem s zrakom pod pritiskom.

Kako bi se spriječila prekomjerna pljesnivost površine proizvoda tijekom procesa zrenja, neophodno je osigurati razmak među proizvodima kako se proizvodi ne bi dodirivali, a čime se osigurava nesmetano strujanje zraka.

Zrenje proizvoda potrebno je provoditi u komorama za zrenje opremljenim biološkim mikrofilterima za dovod svježeg zraka, površine komore za zrenje neophodno je prethodno (prije unosa i faze zrenja) premazati fungicidnim premazima, a na ulazu u komoru za zrenje potrebno je osigurati tlačnu barjeru koja sprječava ulaz vanjskog zraka u komoru.



## LITERATURA

- Abrunhosa, L., R.R. Paterson, A. Venâncio (2010):** Biodegradation of ochratoxin A for food and feed decontamination. *Toxins* 2, 1078-1099.
- Alapont, C., M.C. López-Mendoza, J.V. Gil, P.V. Martínez-Culebras (2014):** Mycobiota and toxigenic *Penicillium* species on two Spanish dry-cured ham manufacturing plants. *Food Additives and Contaminants: Part A* 31, 93-104.
- Amézqueta, S., G.E. Peñas, M.M. Arbizu, A.L. De Certain (2009):** Ochratoxin A decontamination: A review. *Food Control* 20, 326-333.
- Andersen, S.J. (1995):** Compositional changes in surface mycoflora during ripening of naturally fermented sausages. *Journal of Food Protection*, 58, 426-429.
- Andrade, M.J., L. Thorsen, A. Rodríguez, J.J. Córdoba, L. Jespersen (2014):** Inhibition of ochratoxigenic moulds by *Debaryomyces hansenii* strains for biopreservation of dry-cured meat products. *International Journal of Food Microbiology* 170, 70-77.
- Asefa, D.T., C.F. Kure, R.O. Gjerde, S. Langsrud, M.K. Omer, T. Nesbakken, I. Skaar (2011):** A HACCP plan for mycotoxicogenic hazards associated with dry-cured meat production processes. *Food Control* 22, 831-837.
- Bailly, J.D., P. Guerre (2009):** Mycotoxins in meat and processed meat products. U: F. Toldrá (ed.), *Food microbiology and food safety - Safety of meat and processed meat*, (pp. 83-124). New York: Springer.
- Bbosa, G.S., D. Kitya, J. Odda, J. Ogwal-Okeng (2013):** Aflatoxins metabolism, effects on epigenetic mechanisms and their role in carcinogenesis. *Health* 5, 14-34.
- Bernáldez, V., J.J. Córdoba, M. Rodríguez, M. Cordero, L. Polo, A. Rodríguez (2013):** Effect of *Penicillium nalgiovense* as protective culture in processing of dry-fermented sausage "salchichón". *Food Control* 32, 69-76.
- Bertuzzi, T., A. Gualla, M. Morlacchini, A. Pietri (2013):** Direct and indirect contamination with ochratoxin A of ripened pork products. *Food Control* 34, 79-83.
- Bruna, J. M., Hierro, E. M., de la Hoz, L., Mottram, D. S., Fernández, M., & Ordóñez, J. A. (2003):** Changes in selected biochemical and sensory parameters as affected by the superficial inoculation of *Penicillium camemberti* on dry fermented sausages. *International Journal of Food Microbiology* 85, 111-125.
- Bullerman, L.B., A. Bianchini (2007):** Stability of mycotoxins during food processing. *International Journal of Food Microbiology* 119, 140-146.

- CAST (2003):** Mycotoxins: Risks in Plant, Animal, and Human Systems. Ames, Iowa, USA: Council for Agricultural Sciences and Technology.
- Cleveland, T.E., J. Yu, N. Fedorova, D. Bhatnagar, G.A. Payne, W.C. Nierman, J.W. Bennett (2009):** Potential of *Aspergillus flavus* genomics for applications in biotechnology. Trends in biotechnology 27, 151-157.
- Comi, G., L. Iacumin (2013):** Ecology of moulds during the pre-ripening and ripening of San Daniele dry cured ham. Food Research International 54, 1113-1119.
- Comi, G., S. Orlić, S. Redžepović, R. Urso, L. Iacumin (2004):** Moulds isolated from Istrian dried ham at the pre-ripening and ripening level. International Journal of Food Microbiology 96, 29-34.
- Dall'Asta, C., G. Galaverna, T. Bertuzzi, A. Moseriti, A. Pietri, A. Dossena, R. Marchelli (2010):** Occurrence of ochratoxin A in raw ham muscle, salami and dry-cured ham from pigs fed with contaminated diet. Food Chemistry 120, 978-983.
- Domijan, A.M., J. Pleadin, B. Mihaljević, N. Vahčić, J. Frece, K. Markov (2015):** Reduction of ochratoxin A in dry-cured meat products using gamma irradiation. Food Additives and Contaminants: Part A 32, 1185-1191.
- Duarte, S.C., A. Pena, C.M. Lino (2010):** Ochratoxin A in Portugal: A review to assess human exposure. Toxins 2, 1225-1249.
- El Khoury A., A. Atoui (2010):** Ochratoxin A: general overview and actual molecular status. Toxins 2, 461-493.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2007):** Opinion of the scientific panel on contaminants in the food chain on a request from the commission related to the potential increase of consumer health risk by a possible increase of the existing maximum levels for aflatoxins in almonds, hazelnuts and pistachios and derived products. Question N° EFSA-Q-2006-174. EFSA Journal 446, 1-127.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2012):** Scientific Opinion on the risks for public and animal health related to the presence of citrinin in food and feed. EFSA Journal 10, 2605.
- European Food Safety Authority (EFSA) (2013):** Scientific Opinion on the risk for public and animal health related to the presence of sterigmatocystin in food and feed. EFSA Journal 11, 3254.
- Frece, J., K. Markov, D. Kovačević (2010):** Determination of indigenous microbial populations, mycotoxins and characterization of potential starter cultures in Slavonian kulen. Meso 12, 92-99.
- Gareis, M., R. Scheuer (2000):** Ochratoxin A in meat and meat products. Archiv für Lebensmittelhygiene 51, 102-104.
- Geisen, R. (1996):** Multiplex Polymerase Chain Reaction for the detection of potential aflatoxin and sterigmatocystin producing fungi. Systematic and Applied Microbiology 19, 388-392.
- Hussein, H.S., J.M. Brasel (2001):** Toxicity, metabolism, and impact of mycotoxins on humans and animals. Toxicology 167, 101-134.
- Iacumin, L., L. Chiesa, D. Boscolo, M. Manzano, C. Cantoni, S. Orlić, G. Comi (2009):** Moulds and ochratoxin A on surfaces of artisanal and industrial dry sausages. Food Microbiology 26, 65-70.
- Iacumin, L., S. Milesi, S. Pirani, G. Comi, L.M. Chiesa (2011):** Ochratoxigenic mold and ochratoxin A in fermented sausages from different areas in Northern Italy: Occurrence, reduction or prevention with ozonated air. Journal of Food Safety 31, 538-545.
- International Agency for Research on Cancer (IARC) (1993):** Some naturally occurring substances: food items and constituents, heterocyclic aromatic amines and mycotoxins. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to humans, Vol. 56. Lyon, France: IARC Press.
- International Agency for Research on Cancer (IARC) (2002):** Aflatoxins. In some traditional herbal medicines, some mycotoxins, naphthalene and styrene. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans, Vol. 82. Lyon, France: IARC Press.
- International Agency for Research on Cancer (IARC) (2012):** Aflatoxins. IARC monographs. Vol. 100F. Lyon, France: IARC Press.
- Kőszegi T, M. Poór (2016):** Ochratoxin A: molecular interactions, mechanisms of toxicity and prevention at the molecular level. Toxins 8, 111.
- Kovačević D., J. Pleadin, K. Mastanjević, J. Frece (2014):** Opasnosti od površinske kontaminacije pljesnima u tradicionalnoj proizvodnji kulena. Meso 16, 162-168.
- Marin D.E., I. Tăranu, C. Tabuc, M. Burgehelea (2009):** Ochratoxin: nature, origin, metabolism and toxic effects in pigs. Archiva Zootechnica 12, 5-17.
- Markov, K., J. Pleadin, M. Bevardi, N. Vahčić, D. Sokolić-Mihalek, J. Frece (2013):** Natural occurrence of aflatoxin B1, ochratoxin A and citrinin in Croatian fermented meat products. Food Control 34, 312-317.
- Milićević, D.R., S. Stefanović, S. Janković, T. Radičević (2012):** Risk analysis and exposure assessment of Ochratoxin A in Serbia. Veterinary World 5, 412-416.
- Ministarstvo poljoprivrede (2014):** Specifikacija proizvoda „Baranjski kulen“ Oznaka zemljopisnog podrijetla (OZP). Dostupno na: [https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arkiva/datastore/filestore/102/Izmjenjena\\_Specifikacija\\_proizvoda\\_Baranjski\\_kulen.pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arkiva/datastore/filestore/102/Izmjenjena_Specifikacija_proizvoda_Baranjski_kulen.pdf)

- Ministarstvo poljoprivrede (2014):** Specifikacija proizvoda „Istarski pršut”/”Istrski pršut”. Oznaka izvornosti. Dostupno na: [https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arkiva/datastore/filestore/97/Izmijenjena\\_Specifikacija\\_proizvoda\\_Istarski\\_prsut-Istrski\\_prsut.pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arkiva/datastore/filestore/97/Izmijenjena_Specifikacija_proizvoda_Istarski_prsut-Istrski_prsut.pdf)
- Ministarstvo poljoprivrede (2014):** Specifikacija proizvoda „Slavonski kulen” / „Slavonski kulin” za zaštićenu oznaku zemljopisnog podrijetla. Dostupno na: [https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arkiva/datastore/filestore/101/Izmijenjena\\_Specifikacija\\_proizvoda\\_slavonski\\_kulen.pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/arkiva/datastore/filestore/101/Izmijenjena_Specifikacija_proizvoda_slavonski_kulen.pdf)
- Ministarstvo poljoprivrede (2015):** Specifikacija proizvoda „Dalmatinski pršut”. Oznaka zemljopisnog podrijetla (OZP). Dostupno na: <https://www.prsut-vostane.hr/hr/specifikacija-dalmatinski-prsut.pdf>
- Ministarstvo poljoprivrede (2019):** Specifikacija proizvoda „Dalmatinska panceta”. Oznaka zemljopisnog podrijetla. Dostupno na: [https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/hrana/proizvodi\\_u\\_postupku\\_zastite-zoi-zozp-zts/Specifikacija%20proizvoda%20Dalmatinska%20panceta%20202019..pdf](https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/hrana/proizvodi_u_postupku_zastite-zoi-zozp-zts/Specifikacija%20proizvoda%20Dalmatinska%20panceta%20202019..pdf)
- Ministarstvo poljoprivrede (2021):** Specifikacija proizvoda „Slavonska kobasica”. Zaštićena oznaka zemljopisnog podrijetla (ZOZP). Dostupno na: <https://poljoprivreda.gov.hr/UserDocsImages/dokumenti/hrana/zoi-zozp-zts/dokumenti-zoi-zozp-zts/SPECIFIKACIJA%20SLAVONSKA%20KOBASICA.pdf>
- Moss, M.O. (2002):** Mycotoxin review-1. *Aspergillus* and *Penicillium*. *Mycologist* 16, 116-119.
- Núñez, F., M.S. Lara, B. Peromingo, J. Delgado, L. Sanchez-Montero, M.J. Andrade (2015):** Selection and evaluation of *Debaryomyces hansenii* isolates as potential bioprotective agents against toxigenic penicillia in dryfermented sausages. *Food Microbiology* 46, 114-120.
- Ockerman, H.W., F.J. Céspedes Sánchez, F. León Crespo (2000):** Influence of molds on flavor quality of Spanish ham. *Journal of Muscle Foods* 11, 247-259.
- Perši, N., J. Pleadin, D. Kovačević, G. Scortichini, S. Milone (2014):** Ochratoxin A in raw materials and cooked meat products made from OTA-treated pigs. *Meat Science* 96, 203-210.
- Petrik, J., T. Žanić-Grubišić, K. Barišić, S. Pepeljnjak, B. Radić, Ž. Ferenčić, I. Čepelak (2003):** Apoptosis and oxidative stress induced by ochratoxin A in rat kidney. *Archives of toxicology* 77, 685-693.
- Petzinger, E., A. Weidenbach (2002):** Mycotoxin in feed chain: the role of ochratoxin. *Livestock Production Science* 76, 245-250.
- Pfohl-Leszkoowicz, A., R.A. Manderville (2007):** Ochratoxin A: An overview on toxicity and carcinogenicity in animals and humans. *Molecular nutrition & food research* 51, 61-99.
- Plavšić, D., D. Okanović, J. Gubić, Z. Nježić (2015):** Microbiological and chemical evaluation of dried smoked meat product. *Procedia Food Science* 5, 239-242.
- Pleadin, J., D. Kovačević, I. Perković (2015b):** Impact of casing damaging on aflatoxin B1 concentration during the ripening of dry-fermented sausages. *Journal of Immunoassay and Immunochemistry* 36, 655-666.
- Pleadin, J., D. Kovačević, N. Perši (2015c):** Ochratoxin A contamination of the autochthonous dry-cured meat product "Slavonski Kulen" during a six-month production process. *Food Control*, 57, 377-384.
- Pleadin, J., K. Markov, J. Frece, A. Vulić, N. Perši (2014b):** Bio-Prevalence, Determination and Reduction of Aflatoxin B1 in Cereals. U: A.G. Faulkner (ed.), *Aflatoxins: Food Sources, Occurrence and Toxicological Effects* (pp. 1-34). New York: Nova Science Publishers.
- Pleadin, J., M. Malenica Staver, N. Vahčić, D. Kovačević, S. Milone, L. Saftić, G. Scortichini (2015a):** Survey of aflatoxin B1 and ochratoxin A occurrence in traditional meat products coming from Croatian households and markets. *Food Control*, 52, 71-77.
- Pleadin, J., M. Zadravec, D. Brnić, I. Perković, M. Škrivanko, D. Kovačević (2017):** Moulds and mycotoxins detected in the regional speciality fermented sausage "slavonski kulen" during a 1-year production period. *Food Additives and Contaminants: Part A* 34, 282-290.
- Pleadin, J., M. Zadravec, T. Lešić, N., Vahčić, J., Frece, M., Mitak, K. Markov (2018b):** Co-occurrence of ochratoxin A and citrinin in unprocessed cereals established during a three-year investigation period. *Food Additives & Contaminants: Part B* 11, 20-25.
- Pleadin, J., N. Perši, D. Kovačević, A. Vulić, J. Frece, K. Markov (2014a):** Ochratoxin A reduction in meat sausages using processing methods practiced in households. *Food Additives & Contaminants: Part B* 7, 239-246.
- Pleadin, J., N. Perši, D. Kovačević, N. Vahčić, G. Scortichini, S. Milone (2013):** Ochratoxin A in traditional dry-cured meat products produced from subchronic-exposed pigs. *Food Additives and Contaminants: Part A* 30, 1827-1836.
- Pleadin, J., T. Lešić, D. Milićević, K. Markov, B. Šarkanj, N. Vahčić, I. Kmetić, M. Zadravec (2021):** Pathways of Mycotoxin Occurrence in Meat Products: A Review, Processes, 9, 1-14.
- Pleadin, J., V. Vasilj, D. Petrović (2018a):** Mikotoksini: pojavnost, prevencija i redukcija. Sveučilište u Mostaru, Mostar.
- Richard, J.L. (2007):** Some major mycotoxins and their mycotoxicoses – An overview. *International Journal of Food Microbiology* 119, 3-10.

- Ringot, D., A. Chango, Y.J. Schneider, Y. Larondelle (2006):** Toxicokinetics and toxicodynamics of ochratoxin A, an update. *Chimico-biological interactions* 159, 18-46.
- Rodríguez, A., D. Capela, Á. Medina, J.J. Córdoba, N. Magan (2015):** Relationship between ecophysiological factors, growth and ochratoxin A contamination of dry-cured sausage based matrices. *Internal Journal of Food Microbiology* 194, 71-77.
- Rodríguez, A., M. Rodríguez, A. Martín, F. Nuñez, J.J. Córdoba (2012):** Evaluation of hazard of aflatoxin B1, ochratoxin A and patulin production in dry-cured ham and early detection of producing moulds by qPCR. *Food Control* 27, 118-126.
- Schmidt-Heydt, M., E. Graf, J. Batzler, R. Geisen (2011):** The application of transcriptomics to understand the ecological reasons of ochratoxin A biosynthesis by *Penicillium nordicum* on sodium chloriderich dry cured foods. *Trends in Food Science & Technology* 22, S39-S48.
- Simoncini, N., R. Virgili, G. Spadola, P. Battilani (2014):** Autochthonous yeasts as potential biocontrol agents in dry-cured meat products. *Food Control* 46, 160-167.
- Sonjak, S., M. Ličen, J.C. Frisvad, N. Gunde-Cimerman (2011):** The mycrobiota of three dry-cured meat products from Slovenia. *Food Microbiology* 28, 373-376.
- Sørensen, L.M., J.C. Frisvad, P.V. Nielsen, R. Lametsch, A.G. Koch, T. Jacobsen (2009):** Filamentous fungi on meat products, their ability to produce mycotoxins and a proteome approach to study mycotoxin production. *Disertacija. Tehničko sveučilište u Danskoj*, 2009. <http://orbit.dtu.dk/files/5022914/Marie%20S%C3%B8rensen%20til%20tryk..pdf> (pristupljeno 10.01.2019.)
- Sørensen, L.M., T. Jacobsen, P.V. Nielsen, J.C. Frisvad, A.G. Koch (2008):** Mycobiota in the processing areas of two different meat products. *International Journal of Food Microbiology* 124, 58-64.
- Sweeney, M.J., A.D. Dobson (1998):** Mycotoxin production by *Aspergillus*, *Fusarium* and *Penicillium* species. *International Journal of Food Microbiology* 43, 141-158.
- Toldrá, F. (1998):** Proteolysis and lipolysis in flavour development of dry cured meat products. *Meat Science* 49, 101-110.
- Udomkun, P., A.N. Wiredu, M. Nagle, J. Müller, B., Vanlauwe, R. Bandyopadhyay (2017):** Innovative technologies to manage aflatoxins in foods and feeds and the profitability of applications – A review. *Food Control* 76, 127-138.
- Uredba Komisije (EU) br. 165/2010 od 26. veljače 2010. o izmjeni Uredbe (EZ) br. 1881/2006 o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani u odnosu na aflatoksine. L 050/8.**
- Uredba Komisije (EZ) br. 1881/2006 od 19. prosinca 2006. o utvrđivanju najvećih dopuštenih količina određenih kontaminanata u hrani. Službeni list Europske unije. L 364/5.**
- Van der Merwe, K.J., P.S. Steyn, L. Fourie, D.B. Scott, J.J. Theron (1965):** Ochratoxin A, a toxic metabolite produced by *Aspergillus ochraceus* Wilh. *Nature* 205, 1112-1113.
- Varga, J., N. Baranyi, M. Chandrasekaran, C. Vágvölgyi, S. Kocsbáé (2015):** Mycotoxin producers in the *Aspergillus* genus: An update. *Acta Biologica Szegediensis* 59, 151-167.
- Vulić, A., N. Perši, N. Vahčić, B. Hengl, A. Gross-Bošković, M. Jurković, D. Kovačević, J. Pleadin (2014):** Procjena moguće izloženosti okratoksinu A putem konzumacije kontaminiranih mesnih proizvoda. *Meso*, 16, 138-144.
- Wild, C.P., P.C. Turner (2002):** The toxicology of aflatoxins as a basis for public health decisions. *Mutagenesis* 17, 471-481.
- Yu, J., S.M. Mohawed, D. Bhatnagar, T.E. Cleveland (2003):** Substrate-induced lipase gene expression and aflatoxin production in *Aspergillus parasiticus* and *Aspergillus flavus*. *Journal of applied microbiology* 95, 1334-1342.

# DRUGI DI

## PODACI O PROJEKTU

Istraživački projekt „Mikotoksini u hrvatskim tradicionalnim mesnim proizvodima: molekularna identifikacija pljesni producenata i procjena izloženosti potrošača“ (HRZZ IP-2018-01-9017) provodi se u razdoblju od 01. studenog 2018. do 31. listopada 2022. Nositelj ovog projekta je Hrvatski veterinarski institut (HVI) u Zagrebu, a voditeljica je prof. dr. sc. Jelka Pleadin, znanstvena savjetnica u trajnom zvanju. Predmetna istraživanja tijekom četverogodišnjeg razdoblja financira Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ) sa odobrenim budžetom projekta u iznosu od 999.920,00 kn. Projekt okuplja znanstvenike iz većeg broja znanstvenih i nastavnih ustanova, koji provode istraživanja u području kvalitete i sigurnosti hrvatskih TMP, uključujući Hrvatski veterinarski institut, Prehrambeno-biotehnološki fakultet Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatsku agenciju za poljoprivredu i hrani te Biotehnički fakultet Sveučilišta u Ljubljani.

U pet regija Hrvatske uzorkovana su ukupno 242 uzorka hrvatskih TMP. Kroz više zasjedanja educiranih članova senzorskog panela, na Prehrambeno-biotehnološkom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu provodene su senzorske analize svih proizvoda. U Hrvatskom veterinarskom institutu provedena su ispitivanja fizikalno-kemijskih parametara, odnosno nutritivnih parametara kvalitete TMP, LC-MS/MS analize kojima se ispituje koncentracija svih mikotoksina kao potencijalnih kontaminanata ovih proizvoda, molekularna identifikacija površinskih pljesni te analize gena odgovornih za produkciju mikotoksina.

Više detalja o projektu:  
[www.tmpmouldrisk.com](http://www.tmpmouldrisk.com)

# CILJEVI PROJEKTA

Poznato je da tijekom procesa zrenja površinu trajnih TMP obrastaju pljesni, primarno iz rodova *Penicillium* i *Aspergillus*. Ranija istraživanja dokazuju općenito pozitivno djelovanje površinskih pljesni na kvalitetu TMP. Međutim, nekontrolirani rast pljesni ponekad je uzrok negativnog utjecaja na senzorska svojstava proizvoda te kontaminaciju toksičnim spojevima, mikotoksinima, koje pljesni pri određenim uvjetima produciraju kao sekundarne metabolite. Dosadašnja istraživanja o mikotoksinima u TMP uglavnom su usmjerena na OTA te AFB1, dok su spoznaje o pojavnosti CIT, STC i CPA općenito nedostatne. Isto tako, nedostaje podataka o vrstama pljesni koje obrastaju površinu TMP i produciraju ove mikotoksine u ovisnosti o brojnim okolišnim čimbenicima.

Cilj ovog projekta je identificirati vrste pljesni i dokazati gene odgovorne za produkciju mikotoksina na površini TMP u klimatski različitim regijama Hrvatske te procjeniti izloženost potrošača mikotoksinima kroz konzumaciju ovih vrsta proizvoda. U okviru predloženog projekta, u najznačajnijih predstavnika hrvatskih TMP, molekularnim metodama (lančana reakcija polimerazom, PCR) identificirat će se vrste površinskih pljesni i dokazati geni odgovorni za produkciju mikotoksina. Identificirane pljesni dovesti će se u vezu s utvrđenim senzorskim i fizikalno-kemijskim svojstvima TMP te s pojavnosću mikotoksina. Koncentracije mikotoksina određuju se primjenom osjetljivih multimikotoksinskih LC-MS/MS metoda, a njihov razvoj dati će značajan analitički doprinos u dalnjim istraživanjima pojavnosti mikotoksina u mesnim proizvodima diljem svijeta, primarno po pitanju neistraženih mikotoksina CIT, STC i CPA.

Provedena istraživanja daju rezultate koncentracije svih mikotoksina značajnih za mesne proizvode, ujedno uzimajući u obzir utjecaj vrste TMP i regionalnih klimatskih uvjeta tijekom dvije proizvodne godine na pojavnost ovih kontaminanata. Utvrđena senzorska i nutritivna svojstva poslužit će za izradu vrijedne baze podataka o kvaliteti hrvatskih TMP. Temeljem prehrambenih navika stanovništva u Hrvatskoj, u zadnjoj godini projekta provesti će se procjena izloženosti potrošača mikotoksinima kroz konzumaciju ove vrste proizvoda, a rezultati istraživanja služit će za izradu znanstvenog mišljenja, kao neophodne znanstvene podloge nadležnim tijelima u području sigurnosti hrane za uspostavu NDK mikotoksina u mesnim proizvodima, a također i proizvođačima u cilju prevencije kontaminacije TMP mikotoksinima.

# UZORKOVANJE I ANALIZE

U okviru ovog projekta analizirano je ukupno 242 uzorka TMP, od čega 112 uzoraka tijekom 2020. godine te 130 uzoraka tijekom 2021. godine, iz skupine trajnih suhomesnatih proizvoda i trajnih kobasica. Uzorci su nabavljeni na hrvatskim OPG-ima. TMP su uzorkovani tijekom dvogodišnjeg razdoblja na način da je u obje godine uzorkovanja uzeta ista vrsta uzorka sa istih lokaliteta odnosno iz istih OPG-a. Uzorkovanje je provedeno u pet regija Hrvatske i to iz: središnje (Zagorje, Moslavina), sjeverne (Međimurje, Koprivničko-križevačko područje), istočne (Slavonija i Baranja), zapadne (Istra i Primorje) te južne (Dalmacija) regije.

Odabrani mesni proizvodi proizvedeni su po tradicionalnoj recepturi i tehnološkim operacijama svakog pojedinog OPG-a. Pri uzorkovanju uzeti su podaci o razdoblju zrenja proizvoda (početak i završetak zrenja, mjesec/godina). Svaki proizvod je uzorkovan u količini ne manjoj od 1000 g (1000 – 2000 g), ovisno o originalnoj težini proizvoda, kako bi količina uzorka bila dovoljna za provedbu senzorskih i fizikalno-kemijskih analiza te određivanja koncentracije mikotoksina (za identifikaciju pljesni uzima se obrisak površine).

Postupak uzorkovanja proveden je sukladno Uredbi Komisije (EZ) br. 401/2006 koja definira postupke uzorkovanja hrane za analitičko određivanje mikotoksina. Odmah nakon uzorkovanja, provedeno je brisanje površine za identifikaciju pljesni, te je slijedilo senzorsko ocjenjivanje proizvoda, a preostala količina uzorka služila je za određivanje fizikalno-kemijskih svojstava te analize mikotoksina. Od trenutka uzorkovanja do provedbe analiza uzorci su pohranjeni na hladnom. Analize mikotoksina provedene su u Hrvatskom veterinarskom institutu u Zagrebu, primjenom validiranih LC-MS/MS metoda kao potvrđnih metoda.

# REZULTATI

Koncentracije mikotoksina AFT (B1, B2, G1 i G2), OTA, CIT, STC i CPA u hrvatskim TMP, uzorkovanim i analiziranim tijekom 2020. i 2021. godine, prikazane su u tablicama 6. i 7.

**Tablica 6.**

Koncentracije mikotoksina u uzorcima TMP (n = 112) iz 2020. godine

Koncentracija mikotoksina (µg/kg)	Kulen/kulenova seka (n=18)	Ostale trajne kobasice (n=31)	Pršut/Šunka (n=17)	Vratina/buđola (n=10)	Pečenica/ombolo/kare/zagrebnjak (n=13)	Slanina/panceta/špek (n=23)
<b>AFLATOKSIN B1/ B2/ G1/ G2</b>						
Min	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Max	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
<b>OKRATOKSIN A</b>						
Min	0,29	0,29	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Max	1,65	1,61	< LOD	2,66	< LOD	0,68
Srednja vr. ± SD	0,90±0,50	0,66±0,50	< LOD	2,66±n.p.	< LOD	0,68±n.p.
<b>CITRININ</b>						
Min	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Max	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
<b>STERIGMATOCISTIN</b>						
Min	0,66	0,21	< LOD	< LOD	0,13	< LOD
Max	3,93	0,29	< LOD	0,12	0,16	0,49
Srednja vr. ± SD	2,30±2,31	0,25±0,04	< LOD	0,12±n.p.	0,15±0,02	0,49±n.p.
<b>CIKLOPIAZONIČNA KISELINA</b>						
Min	3,55	3,10	4,80	< LOD	< LOD	3,20
Max	13,35	39,25	108,50	< LOD	66,35	12,80
Srednja vr. ± SD	7,57±5,13	13,28±17,38	37,76±19,41	< LOD	66,35± n.p.	8,00±6,79

n.p. - nije primjenjivo; &lt; LOD – nije detektirano

Limiti detekcije (LOD): AFB1 – 0,03 µg/kg ; AFB2 - 0,03 µg/kg; AFG1 - 0,04 µg/kg; AFG2 - 0,05 µg/kg; OTA - 0,18 µg/kg, CIT - 0,60 µg/kg; STC - 0,02 µg/kg; CPA - 2,17 µg/kg

**Tablica 7.**

Koncentracije mikotoksina u uzorcima TMP (n = 130) iz 2021. godine

Koncentracija mikotoksina (µg/kg)	Kulen/kulenova seka (n=16)	Ostale trajne kobasice (n=34)	Pršut/Šunka (n=25)	Vratina/buđola (n=12)	Pečenica/ombolo/kare/zagrebnjak (n=16)	Slanina/panceta/špek (n=27)
<b>AFLATOKSIN B1/ B2/ G1/ G2</b>						
Min	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Max	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
<b>OKRATOKSIN A</b>						
Min	< LOD	0,27	< LOD	< LOD	0,33	< LOD
Max	0,36	3,02	4,81	< LOD	0,64	< LOD
Srednja vr. ± SD	0,36±n.p.	1,06±1,13	4,81±n.p.	< LOD	0,49±0,22	< LOD
<b>CITRININ</b>						
Min	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Max	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
<b>STERIGMATOCISTIN</b>						
Min	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Max	< LOD	0,11	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
Srednja vr. ± SD	< LOD	0,11±0,01	< LOD	< LOD	< LOD	< LOD
<b>CIKLOPIAZONIČNA KISELINA</b>						
Min	6,50	5,45	4,20	6,10	6,25	7,15
Max	27,25	333,50	20,90	6,75	44,25	9,90
Srednja vr. ± SD	17,74±8,58	74,10±128,90	12,55±11,81	6,43±0,46	21,21±18,09	8,53±1,94

n.p. - nije primjenjivo; &lt; LOD – nije detektirano

Limiti detekcije (LOD): AFB1 – 0,03 µg/kg ; AFB2 - 0,03 µg/kg; AFG1 - 0,04 µg/kg; AFG2 - 0,05 µg/kg; OTA - 0,18 µg/kg, CIT - 0,60 µg/kg; STC - 0,02 µg/kg; CPA - 2,17 µg/kg

# ZAKLJUČCI

Osim prijenosom putem kontaminirane stočne hrane i začina do gotovih proizvoda, pojavnost mikotoksina u TMP najčešće je posljedica produkcije površinskih pljesni. Kako bi se spriječili mogući štetni učinci po zdravlje potrošača, tijekom proizvodnje i skladištenja TMP, prvenstveno tijekom faze zrenja, potrebno je poduzeti sve preventivne radnje u cilju sprječavanja kontaminacije te provoditi sustavnu kontrolu pojavnosti mikotoksina. Istraživanja ukazuju na različite čimbenike utjecaja na njihovu pojavnost u TMP, kao što su proizvodni uvjeti na seoskim domaćinstvima te klimatski čimbenici proizvodnog područja. Rezultati analiza mikotoksina iz ovog istraživanja ukazuju na pojavnost primarno OTA i do sada neistražene CPA, koja se pojavljuje u visokim koncentracijama. Pritom je važno istaknuti da pojavnost mikotoksina u mesnim proizvodima nije zakonski regulirana, budući da nije propisana njihova najveća dopuštena količina u ovoj vrsti hrane.

Tijekom procesa zrenja, površinu trajnih TMP obrastaju pljesni čije su spore najčešće podrijetlom iz okoliša u kojem su smještene komore za zrenje, a intenzitetu obrastanja proizvoda površinskim pljesnima doprinosi dugotrajnost procesa zrenja te uglavnom nekontrolirani uvjeti proizvodnje na poljoprivrednim gospodarstvima. Kontaminacija TMP sa mikotoksinima posljedica je neodgovarajuće kontrole proizvodnje i uvjeta pohrane proizvoda. Dugotrajan proces zrenja proizvoda i vanjska oštećenja dodatno intenziviraju pojavnost toksikotornih pljesni i mikotoksina kao njihovih producenata. Nepovoljni uvjeti prilikom zrenja, poput nedovoljnog protoka zraka, nedovoljnog razmaka između prozvoda te nehigijenske prostorije, pogoduju prekomjernom obrastanju pljesni, među kojima se povećava mogućnost i onih koje produciraju mikotoksine. Nužno je primijeniti i postupke četkanja i površinskog pranja proizvoda kako bi se prekomjerna pljesan uklonila s površine proizvoda.

Stoga je neophodna standardizacija proizvodnje, prevencija i sustavni nadzor te daljnje praćenje uvjeta nastanka ovih izrazito toksičnih tvari, naročito što je konzumacija ove vrste proizvoda svakim danom sve značajnija, budući da predstavljaju nutritivno bogate proizvode i dio vrijedne gastronomskih ponude naše zemlje.

# ZAHVALA

Provedbu istraživanja finansirala je Hrvatska zaklada za znanost (HRZZ) u okviru projekta „Mikotoksi u hrvatskim tradicionalnim mesnim proizvodima: molekularna identifikacija pljesni producenata i procjena izloženosti potrošača“ (IP-2018-01-9017). Izradu ove brošure finansirala je HRZZ uz potporu Hrvatskog veterinarskog instituta.





# ○ Plijesni i mikotoksini

prijetnja sigurnosti tradicionalnih mesnih proizvoda



ISBN 978-953-6836-24-6