

**KODEKS POSTUPANJA ZA SMANJENJE KONTAMINACIJE  
HRANE S POLIČIKLIČKIM AROMATSKIM UGLJIKOVODICIMA  
(PAH) NASTALIH DIMLJENJEM I NEPOSREDNIM PROCESOM  
SUŠENJA**

Zagreb, 2014.

## UVOD:

**1.** Mnogi kemijski kontaminanti formiraju se tijekom sagorijevanja goriva bilo dimljenjem ili procesom izravnog sušenja. Primjer uključuje policikličke aromatske ugljikovodike (PAH), dioksine, formaldehide, dušikove i sumporove okside (važne zbog formiranja npr. nitrozamina). Nadalje u plinovima nastalim izgaranjem se također mogu naći i teški metali. Vrsta i količina kontaminanata ovisi o gorivu koje se koristi, temperaturi i ostalim mogućim parametrima.

**2.** Stotine zasebnih PAH-ka može biti formirano i otpušteno kao rezultat nepotpunog izgaranja ili pirolizom organske materije, tijekom požara u šumama i vulkanskih erupcija kao i kod industrijskih procesa ili drugih ljudskih djelatnosti uključujući obradu i pripremu hrane. Dugujući to svojem načinu formiranja, PAH su ubikvitarni (=sveprisutni) u okolišu i stoga ulaze u hranidbeni lanac, osobito putem zraka i zemlje. PAH mogu biti prisutni u sirovim materijalima zbog kontaminacije okoliša putem zraka, njihovim taloženjem na usjeve zatim kontaminiranim tlom i na taj način se prenose iz vode do slatkovodnih i morskih beskralježnjaka. Komercijalna i domaća priprema hrane kao što su dimljenje, sušenje, pečenje, roštiljanje ili prženje prepoznato je kao važan izvor kontaminacije hrane. Prisutnost PAH-ka u biljnim uljima također može potjecati iz procesa dimljenja i sušenja korištenih prije same ekstrakcije ulja kod osušenih sjemenki ulja.

**3.** Kontaminacija hrane s PAH-om putem kontaminacije okolišem trebala bi biti kontrolirana mjerama koje su usmjerene na sam izvor problema kao što su to filtriranje dima iz bitnih industrija (npr. cementare, spalionice i topionice metala) i ograničenje ispušnih plinova (PAHa) iz auta. Dobra praksa, uključujući i izbor prikladnih voda za ribogojilišta/farme također može smanjiti udio ekološkog zagađenja sirovog materijala sa PAHom. Međutim, ovaj doprinos smanjenju PAHa koji priteče iz konačne hrane nije uključen u Kodeks postupanja.

**4.** Procesi kao što su dimljenje i izravno sušenje osiguravaju široku raznovrsnost tekstura i okusa te posljedično širi izbor za potrošače. Mnogi tipovi dimljene i sušene hrane tradicionalni su proizvodi gdje su se ovi tipovi procesa koristili da bi se produžio period skladištenja, zadržala kvaliteta i omogućio okus i konzistentnost koju zahtjevaju kupci. Produženje boravka proizvoda na policama moglo bi također imati i utjecaj na nutritivnu vrijednost prehrambenih proizvoda, kao što su očuvanje sadržaja vitamina.

**5.** Glavni doprinosi priljeva PAHa su žitarice i žitni proizvodi (poradi velike konzumacije u prehrani) i biljne masti i ulja (poradi velikih koncentracija PAHa u ovoj grupi namirnica). Općenito, unatoč uobičajeno visokim koncentracijama PAHa, dimljena riba i meso te hrana sa roštilja ne doprinose značajno, poglavito jer zauzimaju manji dio prehrane. No oni čine veći doprinos k višim unosima PAHa gdje ove namirnice čine veći udio u prehrani.

**6.** JECFA, što se tiče PAHa, preporučuje da bi se trebao uložiti veći trud u redukciju kontaminacije PAHom tijekom procesa dimljenja i sušenja, npr. zamjenom direktnog dimljenja (dimom koji se razvija u dimnim komorama, sušnicama) sa indiretnim dimljenjem.

*CILJEVI:*

**7.** Navedeni Kodeks postupanja pokušava osigurati smjernice za državna tijela i industrije kako bi se spriječila i reducirala kontaminacija hrane PAHom u komercijalnim procesima dimljenja i sušenja. U tu svrhu, Kodeks postupanja identificira važne točke da bi se razmotrile i osigurale bitne preporuke. Dimljenje i izravno sušenje se oboje koriste u industriji i privatnim domaćinstvima. Potrošači svoju hranu dume najčešće izravnim dimljenjem dok sušenje može biti dobiveno izravnim i neizravnim tipom, npr. sušenje na suncu ili u mikrovalnoj pećnici. Kodeks postupanja i vodič mogu također biti korišteni kao temelj informacija za potrošače.

**8.** Kodeks postupanja prepoznaje dobrobiti dimljenja i sušenja uključujući i dostupnost tradicionalno dimljenih prehrambenih proizvoda, prevenciju kvarenja i mikrobiološke kontaminacije i rasta i mogućnost za smanjenje zdravstvenih rizika koji bi mogli proizaći iz PAHa formiranog u hrani tijekom obrade.

*DOMET:*

**9.** Domena ovoga Kodeksa postupanja jest kontaminacija PAHom tijekom komercijalnog dimljenja, direktnog i indirektnog, i procesa direktnog sušenja.

**10.** Kodeks postupanja ne pokriva kontaminaciju PAHom u hrani porijekla sa:

- a) Korištenjem bilja i začina u procesu dimljenja
- b) Indirektnim sušenja
- c) Drugim procesuiranjem hrane, uključujući roštiljanje i druge vrste pripreme u privatnim domaćinstvima ili ugostiteljskom području i
- d) Ekološkim kontaminacijama sirovih materijala

**11.** Kodeks pristupanja pokriva samo kontaminaciju sa PAHom. No trebalo bi biti istaknuto da uvjeti koji vode do redukcije jednoga kontaminanta mogu voditi k povećanju vrijednosti drugoga kontaminanta ili mogu smanjiti mikrobiološku sigurnost prehrambenog proizvoda. Mogući uzajamni utjecaj među nivoima kontaminanata kao što su PAH, heterociklički amini i nitrozamini ne može se uvijek tako dobro razumijeti, ali ovi kontaminanti mogu biti problem vezan uz sigurnosti hrane bilo kao takvi ili usljed reakcija sa komponentama hrane. Ovo može biti slučaj kod reakcija dušikova oksida sa komponentama hrane nakon čega nastaju nitrozamini. Trebalo bi biti naglašeno da bilo koje smjernice dane radi smanjenja razine PAHa, u konačnom proizvodu nebi trebale voditi povećanju rizika za ljudsko zdravlje uslijed povećanja drugih kontaminanata ili smanjenja mikrobiološke sigurnosti.

## DEFINICIJE:

- 12.** Kontaminant je definiran kao bilo koja tvar koja se ne namjerno dodaje hrani i čija je prisutnost u takvoj hrani rezultat- proizvodnje (uključujući radnje obavljene u poljoprivredi usjeva, životinjskoj poljoprivredi i veterinarstvu), daljnje proizvodnje, obrade, pripreme, tretiranja, pakiranja, ambalažiranja, transporta, zadržavanja takve hrane ili pak ekološke kontaminacije. Termin ne obuhvaća dijelove insekata, dlake glodavaca i druge strane tvari.
- 13.** Direktno sušenje se odnosi na dva tipa procesa sušenja: jedan je proces sušenja prilikom kojega se plinovi gorenja koriste izravno kao plinovi koji dolaze u kontakt s hranom, a drugi je sušenje djelovanjem sunca.
- 14.** Sunčevo sušenje je izravan proces sušenja, gdje se sunce i vjetar koriste za sušenje pod okolnostima otvorenim za okoliš.
- 15.** Sušenje, neizravni je proces sušenja, gdje plinovi ne dolaze u izravni kontakt sa hranom, već se vrući zrak zagrijava preko toplinskog izmjenjivača (strujom ili drugim sredstvima).
- 16.** HACCP : sustav koji identificira, procjenjuje i kontrolira opasnosti koje su značajne za sigurnost hrane .
- 17.** Biljni materijali, vrste goriva koje pokrivaju druge vrste goriva više nego šume koje se koriste u procesu pušenja ili sušenja, npr. bagasse , stabljika kukuruza i kokosa, mahuna.
- 18.** Policiklički aromatski ugljikovodici (PAH ) su skupina zagađivala koje čine veliki razred organskih spojeva koji sadrže dva ili više kondenziranih aromatski prstena sastavljenih od atoma ugljika i vodika.
- 19.** Piroliza je kemijsko razlaganje organskih materijala zagrijavanjem bez prisutnosti kisika ili bilo kojeg drugog reagensa , osim eventualno pare.
- 20.** Dim se sastoji od tekućih i čvrstih čestica suspendiranih u plinovitu fazu. Čestice u dimu , uglavnom su veličine 0.2-0.4  $\mu\text{m}$  ( ili niže od 0.05 do 1 $\mu\text{m}$ ). Procjenjuje se da čine preko 90% svoje ukupne težine . Kemijski sastav dima je složen i identificirano je više od 300 komponenti.
- 21.** Kondenzacijski proizvodi dima su dobiveni kontroliranom toplinskom degradacijom drva, koja se u ograničenim količinama kisika ( pirolize ) te naknadnom kondenzacijom nastaju pare dima, a frakcioniranjem proizlaze tekući proizvodi.
- 22.** Dimljenje hrane je proces koji se koristi kao način zaštite koji produljuje rok trajanja hrane zbog svojstava komponentata dima koje sprječavaju rast nekih mikroorganizama. Osim

toga, proces dimljenja se koristi da bi se postigao karakterističan okus i izgled dimljene hrane.

**23.** Neposredno (direktno) dimljenje je proces dimljenja gdje se dim razvija u komori u kojoj se obrađuje hrana.

**24.** Posredno (indirektno) dimljenje je proces gdje se upotrebljavaju uređaji za proizvodnju dima te se dim razvija u komori odvojenoj od prostora gdje se hrana dimi. Dim se može pročistiti na različite načine, kao na primjer korištenjem vodenih filtera ili kondenzatora prije uvođenja u komoru za sušenje (sušnicu).

**25.** Proizvođači prehrambenih proizvoda bi trebali biti svjesni uvjeta pod kojim se stvaraju povećane razine policikličkih aromatskih ugljikovodika i gdje god je moguće kontrolirati te uvjete da bi se smanjilo njihov stvaranje. Kako bi se to postiglo, trebala bi biti iznešena analiza važnih točaka razmotrenih u procesima ili namjeravanja upotrebe te iste u prehrambenoj proizvodnji pomoću dimljenja ili neposrednim sušenjem.

**26.** Prvi korak analize je pronaći važne točke za razmatranje . Moguće najznačajnije točke za razmatranje su objašnjene dalje u kodeksu..

**27.** Proizvođač bi trebao procijeniti prepoznate važne točke i razmotriti ih kao :

a) Moguće izvore policikličkih aromatskih ugljikovodika iz okoliša i procesa

b) Mogući utjecaj na zdravlje potrošača

c) Mogućnost nadzora

d) Moguće mjere za smanjenje kontaminacije policikličkim aromatskim ugljikovodicima

**28.** Proizvođač bi trebao poduzeti odgovarajuće mjere za kontroliranje prepoznatih važnih točaka za smanjenje policikličkih aromatskih ugljikovodika, utemeljenih na rezultatima analize i drugih zakonskih čimbenika relevantnih za očuvanje ljudskog zdravlja i gospodarske aktivnosti kao npr;

a) Mikrobiološka razina i mogući rizici od drugih kontaminanata

b) Organoleptička svojstva i kvaliteta krajnjeg proizvoda (idealna metoda ne bi trebala imati štetne učinke na izgled, aromu, okus ili nutritivna svojstva proizvoda)

c) Provedivost i učinkovitost kontrole( troškovi, komercijalna dostupnost, profesionalne opasnosti )

**29.** Producent bi trebao nadgledati implementirane mjere i trebalo bi ih pregledati

**30.** Procesuirana hrana će biti u kompilaciji sa bitnom nacionalnom ili internacionalnom legalizacijom i standardima, uključujući generaln upite za potrošačku zaštitu. Više manje,

hrana će se proizvoditi s bitnim kodeksom ili nacionalnim kodeksom prakse. Neki od ovih bi mogli sadržavati daljnje informacije o sušenju ili pušenju, koje bi isto trebalo uzeti u obzir.

#### *OPĆE NAPOMENE O DIMLJENJU I PROCESU DIREKTOG SUŠENJA*

**31.** Stvaranje POLICIKLIČKIH AROMATSKIH UGLJIKOVODIKA tijekom dimljenja i procesa direktnog sušenja ovisi o više čimbenika, uključujući:

- a) gorivo ( drvo i ostali biljni materijali , dizel gorivo , plinovi , tekući/kruti otpad i ostala goriva)
- b) dimljenje ili metoda sušenja(izravno ili neizravno )
- c) Proces stvaranja dima u odnosu na temperaturu pirolize i na zrak u slučaju generatora dima ( trenje,tinjanje,termostatirane ploče) ili u svezi s drugim metodama kao što su direktno dimljenje ili ponovno stvaranje dima pomoću raspršenog kondenzata dima(tekući dim )
- d) udaljenost između hrane i izvora topline
- e) položaj hrane u odnosu na izvor topline
- f) količina masti u hrani i što se događa s njom u tijeku proizvodnje
- g) trajanje dimljenja i direktnog sušenja
- h) temperatura za vrijeme dimljenja i direktnog sušenja
- i) čistoća i održavanje opreme
- j) konstrukcija komore za dimljenje i opreme korištene za mješavinu zraka i dima (koja utječe na gustoću dima u komori za dimljenje) .

**32.** Generalno, promjene u tehnici obrade u nekim slučajevima može smanjiti količinu policikličkih aromatskih ugljikovodika nastalih u toku proizvodnje. Indirektno sušenje ili dimljenje su procesi koji rezultiraju smanjenom količinom policikličkih aromatskih ugljikovodika nego kod izravnog sušenja ili dimljenja . Također, upotreba kondenzata dima , izbor različitih vrsta drva kao goriva, vrijeme prilagobe i temperature obrade utječe na stvaranje policikličkih aromatskih ugljikovodika. Dodatak aktivnog ugljena kokosovom ulju u pravoj dozi tijekom procesa prerade može u potpunosti otkloniti zagađenost policikličkim aromatskim ugljikovodicima.

**33.** Primjena HACCP sustava sukladno načelima i mjerama koje preporučava Codex Alimentarius jedna je od mogućnosti za smanjenje policikličkih aromatskih ugljikovodika.

## *DIMLJENJE*

**34.** Tehnike dimljenja koristile su se stoljećima kao način zaštite mesa i ribe. Dimljenje obogaćuje visokoproteinsku hranu aromatičnim komponentama koje pružaju okus i boju hrani, a također imaju i bakteriostatsko i antioksidativno djelovanje.

## *SIROVINE KORIŠTENE PRI DIMLJENJU*

**35.** Najčešće korištene sirovine za dimljenje hrane su različite vrste drva. Osim toga koriste se i neki drugi materijali, kao što su biljni otpaci u preradi šećerne trske, klip kukuruza te kokosova kora i ljuska.

Korištene sirovine važno je uzeti u obzir kao potencijalne kontaminante hrane - ovisno o upotrebi drva ili slame kao sirovine, postiže se različit stupanj kontaminacije hrane policikličkim aromatskim ugljikovodicima (PAU). Zbog veće količine lignina u kokosovoj kori može doći do većeg stupnja kontaminacije uljarica s PAU, u odnosu na upotrebu kokosove ljuske.

**36.** Vrste drva koje se koriste u svrhu dimljenja imaju utjecaj na stvaranje PAH-a. No, ne postoji neka opće prihvaćena preporuka koja vrsta drva ili drugih biljnih materijala bi se trebala koristiti. Stoga postoji preporuka da bi se pojedine vrste drva i drugih biljnih materijala koji se koriste za procese dimljenja trebale analizirati prije korištenja da se vidi povezanost korištenja nekog od materijala i stvaranja PAU-a. Također drva koja se koriste za procese dimljenja ne bi trebala sadržavati smolu.

**37.** Upotreba ostalih goriva osim drva i drugih biljnih materijala za procese dimljenja prehrambenih proizvoda trebalo bi ograničiti/obustaviti. Goriva poput dizel ulja, gumenih materijala (guma) ili otpadnog ulja uopće se ne bi se smjela koristiti u te svrhe čak ni u malim količinama kao djelomična komponenta jer mogu dovesti do znatnog povećanja razine PAU. Drva koja su tretirana raznim kemijskim sredstvima kao što su kemijska sredstva za očuvanje drva, zaštitu od vode ili vatre, te također se ne bi smjela koristiti u procesu dimljenja prehrambenih proizvoda. Takvo tretiranje hrane moglo bi rezultirati promjenom boje ili okusa hrane baš kao i unosom dodatnih kontaminanata kao što je npr. dioksin iz drva tretiranih pentaklorfenolom (PCP).

## *DIMLJENJE PREHRAMBENIH PROIZVODA*

**38.** Položaj hrane u dimnoj komori (sušionici) i udaljenost između hrane i izvora topline važna je točka za razmatranje kod procesa dimljenja. Vezano uz nastanak PAU – većom udaljenosti između izvora dima i proizvoda koji se dimi smanjuje se sadržaj PAU u hrani.

**39.** Tijekom izravnog dimljenja, masnoća kapa iz hrane u sam izvor dima, npr. užarena drva ili neki drugi biljni materijal i to može povećati količinu PAU u dimu te i u dimom tretiranoj hrani. Da bi se izbjeglo povećanje PAU zbog kapanja masnoće u otvoreni plamen, između hrane koja se dimi i izvora topline mogu se postaviti (umetnuti) preforirani listovi lima.

**40.** Mikrobiološka kvaliteta gotova proizvoda mora biti ispitana/evaluirana kako bi se zagarnatiralo da nema rasta potencijalnih patogena tijekom procesa obrade i u gotovom proizvodu.

**41.** Organoleptička svojstva gotovih proizvoda su bitan/sastavni dio njihovih karakteristika. Promjena metoda neće nužno rezultirati organoleptički ispravnim/prihvatljivim proizvodom.

#### *PREVENCIJA I REDUKCIJA KONTAMINACIJE HRANE*

**42.** Četiri tipa postupka sušenja su opće priznata: dimljenje, grijaće ploče s termostatom, trenje, i sušenje dimnim kondenzatom. Trenje dozvoljava dimu da nastaje pirolizom piljevine, komadića ili cjepanica (klada) drva. Dimni kondenzati mogu se koristiti tako da se hrana izloži dimu koji je reproduciran ili regeneriran atomiziranjem dimnog kondenzata (tekući dim) u komori za dimljenje (pušionici).

**43.** Dim se dobiva pirolizom goriva na temperaturi od oko 300-400 stupnjeva C u toplinskoj zoni/zoni žara/zoni usijanja/vrenja. Kako bi nastao dim za sušenje hrane treba izbjegavati plamen, uključujući prilagođavanjem dotoka zraka.

**44.** Razlike u postupcima sušenja mogu dovesti do vrlo varijabilnih razina PAH-a (policiklični aromatični ugljikovodik) u konačnom prehrambenom proizvodu. Izbor tehnologije za obradu je veoma važan za konačnu koncentraciju PAH-a. Utvrđivanje parametara kritičnih za formiranje PAH-a u specifičnim procesima može potencijalno biti korisno za kontroliranje razine PAH-a. Za direktno sušenje potrebno je manje opreme nego za indirektno, ali ono može rezultirati višim razinama PAH-a u konačnom prehrambenom proizvodu.

**45.** Korištenje direktnog sušenja umjesto indirektnog može značajno reducirati kontaminaciju sušene hrane. U modernim industrijskim pećima za sušenje/pržionicama eksternim generatorom dima može se upravljati automatski pod kontroliranim uvjetima, kako bi se isprao dim s čestica prije kontakta s hranom i kako bi se regulirao njegov tok kad dođe u kontakt s hranom. Za tradicionalnije ili ograničenije operacije, to možda i neće biti moguće.

**46.** Postupci sušenja često se dijele u tri grupe ovisno o temperaturi koja se koristi u komori za dimljenje (pušionici) tijekom procesa:

a) hladno dimljenje mesa s temperaturama od otprilike 18-25 stupnjeva C. Koristi se za npr neke vrste ribe ili kobasice salame

b) polu-hladno dimljenje s temperaturama od otprilike 30-40 stupnjeva C. Koristi se za npr neke vrste ribe, slaninu i svinjski lungić

c) toplo dimljenje je dimljenje kombinirano s zagrijavanjem, što rezultira temperaturama od otprilike 70-90 stupnjeva C. Koristi se npr za neke vrste ribe, šunku, kobasice tipa hrenovki.



**47.** Tip generatora koji se koristi morao bi se bazirati na procjeni mogućeg reduciranja sadržaja PAH-a u konačnom proizvodu i gdje god je to moguće trebalo bi isprati dim nakon generatora i prije komore. Dobri rezultati postižu se instaliranjem odbojnih ploča generatora opremljenog uređajem za dekantiranje katrana. Učinkovitiji način je upravljanje temperaturom pirolize i separacijom u spremnike za teže tvari uz pomoć uređaja za hlađenje s odbojnim pločama .

Znanstvena pozadina i podaci prikazuju točan utjecaj korištenja različitih vrsta goriva, vremena, temperature itd. i to je limitirano i specifično testiranje potrebno za identifikaciju važnih točaka koje trebamo uzeti u obzir u individualnom procesu. Isto tako druge metode vole koristiti duge cijevi u opremi koje mogu reducirati PAH.

**48.** Kao PAH kojemu su čestice povezane, filter može biti korišten za uklanjanje čestičnih materijala iz dima. To bi trebalo reducirati potencijalnu kontaminaciju sa PAH-om.

**49.** Kisik treba biti izjednačen jer premalo ili previše kisika proizvodi PAH. Adekvatan kisik je potreban da bi se osiguralo parcijalna/nedovršena potrošnja goriva. Međutim , previše kisika može povećati temperaturu u zoni (svjetlucanja) i vodi do povećanja formacije PAH-a. Manjak kisika može dovesti do veće formacije PAH-a u dimu, također proizvodi ugljični monoksid, koji može biti opasan po život za operatore.

**50.** Temperatura je značajna za djelomično/ nepotpuno izgaranje goriva. Najčešće se stvaranje PAH- ova povećava porastom temperature. Sastav dima ovisi o temperaturi koja bi trebala biti podešena kako bi smanjila stvaranje PAH- ova. Međutim više podataka potrebno je za dokumentiranje koje temperature bi bile preporučljive.

**51.** U principu vrijeme za dimljenje bi trebalo biti što je kraće moguće da bi se minimaliziralo izlaganje površine hrane sa dimom u kojem se nalazi PAH. Međutim u slučaju toplog dimljenja kada je proizvod kuhan u isto vrijeme važno je osigurati dovoljno vremena da bi se proizvod iskuhao u potpunosti. U slučaju toplog dimljenja je jedini izvor topline( tradicionalne pušnice ) , prostor za dimljenje bi trebao biti zagrijavan prije nego što stavimo proizvod.

**53.** Tri su vrste postupaka čišćenja, koje se mogu koristiti tijekom obrade ili kao tretman poslije dimljenja hrane:

a) Tijekom procesa dim može biti ispran prije ulaza u komoru za dimljenje. To se može postići ispiranjem, koristeći kondenzator sa katranom, hlađenjem ili filtriranjem pomoću kojega se mogu ukloniti vezane čestice policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH) iz dima.

b) Tretman nakon dimljenja hrane uključuje čišćenje dimljenog proizvoda. U tom slučaju se ispiranjem proizvoda ili uranjanjem proizvoda u vodu može ukloniti čađa i čestice koje sadrže policikličke aromatske ugljikovodike na površini hrane. Ova vrsta čišćenja se ne može koristiti za sve vrste proizvoda , npr. dimljenu ribu ili riblje proizvode.

c) Proces skidanja gornjeg sloja dimljenog proizvoda. U slučaju čvrste dimljene hrane npr. dimljeni osušeni Bonito (tj. katsuobushi, tradicionalna japanska hrana), skidanjem gornjeg sloja se smanjuju policiklički aromatski ugljikovodici u konačnom proizvodu.

**54.** Ako je moguće, nakon dimljenja hranu bi trebalo oprati ili ohladiti vodom kako bi se smanjila količina PAH-a u konačnom proizvodu. Hlađenje vodom se već koristi u mesnoj industriji. Pranjem proizvoda nakon procesa se mogu ukloniti PAH čestice s površine proizvoda.

**55.** Pranje proizvoda se ne bi trebalo koristiti za riblje proizvode jer bi moglo utjecati na organoleptičku kvalitetu i povećati rizik mikrobiološke kontaminacije. Inače kod ribljih proizvoda, cijela riba podliježe procesu dimljenja. Ako se koža ne konzumira njenim uklanjanjem odstranjuju se i neki kontaminanti. Pri postupku dimljenja preferira se obrađivanje ribe s njenom kožom, a savjetuje se istu ukloniti prije konzumacije.

#### *BITNE STAVKE I SAVJETI*

**56.** Kontaminanti (PAH) dimljene hrane se mogu smanjiti identificiranjem bitnih točaka spomenutih prije, te također provođenjem HACCP sustava.

**57.** Goriva :

a) Tip i sastav drva koja se koriste za dimljenje hrane uključuju starost i količinu lignina. Generalno četinjače sadrže veće količine lignina te bi ih trebalo izbjegavati.

b) Obavezno je praćenje količine vode u gorivu. Niža količina vode može dovesti do brzog sagorijevanja goriva i time povećati količinu PAH-a.

c) Kada se pojedinačne vrste drva i ostali biljni materijali, kao otpaci u proizvodnji šećerne trske, klipovi kukuruza i kokosova ljuska koriste, moraju imati izmjeren nizak udio PAH-a.

d) Ne upotrebljavati drvo tretirano kemikalijama

e) Upotreba ostalih goriva osim drva i biljnih materijala: ne upotrebljavati dizel gorivo, otpadne tvari, osobito gumu i ulje koje možda već sadrži značajne količine policikličkih aromatskih ugljikovodika (PAH)

f) Utjecaj na okus prehrambenog proizvoda

**58.** Dim razvijen i korišten u procesu:

a) Kompozicija dima ovisno o npr. tipu drva ili nekog drugog biljnog produkta, količini kisika prisutnog i temperaturi pirolize i mogućoj količini vremena koje je potrebno da biljni materijali izgore;

b) Dizajn dimne komore (pretpostavljam pušnice) i opreme korištene za dimne/zračne miješavine (npr. dužina cijevi u opremi);

- c) Filtriranje ili hlađenje dima gdje je to moguće;
- d) Ispiranje dima između dimnog generatora i dimne komore gdje je moguće;
- e) Postaviti pregrade nakon što je dimni generator opremljen s uređajem za dekantiranje katrana ako je moguće

**59. Dimljene namirnice:**

- a) Pozicija hrane u dimnoj komori i udaljenost između namirnice i izvora dima;
- b) Kemijska svojstva i kompozicija hrane, npr. količina masnoća u namirnici koja će biti dimljena;
- c) Naslage čestica dima na površini i prikladnost površine za ljudsku konzumaciju. Za ribu, preporuka je prioritizirati dimljenje ribe sa kožom;
- d) Mikrobiološka kvaliteta nakon obrade;
- e) Organoleptička svojstva konačnog oblika hrane.

**60. Proces dimljenja:**

- a) Bilo da je dimljenje direktno ili indirektno. Zamjenite direktno dimljenje sa indirektnim gdje je to moguće.
- b) Prethodna procjena stvaranja dima uzimanjem izvješća PAH rezultata sadržaja u dimu.
- c) Namještanje protoka zraka da bi se izbjegle prekomjerne temperature tijekom stvaranja dima.
- d) Odabrati odgovarajuću dimljenju ćeliju i uređaj za tretman smjese zraka
- e) Pristup kisika tijekom dimljenja
- f) Vrijeme dimljenja. Smanjiti vrijeme u kojem je hrana u kontaktu sa dimom, tu dolaze u obzir posljedice mikrobiološke sigurnosti i kvalitete.
- g) Temperatura. Temperatura u 'sjaj zoni' (u koraku stvaranja dima) i temperatura dima u dimljenim ćelijama.
- h) Kako bi se izbjeglo povećanje udjela policikličkih aromatskih ugljikovodika kroz kapanja masti u izvor topline, može se instalirati probušena metalna površina između namirnica koje se dime i izvora topline;
- i) Metoda čišćenja i raspored primjenjen u jedinici za preradu;

j) Kao alternativa uporabi dimljenja, proizvođači mogu razmotriti dimljenje regeneriranim dimom iz kondenzata dima. Također mogu upotrebljavati proizvode s aromama dima kroz špricanje, uranjaje, ubrizgavanje ili umakanje u kondenzate dima.

#### **61. Procesi nakon dimljenja:**

Čišćenje samih dimljenih proizvoda. U tom slučaju čađa i čestice koje sadrže PAH na površini hrane mogu se ukloniti ispiranjem proizvoda ili uranjanjem u vodu. Ova vrsta čišćenja ne bi bila moguća da se koristi za sve vrste proizvoda, npr. ne za dimljene ribe i riblje proizvode. Također, pranje može sniziti organoleptičku kvalitetu i povećati mikrobiološki rizik.

#### *IZRAVNO SUŠENJE*

**62.** Jedna od najstarijih metoda očuvanja hrane je direktno sušenje, jer je potrebno manje opreme nego za indirektno sušenje. Direktno sušenje smanjuje aktivnost vode dovoljno da odgodi ili prevenira rast bakterija. Direktno sušenje hrane izvodi se uporabom sunca, vjetra ili plinovima za sagorijevanje. Voda se obično uklanja evaporacijom i stvaranjem tvrdog vanjskog sloja, što pomaže da mikroorganizmi ne ulaze u hranu.

#### *RAZMATRANJE RAZVITKA PREVENTIVNIH MJERA ZA SMANJIVANJE PAH SADRŽAJA U SUŠENOJ HRANI*

*Ovaj odjeljak je podijeljen u direktno sušenje uporabom : a) sunca ili vjetra, b) ostalih vrsta ogrjeva*

**63.** Kad se sušenje odvija uz pomoć vjetra i sunca, potencijalni izvor PAH nalazi se u okolišu. Onečišćenje može nastati od tla/pruštine ili/i od sagorijevanja iz industrije i prometa kao i šumskih požara i vulkanskih erupcija.

**64.** Sušenje namirnica suncem ima prednost jer se upotrebljava slobodna energija iz sunca i vjetra. Međutim, koristi veće kontrole nad suhim okruženjem i vremenom sušenja, brže sušenje i manja kontaminacija od nečistoća, trave i dijelova kukaca, u svezi s potrošačevom potražnjom za čistim i manje kontaminiranim proizvodom mogu prouzrokovati umjetno sušenje (dehidraciju) više atraktivnom.

**65.** Veliki nedostatak sušenja na suncu je izlaganje hrane okolišu, npr. izloženost nepoželjnim vremenskim uvjetima i kontaminirajućim tvarima. Vremenski uvjeti, nad kojim uzgajivač nema kontrolu, uvelike utječu na brzinu sušenja. Onečišćenje suhe hrane sa strane tvari je ozbiljna briga. Sušene namirnice su izložene kontaminaciji vjetrom nanosene prauštine, sjemenkama, insektima, glodavcima i izmetu ptica.

**66.** Sušenje namirnica na suncu ne bi se trebalo održavati u blizini industrijskih izvora izgaranja plina, kao što su ceste s gustim prometom, spalionice, elektrane na ugljen, cementare i sl. ili u neposrednoj blizini cesta s intenzivnim prometom. Kontaminacija od sušenja na takvim mjestima se očekuje da će biti poseban problem za prehrambene

proizvode s velikom površinom poput začina. Međutim, prekrivene sušilice mogu zaštititi prehrambene proizvode od industrijskih izvora u određenoj mjeri.

#### *IZRAVNI POSTUPCI SUŠENJA, OSIM SUŠENJA NA SUNCU*

**67.** Proces sušenja treba započeti što je prije moguće nakon primitka usjeva kako bi se izbjeglo nepotrebno kvarenje.

#### *GORIVA KOJA SE KORISTE U IZRAVNIM SUŠENJIMA, OSIM SUŠENJA NA SUNCU*

**68.** Različite vrste goriva koriste se u izravnom sušenju, npr. prirodni plin, treset i mineralna ulja. Za neke namirnice, izbor goriva s učinkom na okus može biti važna točka razmatranja za odabir goriva. U svakom slučaju, goriva kao npr. dizel, guma, gume za vozila, ili otpadna ulja ne smiju se koristiti niti kao djelomična komponenta, jer mogu dovesti do znatnog povećanja razine PAH-a.

#### *PLINOV IZGARANJA*

**69.** Sušenje sa plinovima koji izgaraju povećava onečišćenje za 3 - do 10 – puta; korištenje koksa kao goriva rezultiralo je znatno manjim zagađenjem nego korištenje ulja. Utvrđeno je da izravan kontakt uljanog sjemenja i žitarica s proizvodima izgaranja tijekom procesa sušenja dovodi do kontaminacije s PAH-om i stoga ih treba izbjegavati. JECFA preporuča da se kontakt hrane s plinovima izgaranja svede na minimum.

#### *SUŠENA HRANA*

**70.** Mnoge vrste hrane kao što su meso i mnoga voća se obično suše. Sušenje je također normalan način za očuvanje žitarica.

**71.** Kontaminacija žitarica i biljnih ulja (uključujući i ostatke maslinovog ulja) s PAH-om obično se događa tijekom tehnološkog procesa kao što su izravno sušenje vatrom, gdje produkti izgaranja mogu doći u dodir s hranom. Posljedica izravnog kontakta uljanog sjemenja ili žitarica s proizvodima izgaranja tijekom procesa sušenja je utvrđeno nakupljanje PAH-a i stoga ih treba izbjegavati.

#### *IZRAVNI POSTUPCI SUŠENJA*

**72.** Dehidratori su korisni za sušenje na većim površinama i za veće uzgajivače. Dehidracijom se omogućuje održavanje stabilnog proizvodnog ciklusa, smanjenje troškova rada i osiguranje je protiv nepovoljnih vremenskih uvjeta kod sušenja na suncu. Sistem koristi kombinaciju početnog sušenja na suncu nakon čega slijedi završna dehidracija koja može imati značajne prednosti bez da se gubi na kvaliteti hrane.

**73.** Česte operacije izravnog sušenja i grijanja uključuju sušenje vode koja je dodana, (i/ili druga otapala, kemikalije), ostavljena ili ona koja je proizvedena tijekom procesa. Za vrijeme izravnog sušenja vruć zrak izravno puše po namirnicama, stoga, produkti izgaranja mogu

izravno ući u hranu. Jedan primjer kontaminacije PAH-om iz izravnog sušenja je kontaminacija biljnih ulja (uključujući ostatke maslinovih ulja) u kojoj je ulje bilo kontaminirano s PAH-om tijekom tehnološkog procesa.

**74.** Kontinuirano sušenje, gdje žitarice kontinuirano prolaze kroz sušno područje, je rasprostranjena metoda sušenja žitarica. Ta tehnika može biti korištena za sušenje žitarica koje se koriste za hranu. U izravnom sušenju uglavnom se koristi temperatura od 120°C za stočnu hranu. Za hranu ( žitarice, slad...itd) kod neizravnog sušenja ( vanjska toplinska energija) uglavnom se koriste temperature između 65 i 80°C. Vrijeme sušenja za obje vrste je između pola sata do sat vremena, ovisno o početnoj razini vlage u tim žitaricama.

**75.** Dehidracija pruža oblik osiguranja od loših vremenskih uvjeta kojoj smetnje mogu biti sunce, sjena i sušenje. Točna kontrola uvjeta sušenja( temperatura, relativna vlažnost i strujanje zraka) osnovno je kako bi se postigla uspješna dehidracija. Mnoge vrste svježeg voća, povrća, bilja, mesa i ribe mogu se osušiti.

**76.** Previsoka temperatura( uzrokuje vidljivo spaljivanje proizvoda) može uzrokovati PAH promijene. Gdje se koristi sustav s plamenikom, temperatura plamenika treba biti dovoljna da omogući potpuno sagorijevanje goriva, kod nepotpunog izgaranja može dovesti PAH u plinove sušenja. Dobar homogenost temperature zraka je važno da se izbjegne pregrijavanje.

**77.** Vrijeme sušenja treba biti što kraće kako bi se izbjeglo izlaganje hrane potencijalnim onečišćujućim plinovima što je moguće više.

**78.** Uporaba aktivnog ugljena neophodna je tijekom prerade ulja, kao način da se smanji sadržaj PAH-a nakon direktnog sušenja. Sustav praćenja za PAH treba biti uspostavljen te dodatni koraci čišćenja (s aktivnim ugljenom) moraju biti korišteni kada je razina PAH-a u hrani neprihvatljiva.

**79.** Kontroliranjem plinova za CO, kontroliranjem gorionica (ako su primjenjive) za nakupljanje čađe i provjeravanjem postavki gorionika i temperature gorionika vatre osigurani smo da je došlo do potpunog izgaranja goriva.

**80.** Kako sušenje procesa može biti potencijalan izvor PAH-a u žitaricama i sjemenkama ulja, tu isto tako treba i kontrolirati nivo policikličkih ugljikovodika u poljoprivredi usjeva nakon žetve sa posebnom uputom na izvor kontaminacije, jer ovi usjevi mogu veći utjecaj PAH-a usisati iz hrane. JECFA preporučuje izbjegavanje sušenja sjemenki vatrom i traži alternativnu tehniku sušenja.

**81.** Brojni faktori, uključujući trošak opreme i dostupnost energije izvora, često rezultira u sličnoj hrani koja se suši u mnogo različitih puteva.

**82.** Zamjena izravnog sušenja sa neizravnim sušenjem može značajno smanjiti kontaminaciju sušene hrane. JECFA je preporučila da će se izravno sušenje zamijeniti neizravnim sušenjem.

(JECFA- Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives)

#### *VAŽNE STAVKE ZA RAZMATRANJE I PREPORUKE O IZRAVNOM SUŠENJU, IZUZEVŠI SUŠENJE NA SUNCU*

**83.** Izravno sušenje sadržaja hrane s policikličnim aromatskim ugljikovodicima može se smanjiti zamjenom izravnog sušenja s neizravnim, ako je to moguće, ili kroz identificiranje i vrednovanje vrijednih točaka navedenih u nastavku, te poduzimanje odgovarajućih mjera. HACCP sistem je moguće primijeniti.

#### **84.** Gorivo:

a) Tip i sastav goriva koji se upotrebljava za sušenje hrane utječe na sadržaj policikličnih aromatskih ugljikovodika.

b) Ne koristiti drvo kemijski tretirano, npr. konzervirano drvo, obojeno drvo.

c) Uzeti u obzir udio vode u drvu. Manji sadržaj vode može dovesti do brzog spaljivanja i većim razinama PAH-a

d) Izbjegavati korištenje goriva kao što je dizel gorivo, otpadni proizvodi, posebno gume, ostatci maslina i otpadna ulja koji već sadrže značajne razine PAH-a

e) Gorivo utječe na konačni okus hrane.

#### **85.** Procesi sušenja:

a) Temperatura zraka bi trebala bit optimalna.

b) Smanjiti vrijeme u kojemu je hrana u dodiru s plinovima izgaranja.

c) Upotreba aktivnog ugljena tijekom rafiniranja ulja.

d) Izbjegavati sušenje uljarica plamenom.

e) Izbjegavati izravan dodir uljarica ili žitarica s produktima izgaranja.

f) Održavati opremu čistom i dobro održavanom ( posebno uređaje za sušenje )