

## DIMLJENA RIBA – PROIZVODNJA I KVALITET

NATAŠA KILIBARDA<sup>1</sup>, MILAN Ž. BALTIĆ, MIRJANA DIMITRIJEVIĆ,  
NEĐELJKO KARABASIL, VLADO TEODOROVIĆ<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Veterinarski specijalistički institut "Subotica", Segedinski put 88, Subotica

<sup>2</sup> Fakultet veterinarske medicine, Bulevar oslobođenja 18, Beograd

### THE SMOKED FISH - PRODUCING AND QUALITY

#### *Abstract*

The preservation of fish by smoking dates back to prehistoric times. Smoked fish is very acceptable product for the consumers because of their sensory characteristic (attractive appearance, typical odor and taste). In the past, this product was assigned to a few people, today it is approachable for many people. For example, in France, smoked fish represents 20 percent of total offer of fish on French market. The main smoked fishery products are smoked salmon (especially from the aquaculture), smoked trout and smoked cyprinid fish. The quality of smoked fish depends on many factors, such as diet and breeding of fish, selection of raw (mass of fish, fat content, fresh or frozen fish), slaughter and handling, salting condition, thermal treatment, smoking (condition of smoking), packing and storing (vacuuming, modified atmosphere packaging, temperature). The current problem in production of smoked fish both in European Union countries, and Serbia, is lack of proper regulative regarding desired quality of smoked fish. Because of that many studies are designed to find out unique criteria for quality of smoked fish and correlation existing between some indicators of quality. It would allow producers of smoked fish to made a safely food of unique quality

*Keywords: fish, smoking, quality*

#### UVOD

Dimljenje je jedan od najstarijih postupaka konzervisanja mesa pa i ribe, koji potiče još iz praistorijskih vremena. Sve do početka 20. tog veka, proizvode od ribe karakterisalo je to što su bili u velikoj meri usoljeni, suvi i jako dimljeni. Ovakav proizvod bio je dugo održiv i u uslovima bez hlađenja. Međutim ovakav način pripreme rezultirao je često proizvodima koji su imali grubu teksturu, sličnu donu cipela. Razvojem savremenih sistema hlađenja i razvijanjem moderne tehnologije pakovanja (vakuum, modifikovana atmosfera) današnji proizvodi od mesa ribe su blago usoljeni i slabo di-

mljeni, tek toliko da dim mesu da poželjne senzorne karakteristike (atraktivan izgled, karakterističan miris i ukus), zbog kojih se potrošači i opredeljuju za ovu vrstu namirnica (C a r d i n a l i sar., 2006).

### ***Proizvodnja i potrošnja dimljene ribe u svetu i u Srbiji***

Potrošnja dimljene ribe zabeležila je značajan porast u poslednjoj deceniji na tržištu mnogih evropskih zemalja (C a r d i n a l i sar. 2001). Taj porast potrošnje, uslovljen je značajnim povećanjem uzgoja riba, a pre svega lososa (*Atlantic salmon*) u akvakulturi. Naime, proizvodnjom lososa u akvakulturi znatno se povećala količina ove ribe na tržištu pa i količina ove ribe za preradu, odnosno dimljenje. Blizu 40-50% uzgojenog lososa u Evropi konzumira se kao hladno dimljeni proizvod od ribe (R ø r a i sar., 1999). Zato se danas može reći da je od nekad, sasvim ekskluzivnog proizvoda, namenjenog malom broju odabranih potrošača, danas ovaj proizvod, izgubio imidž luksuznog proizvoda i postao sve dostupniji većem broju potrošača.

Dimljenje se najčešće koristi u preradi i proizvodnji već spomenutog dimljenog lososa, zatim haringe, skuše, iverka, jegulje, tilapije, pastrmke, šaranskih i drugih vrsta riba. Učešće dimljene ribe u ukupnoj ponudi ribe i proizvoda od ribe u svetu je u stalnom porastu. U periodu od 2004. do 2005. godine u ukupnoj ponudi, na svetskom tržištu, dimljene ribe bilo je 11,60% a u Francuskoj oko 20%. Podaci o obimu proizvodnje dimljene ribe se vode (FAO) posebno za salmonidne vrste riba i haringu kao vrste sa najdužom tradicijom dimljenja, dok se podaci o obimu proizvodnje za sve ostale vrste dimljene ribe vode zajedno.

Ukupna prosečna proizvodnja dimljene ribe za period od 2003. do 2005. godine bila je 810.798 hiljada tona. U ukupnoj proizvodnji dimljene ribe učešće salmonidnih vrsta bilo je 10,82% (87.749 hiljada tona), haringe 4,64% (37.606 hiljada tona) i ostalih vrsta dimljene ribe 84,54% (685.443 hiljada tona). Najveći proizvođač dimljenih salmonidnih vrsta je Francuska sa 23.845 hiljada tona (27,14% od ukupne proizvodnje) a zatim slede Nemačka, Danska i Velika Britanija. Kanada je najveći svetski proizvođač dimljene haringe sa 10.460 tona (27,82% od ukupne svetske proizvodnje). Od ostalih vrsta dimljenih riba najveću proizvodnju ima Kina 268.333 hiljada tona (39,15% od svetske proizvodnje). Daleko manju proizvodnju iza Kine imaju Tajland, Poljska, Filipini i Indonezija (od 23.000 do 55.000 hiljada tona) (P o p o v i ć L j u b a i sar., 2008).

U Srbiji obim proizvodnje dimljene ribe je vrlo mali obzirom na broj objekata koji se bave preradom ribe (oko 10 objekata) i njihove preradne kapacitete, tako da je proizvedena dimljena riba u Srbiji (najčešće hladno dimljena pastrmka) namenjena uglavnom specijalizovanim ribljim restoranima. Prema podacima Nacionalnog tržišta roba i usluga Srbije, ukupna količina uvezene dimljene ribe u protekloj godini iznosila je 11.953 tona, što je odgovaralo vrednosti uvoza od 96.641 evra. Prema istom izvoru količina izvezenih proizvoda iz Srbije, iznosila svega 126 tona, čija je vrednost bila 1.524 evra (A n o n, 2009a).

### ***Proces proizvodnje dimljene ribe***

Proizvodnja dimljene ribe je složen proces. Taj proces se sastoji najpre od adekvatnog odabira sirovine, primarne obrade, a zatim soljenja, ceđenja, dimljenja i pakovanja (vakuum, modifikovana atmosfera) kao postupaka konzervisanja namirnica i skladištenja tog proizvoda pod određenim uslovima. Održivost dimljenog proizvoda od ribe zavisi od velikog broja međusobno povezanih činilaca. Sam proces proizvodnje dimljene

ribe (način soljenja, količina soli, način, vrsta i dužina dimljenja) treba da obezbedi dobijanje takvog proizvoda koji će pre svega zadovoljiti zahteve potrošača, ali isto tako i da donese ekonomsku dobit proizvođaču (G a l l a r t-J o r n e t i sar. 2007; R ø r a i sar. 2004; C a r d i a l i sar. 2001; E s p e i sar. 2001).

Za sam kvalitet dimljene ribe veliki značaj ima odabir sirovine kao i adekvatan postupak sa sirovinom u toku primarne obrade i proizvodnje u smislu poštovanja principa dobre proizvođačke i dobre higijenske prakse. Za proizvodnju dimljene ribe, pored sveže ribe, može se koristiti i zamrznuta riba, što ima veliki značaj u sezonama većeg izlova, a u uslovima malih preradnih kapaciteta pogona za proizvodnju dimljene ribe. Ono što je bitno, to je da korišćenje zamrznute sirovine u proizvodnji dimljene ribe, ne umanjuje kvalitet gotovog proizvoda a sigurno da ima pozitivan efekat na ekonomsko poslovanje proizvođača (K l i b a r d a, 2006).

Soljenje predstavlja prvu fazu u procesu proizvodnje dimljene ribe, koje ima pre svega konzervišući efekat i samim tim predstavlja kritičnu fazu u proizvodnji koja treba da doprinese dobijanju proizvoda koji će imati adekvatnu održivost i dobar kvalitet. Takođe, uticaj soljenja na senzorne osobine gotovog proizvoda nije zanemarljiv. Soljenjem, meso dobija potrebnu količinu soli, a time i ukus i delimično se denaturišu proteini, čime meso dobija izvesnu čvrstoću. Konzervišući efekat soli zasniva se na tome da ona snižava aktivnost vode u mesu ribe ( $a_w$  vrednost), smanjujući količinu vode dostupnu mikroorganizmima. Snižavanje  $a_w$  vrednosti usporava razmnožavanje bakterija, ispod određene vrednosti ono potpuno prestaje, ali vrlo retko dolazi do smrti bakterijskih ćelija (B a l t i ć i T e o d o r o v i ć, 1997). Takođe, kada joni kuhinjske soli uđu u tkivo, mogu se vezati i interagovati sa molekulima proteina. Kada nema tih jona, na ta mesta bi se mogli vezati proteolitički enzimi mikroorganizama. Na taj način joni blokiraju stvaranje veze i sprečavaju delovanje bakterijskih enzima. Takođe, hloridni joni su toksični za pojedine vrste mikroorganizama (G o u l a s i sar., 2005).

Nakon soljenja riba se odsoljava. Odsoljavanje se vrši ili potapanjem u vodu, ili u vodu koja otiče ili tuširanjem. Odsoljavanje se mora obaviti što brže jer svako zadržavanje vode u mesu smanjuje njegov kvalitet. Riba se odsoljava jer nema potrebe za tako visokom koncentracijom soli u dimljenom proizvodu, obzirom da se u daljem procesu proizvodnje riba izlaže i dejstvu dima koji takođe ima konzervišući efekat.

Riba se posle odsoljavanja suši u struji toplog vazduha. Cilj ove faze proizvodnje je sušenje, naročito površinskih delova ribe. Osušena površina bolje upija dim, sprečava taloženje čađi i gara, a takođe sprečava i pucanje kože. Na ovaj način se dobija glatka, čvrsta kožica koja daje poželjan izgled dimljenoj ribi (D o e i sar., 1998). U slučaju hladnog dimljenja, nedostatak kože može usloviti rast mikroorganizama koji mogu dovesti do pojave nepoželjnih mirisa, gorkog ukusa i kašaste konzistencije (A n o n, 1979).

Sledeća faza u postupku proizvodnje dimljene ribe je dimljenje. Dim nastaje nepotpunim sagorevanjem drveta, a za dimljenje mesa koristi se pre svega tvrde vrste kao što su bukva, grab, hrast, cer, jasen, orah i dr. (V u k o v i ć, 1998).

Dimljenje se može obavljati u klasičnim (tradicionalnim) ili automatskim (modernim) pušnicama. Tradicionalni način dimljenja podrazumeva dimljenje usoljene, eviscerirane, filetirane ili cele ribe koje se odvija na otvorenom ložištu smeštenom u pušnici ili izvan nje. Dim koji nastaje sagorevanjem drveta ili strugotina u ložištima (pećima), nalazi se direktno ispod riba ili fileta koje mogu biti okačene ili položene na mreže. U ovakvim uslovima, naročito zbog prisustva kiseonika, teško je kontrolisati temperaturu dimljenja.

U modernim industrijskim objektima, sagorevanje drveta, odnosno nastanak dima, vrši se u komori (generatoru) koja je odvojena od komore (pušnice), mesta gde se vrši dimljenje mesa. U tim uslovima može da se kontroliše temperatura sagorevanja drveta, vlažnost vazduha, kao i brzina cirkulacije vazduha, količina i kvalitet dima. Takođe, dim se na putu od generatora do pušnice može prečišćavati korišćenjem različitih tehnika.

U zavisnosti od temperature koja se postiže u pušnicama, dimljenje može biti hladno i toplo. Pojedini autori, takođe, u zavisnosti od temperature, dimljenje dele na hladno, toplo i vruće. Temperatura u toku hladnog dimljenja kreće se između 12 °C i 25 °C, a u toku toplog dimljenja od 25 °C i 45 °C. Kod vrućeg dimljenja temperatura dima kreće se od 40 °C do 100 °C, a u dubini proizvoda postiže se temperatura i do 85 °C (S t o l y h w o i S i k o r s k i, 2005).

Kod hladnog dimljenja temperatura može da bude najviše do 32 °C kada je u pitanju posna riba, a za hladno dimljenje masnije ribe temperatura ne treba da bude viša od 29 °C. Relativna vlažnost vazduha je oko 45%. Sušenje i dimljenje traju od 24 do 72 sata. Za to vreme kalo sušenja može da bude i do 30%. Dimljena riba, je u tom slučaju duže održiva, ima nežnu aromu dima, čvršće je konzistencije, sadrži manje vlage i više soli od ribe dimljene toplim dimom (Š o š a, 1989). Proizvodnja hladno dimljene ribe ima dugu tradiciju koja se zasniva na dobijanju proizvoda koji je blago usoljen, dimljen i koristi se u ishrani ljudi bez prethodne toplotne obrade. Najpoznatiji proizvodi hladnog dimljenja su dimljeni losos, haringa s glavom i utrobom ("Kippered herring") i fileti tonida. Od hladno dimljenih riba na našim prostorima je najpoznatija dimljena ukljeva (Skadarsko jezero) (B a l t i ć i T e o d o r o v i ć, 1997).

Kod toplog načina dimljenja, konzervišući efekat se postiže gubljenjem vode, delovanjem dima i delovanjem visokih temperatura. Kod ovih vrsta proizvoda soljenje ribe je vlažno (blag rastvor soli) i traje kraće vreme, za razliku od hladnog dimljenja, kod kojeg so ima ključnu konzervišuću ulogu, obzirom da su temperature prilikom hladnog dimljenja znatno niže. Dimljenjem riba, proizvod treba da dobije karakterističan miris, ukus i boju. Ovo ima naročit značaj kod riba čije meso nema karakterističan miris i ukus ("prazno", "bljutavo") kao što je to npr. meso tolstolobika. Dimljenjem ovih vrsta riba postižu se poželjan miris, ukus i boja proizvoda. Od toplo dimljenih proizvoda od mesa ribe najpoznatiji su toplo dimljena haringa (Buckling), toplo dimljena papalina (Sprott), toplo dimljena jegulja, toplo dimljeni list itd. Od slatkovodnih riba najčešći proizvodi su toplo dimljena pastrmka, toplo dimljeni šaran i toplo dimljeni tolstolobik (B a l t i ć i T e o d o r o v i ć, 1997).

Efekat konzervisanja mesa dimljenjem se zasniva na delovanju toplote i komponenti dima na mikroorganizme i promenama na osnovnim sastojcima u mesu koje nastaju delovanjem dima. Pored toga, smanjuje se i količina vode u mesu ribe, što se sve odražava na kvalitet krajnjeg proizvoda (K o l o d z i e j s k a i sar. 2002). Veliki broj komponenata dima, organske kiseline i alkoholi, aldehidi i ketoni a naročito fenoli imaju bakteriostatsku i fungistatsku aktivnost prema nekim vrstama bakterija i gljivica (D o e i sar. 1998; G u i l l e n & E r r e c a l d e, 2002). Aldehidi i ketoni koji nastaju pirolizom drveta, deponuju se na površini mesa i tako stvaraju specifičnu antiseptičnu barijeru, koja sprečava prodor brojnih mikroorganizma koji bi mogli dovesti do kvara mesa. Antimikrobni sastojci dima takođe usporavaju kvar masti tako što inhibiraju mikroorganizme koji vrše hidrolizu masti ili oksidaciju masnih kiselina.

Prirodno suvo drvo sadrži oko 20% vode i 80% suve materije. Suvu materiju izgrađuju polisaharidi i to: celuloza, hemiceluloza i lignin. Uopšteno se može reći da

pirolizom celuloze i hemiceluloze nastaju karbonilne i kisele frakcije dima, a sagorevanjem lignina formiraju se fenolne komponente. Upravo, imajući uvid u sastav pojedinih vrsta drveta i poznavajući hemijski proces dimljenja, omogućeno je da se izborom odgovarajuće sirovine (drveta) kao i izvođenjem pirolize u kontrolisanim uslovima, utiče na senzorne osobine gotovog prizvoda, pre svega mirisa i ukusa. Na osnovu velikog broja ispitivanja hemijskog sastava dima, jedinjenja koja ga čine razvrstana su u četiri glavne klase. Prvu klasu čine kisela jedinjenja koja daju specifičan miris mesu i utiču na izgled površine mesa. Druga grupa jedinjenja su fenolne komponente dima koje utiču na održivost mesa i takođe njegov miris i to deponujući se na površini proizvoda, dok trećoj grupi pripadaju karbonilna jedinjenja koja stupaju u reakciju sa proteinima mesa, kao i drugim azotnim jedinjenjima koja dimljenom mesu daju boju specifičnu za dimljene proizvode. Četvrtu klasu čine policiklična aromatična hidrokarbonilna jedinjenja, koja su nepoželjna frakcija dima, s obzirom da je poznato da imaju kancerogena svojstva (S h a h i d i, 1998).

Policiklična aromatična hidrokarbonilna jedinjenja (PAH) obuhvataju klasu organskih materija koje se sastoje iz dva ili više aromatična prstena, izgrađena od ugljenikovih i vodonikovih atoma (A n o n, 1998). Za sada je opisano 660 različitih vrsta PAH jedinjenja. U dimljenoj ribi identifikovano je oko 100 vrsta PAH i njihovih alkalnih derivata. Dokazano je da 15 vrsta PAH ima mutagen i genotoksičan efekat na somatske ćelije eksperimentalnih životinja u in vivo uslovima (S t o l y h w o i S i k o r s k i, 2005). Oni se mogu smatrati potencijalnim genotoksičnim i kancerogenima za ljude. Takođe se smatra da PAH jedinjenja molekulske mase ispod 216 Da, nemaju kancerogeni efekat (S a n d e r s i s a r., 1997).

Najbolje ispitano jedinjenje, njegova svojstva i efekti, iz grupe PAH jedinjenja koja imaju kancerogena svojstva je benzopiren. On je ujedno i najzastupljenije jedinjenje u dimu iz grupe PAH jedinjenja, koja imaju kancerogena svojstva. Mehanizam štetnog dejstva benzopirena ogleda se u tome što se on u organizmu metaboliše u benzo piren diol epoksid (dihidrodirolepoksid), koji se kovalentno vezuje za ćelijske makromolekule, uključujući i DNK. Kada se u dvostruki heliks umetne ovaj metabolit, DNK zavojnica više nije sposobna da se pravilno replikuje i transkribuje. To može izazvati mutacije u ćelijama ćerkama, ili izazvati nepoželjne efekte u genskoj ekspresiji (Phillips, 1999). Istraživanja su pokazala da ovaj kancerogen suprimira aktivnost gena p53 koji kontroliše rast ćelija i integritet njene DNK. Kad je funkcija ovog gena suprimirana, organizam postaje mnogo osetljiviji na nastanak i razvoj kancera (Š e r b a n, 2001).

Sadržaj PAH jedinjenja u dimljenim proizvodima zavisi od nekoliko činioca, od kojih su najznačajniji način dimljenja (zanatski ili industrijski) i temperatura na kojoj se odvija piroliza drveta. Temperatura u nastanku PAH ima značajnu ulogu jer je dokazano da se koncentracija PAH linearno povećava sa porastom temperature sagorevanja drveta od 400° C ka 1000° C. Pod optimalnom temperaturom pirolize drveta se podrazumeva ona vrednost temperature pri kojoj nastaje više korisnih, a što manje štetnih sastojaka dima, naročito potencijalno kancerogenih PAH jedinjenja, i ona se kreće između 300 i 600° C (V u k o v i ć, 1998).

Tradicionalni način dimljenja, kojeg karakteriše nemogućnost da se obezbedi optimalna temperatura pirolize drveta kao i prečišćavanje dobijenog dima nosi sa sobom rizik da se u gotovom proizvodu, odimljenom na ovaj način, nađu štetna jedinjenja u većim koncentracijama. U modernim industrijskim objektima, sagorevanje drveta, odnosno nastanak dima vrši se u komori (generatoru) koja je odvojena od komore

(pušnice), mesta gde se vrši dimljenje mesa. U tim uslovima može da se kontroliše temperatura sagorevanja drveta, prisustvo vazduha kao i cirkulacija vazduha. Takođe, dim se na putu od generatora do pušnice može prečišćavati korišćenjem različitih tehnika. Najjednostavniji način prečišćavanja dima je hlađenje dima. Dim se može hladiti prolaskom kroz tzv. "vodenu zavesu", ili prevođenjem preko hladnjaka. Na ovaj način se u vodi ili na hladnjaku talože čestice dima, a sa njima zajedno i štene komponente dima. Elektrostatička filtracija je takođe postupak kojim se dim prečišćava, ali se ovim postupkom pored štetnih materija dima (benzopiren za oko 70%), mogu odstraniti i neke materije korisne za proces dimljenja mesa (V u k o v i ć, 1998). Iz ovoga se može zaključiti da je najbolja mera kontrole količine PAH jedinjenja koja dospevaju u dimljene proizvode od ribe, dimljenje u kontrolisanim uslovima, tj. u modernim pogonima za dimljenje ribe, kada količina PAH koja može dospeti u dimljene proizvode nije zabrinjavajuća. Veliki problem predstavlja dimljenje ribe na tradicionalni način, kada gotov proizvod može sadržati u sebi veću količinu ovih kancerogenih. Sigurno da je unos ovih kancerogenih jedinjenja naročito zabrinjavajući u onim zemljama i zajednicama u kojima deo tradicije predstavlja upravo dimljenje ribe i to u zanatskim uslovima (B a l t i ć i sar, 2006).

Kako je benzopiren najbolje proučeno kancerogeno jedinjenje dima koje pripada klasi PAH jedinjenja i ujedno u dimu najzastupljenije jedinjenje (oko 50%) od svih kancerogenih jedinjenja njegov sadržaj je ograničen direktivom Evropske Unije, kao indikatora svih prisutnih PAH jedinjenja, na maksimalno dozvoljene vrednosti u namirnicama različitog porekla, uključujući dimljeno meso i hranu koja je namenjena za ishranu beba i male dece (A n o n, 2005). Našim propisom maksimalno dozvoljena količina benzopirena u namirnicama ograničena je na 5 µg/kg (A n o n, 1992).

### **Održivost dimljene ribe**

Postojeći problem u proizvodnji dimljene ribe u zemljama Evropske Unije, ali i kod nas, predstavlja nepostojanje unapred utvrđenih kriterijuma koji treba da zadovolje dimljeni proizvodi od ribe. Krajnji zaključak o održivosti i kvalitetu dimljene ribe, donosi se na osnovu senzorne analize. Tome u prilog govore i podaci T o r r i s s e n i sar. (2000) koji ukazuju na to da potrošači u zemljama Evropske Unije kao glavni pokazatelj kvaliteta dimljene ribe ističu njene senzorne karakteristike. Stoga su i brojna istraživanja usmerna ka utvrđivanju stepena korelacije između odabranih parametara kvaliteta (bakteriološki status, fizičko-hemijske i hemijska svojstva) sa pojavom prvih organoleptičkih znakova kvara dimljenih proizvoda od ribe. Prikupljeni i analizirani podaci ovakvih ispitivanja treba da omoguće definisanje jedinstvenih kriterijuma kvaliteta dimljene ribe i usaglašavanje pojedinih faktora proizvodnje (soljenje, dimljenje, izbor sirovine, pakovanje) što bi doprinelo proizvodnji bezbednog proizvoda, ujednačenog kvaliteta.

Održivost dimljenih proizvoda, odnosno njihov kvalitet, zavisi, pre svega, od izbora sirovine, inicijalne kontaminacije, uslova proizvodnje, rukovanja sa proizvodom nakon proizvodnog procesa, načina pakovanja kao i temperature skladištenja (K i l i b a r d a, 2006).

Nadekvatan izbor sirovine, nepažljiva manipulacija sirovinom u toku primarne obrade i nekorektna i nehigijenska proizvodnja mogu usloviti, sa jedne strane kontaminaciju sirovine nepatogenim mikroorganizmima, koji smanjuju kvalitet gotovog proizvoda, ali sa druge strane, što je značajnije sa aspekta zdravlja potrošača, pojavu

patogenih mikroorganizama u gotovom proizvodu, što je ujedno i najznačajniji aspekt bezbednosti hrane kada su u pitanju dimljeni proizvodi od ribe. Prisustvo bakterije *C botulinum* tip E je jedna od najvećih opasnosti u ribarskoj industriji. Ona može da raste i produkuje toksin pri 3,3 °C, što najčešće i predstavlja temperaturu pri kojoj se čuva dimljena riba. *Listeria monocytogenes* je bakterija kojoj pogoduju temperature skladištenja (pri +1 °C stepen može da preživi), na šta ukazuje i visoka incidenca ovih bakterija u hladno dimljenim proizvodima od ribe (11-60%) (Dimitrijević, 2007; Koldzejska i sar., 2002).

Najvažniji razlog kvara dimljene ribe je rast mikroorganizama i stvaranje produkata, rezultata njihove metaboličke aktivnosti (stvaranje amina, sulfida, alkohola, aldehida, ketona, organskih kiselina) koji dovode do pojave nepoželjnog mirisa i ukusa. Kvar je, takođe i posledica aktivnosti autolitičkih enzima, što ima za posledicu promena u samoj teksturi proizvoda u toku skladištenja (Hansen i sar. 1996). Zaustavljanje rasta bakterija zavisi od sadržaja soli u vodenoj fazi proizvoda, temperature, vlažnosti, gustine dima, trajanja dimljenja kao i koncentracije aktivnih materija u dimu. Zato je dobro poznavanje karakteristike svake faze u procesu proizvodnje dimljene ribe, od najvećeg značaja proizvodnju dimljene ribe zadovoljavajućeg i ujednačenog kvaliteta, kontrolom i dobrim planiranjem svake od faze procesa (Baltić i sar., 2006).

Kao hemijski parametri kvaliteta hladno dimljene pastrmke, prate se količina ukupnog azota i ukupne isparljive azotne supstance koje predstavljaju kombinaciju amonijaka, trimetilamina, dimetilamina i drugih isparljivih amina. Vrednost sadržaja ukupnih isparljivih azotnih supstanci, raste sa vremenom skladištenja, kao i temperaturom, i posledica je razgradnje u toku autolize ali i bakterijske razgradnje. U ispitivanjima Cardinal i sar. (2004) uzorci sa preko 30 mg N/100 gr pokazivali su znakove kvara, što se može smatrati i graničnom vrednošću za kvalitet proizvoda. Kao parametar kvaliteta dimljene ribe prati se i količina produkovanog etanola. Etanol nastaje kao posledica bakterijske razgradnje ugljenih hidrata u toku anaerobne fermentacije (glikolize) i/ili dezaminacijom i dekarboksilacijom amino kiselina kao što je alanin. On je objektivni pokazatelj svežine i kvaliteta ribe i proizvoda od ribe (Kilbarda, 2006; Huss, 1995).

Primarni produkti oksidacije nezasićenih masnih kiselina su hidroperoksidi. Praćenje koncentracija ovih jedinjenja može da ukaže na kvar masti dok još nisu nastale senzorne promene u proizvodu. U kasnijim fazama, sekundarni produkti oksidacije su aldehidi, ketoni, koji dovode do promene senzornih osobina mesa ribe. Pre svega se misli na pojavu veoma neprijatnog mirisa i promenu boje.

Od fizičkih parametara, pH vrednost dimljenih proizvoda od ribe, prema podacima iz literature, pokazao je dobru korelaciju sa senzornim indikatorima kvaliteta (Kilbarda, 2006).

Nastanak i vreme pojave kvara proizvoda, odnosno održivost, u velikoj meri zavisi od načina pakovanja gotovog proizvoda. Pakovanje dimljenih proizvoda od mesa ribe u vakuumu, odnosno modifikovanoj atmosferi, može u velikoj meri uticati na održivost proizvoda (Cutter, 2002).

Savremen potrošač traži hranu visokog kvaliteta koja je zadržala senzorne karakteristike i nutritivnu vrednost sirovine od koje je proizvedena, i da je uz to i bezbedna po zdravlje. Taj zahtev se u velikoj meri postiže pakovanjem proizvoda u vakuum ili modifikovanoj atmosferi. Osim što se na ovaj način zadovoljavaju zahtevi zahtevi potrošača, i proizvođači su na dobitku – ne samo da uspevaju da zadrže, već su na ovaj

način u mogućnosti i da prošire tržište. Pored osnovne funkcije koju pruža, a to je što duže održavanje originalnih svojstava namirnice tokom čuvanja, pakovanje hrane ima i druge bitne funkcije. Održava integritet hrane u toku procesa proizvodnje, distribucije i prodaje, pruža potrošačima informacije o hrani, omogućava lakšu manipulaciju hranom (C u t t e r, 2002).

Dimljene proizvode od ribe potrebno je očuvati od uticaja kiseonika tokom skladištenja. Pakovanje proizvoda od mesa ribe u vakuumu pogodno je za čuvanje proizvoda i do tri nedelje. Kod pakovanja u vakuumu, uklanjanjem vazduha u ambalaži nepropusnoj za kiseonik, stvaraju se anaerobni/mikroaerofilni uslovi. Kiseonik zaostao u ambalaži prelazi u ugljen dioksid zbog respiracije mesnog tkiva i bakterijske aktivnosti. Ovakvi nastali uslovi suzbijaju rast aerobnih bakterija i omogućuju rast fakultativnih anaeroba. Običnim vakumiranjem produžuje se održivost, ali se namirnica tako isušuju. Zato je pakovanje namirnica u smeši gasova, tj. modifikovanoj atmosferi, vodeća tehnologija pakovanja 21. veka. Tehnologija pakovanja u modifikovanoj atmosferi sastoji se u primeni gasova u cilju održanja kvaliteta od proizvođača do potrošača, odnosno održavanja originalnih svojstava dimljenog proizvoda (C u t t e r, 2002).

Konzervišuće delovanje gasova primenjenih u pakovanju namirnica zasniva se na njihovoj sposobnosti da onemogućavanjem ili usporavanjem razmnožavanja mikroorganizama, utiču na zaustavljanje, odnosno usporavanje procesa razlaganja koje prouzrokuju mikroorganizmi ili fizičko hemijski agensi koji dubinski menjaju proizvod čineći ga nepodobnim za konzumiranje. Da bi se gasovi ispravno upotrebili moraju se dobro poznavati svojstva i uloge zaštitnih gasova ali i priroda i karakteristike proizvoda koji se pakuje, kao na primer: procenat sadržaja vlažnosti, nivo lipida, boja, pH itd. Pakovanje u modifikovanoj atmosferi uglavnom zahteva primenu mešavine najmanje dva gasa, a njihovi optimalni odnosi variraju u zavisnosti od vrste ribe. Najčešća kombinacija gasova koja se primenjuje kod pakovanja ribe i proizvoda od ribe su ugljen dioksid i azot. Kiseonik se može koristiti u smeši gasova, čak je i poželjan kod posnih riba, s obzirom na činjenicu da njegovo prisustvo utiče na očuvanje prirodne boje, dok je u pakovanju masnih riba njegovo prisustvo nepoželjno, zbog toga što pospešuje oksidacione promene na mastima (S i v e r t s v i k i s a r., 2002).

U današnje vreme koriste se različite tehnike pakovanja hrane, koje se iz godine u godinu stalno unapređuju i rezultiraju pronalazanjem još savršenijih metoda. Prema Odredbi Evropske Unije o materijalima i predmetima koji dolaze u dodir s hranom koja je stupila na snagu 2004. godine (Regulation 1935/2004), dopušteno je uvođenje "aktivne" i "inteligentne" ambalaže (A n o n, 2009b).

Pod pojmom "aktivna" ambalaža definiše se materijal koji je konstruisan na način da otpušta aktivne komponente u hranu ili ih apsorbuje iz hrane s ciljem produžavanja roka trajanja ili održavanja ili poboljšavanja uslova pakovanja (A n o n, 2009b).

Pod "inteligentnom" ambalažom se podrazumeva materijal koji dolazi u dodir s hranom i koji ujedno ukazuje na stanje upakovane hrane, te daje informaciju o svežini, odnosno kvalitetu proizvoda, a da pri tome nije potrebno otvaranje ambalaže da bi se proverio kvalitet. Tipični primeri "inteligentne" ambalaže sadrže pokazatelje vremena i temperature, a učvršćuju se na površinu ambalaže. Na isti način se mogu upotrebiti i pokazatelji prisutnosti kiseonika i ugljendioksida. Postoje i pokušaji upotrebe pokazatelja razvoja kvarenja proizvoda koji reaguju sa isparljivim supstancama nastalim u hemijskim, enzimskim ili mikrobnim reakcijama razgradnje. Takođe, postoji i mogućnost ispitivanja prisustva i kontrolisanja neželjenih mikroorganizama. Zato sa pravom, ovu



vrstu pakovanja hrane, u svetu nazivaju “pakovanje koje oseća i informiše”(M c M i l i n, 2008).

U kategoriji inteligentne ambalaže posebno mesto zauzima “elektronski papir”. Radi se o tehnologiji tankog displeja, mikročipa, koji emituju radio signale koji omogućavaju proizvođačima i prodavcima da ih kontinuirano prate dok se kreću od fabričkih hala do prodavnica i naplatnih kasa. **Aplikovan na ambalažu, mikročip, sadrži gotovo sve informacije važne proizvođaču i krajnjem korisniku.** To može biti datum proizvodnje, rok trajanja proizvoda, oznake šarže ili proizvodne linije, sastav proizvoda, njegov serijski broj, nutritivna vrednost, način upotrebe, čuvanja itd.. Trenutno **problem nije u tehnologiji, već u ceni, koja dostiže i do nekoliko desetina dolara po mikročipu** (D a i n e l l i i sar. 2008).

## ZAKLJUČAK

Podaci iz literature o sve većoj potrošnji ribljeg mesa i proizvoda od mesa ribe, kao i ispitivanje javnog mnjenja u svetu pa i kod nas, koji ukazuju na sve veću potražnju dimljene ribe, nameću potrebu i zadatak naučnoj i stručnoj javnosti o neophodnosti sprovođenja istraživanja u cilju utvrđivanja jedinstvenih parametara kvaliteta dimljenih proizvoda od ribe i definisanja svih činioca uključenih u proces proizvodnje, a koji utiču na kvalitet krajnjeg proizvoda, koji je atraktivan za potrošača. Rezultat takvih ispitivanja treba da bude donošenje zakona i regulativa koji će u velikoj meri obezbediti proizvodnju **dimljene ribe koja je bezbedna po zdravlje potrošača što i predstavlja imperativ u proizvodnji hrane.**

### *Zahvalnica:*

Ovaj rad napisan je u okviru projekta Ministarstva nauke broj 20132 koji finansira Ministarstvo nauke Republike Srbije.

## LITERATURA

Anon (2009a). <http://www.trzistesrbije.com/>

Anon (2009b). <http://www.tehnologijahrane.com/>

Anon (2005). Annex I to Regulation (EC) No466/2001, Commission regulation No 208/2005, Official Journal of the European Union L34/3-5.

Anon (1992). Pravilnik o količinama pesticida, metala i metaloida i drugih otrovnih supstancija, hemioterapeutika, anabolika i drugih supstancija koje se mogu nalaziti u namirnicima (Sl.list SRJ 5/92 i 11/92).

Anon (1979). Recommended International Code of Practice for Smoked Fish, Codex Alimentarius, Vol. 9, CAC/RCP 25.

Anon (1998). **Selected non-heterocyclic polycyclic aromatic hydrocarbons, World Health Organization, Geneva.**

Baltić, M.Ž., Kilibarda Nataša, Bjelajac, B., Karabasil, N., Teodorović, V., Dimitrijević Mirjana (2006). Policiklični aromatična hidrokarbonilna jedinjenja u dimljenim proizvodima od mesa. **Prvi međunarodni kongres “Ekologija, zdravlje, rad i sport, Banja Luka, tom 2, 274-279.**

Baltić, M., Teodorović, V. (1997). Higijena mesa, riba, rakova i školjki, udžbenik, Veterinarski fakultet, Beograd.

Cardinal, M., Cornet, J., Sérot, T., Baron, R. (2006). Effects of the smoking process on odour characteristics of smoked herring (*Clupea harengus*) and relationships with phenolic compound content. *Food Chemistry*, 96, 137-146.

Cardinal, M., Knockaert, C., Torrissen, O., Sigurgisladottir, S., Mørkøre, T., Thomassen, M., Vallet, J., L. (2001). Relation of smoking parameters to the yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Food Research International*, 34, 537-550.

Cardinal, Mireille, Gunnlaugsdottir, Helga, Bjoernevik, Marit, Ouisse Alexandra, Vallet, J.L., Leroi, F. (2004). Sensory characteristics of cold-smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) from European market and relationships with chemical, physical and microbiological measurements. *Food Research International*, 37, 181-193.

Cutter, C.N. (2002). Microbial control by packaging: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 42(2).151-161.

Dainelli, D., Gontard, N., Spyropoulos, D., Zondervan-van den Beuken, E., Tobback, P. (2008). Active and intelligent legal aspect and safety concerns. *Trends in Food Science and Technology*, 19.

Dimitrijević Mirjana (2007). Ispitivanje puteva kontaminacije i preživljavanja različitih sojeva *Listeria monocytogenes* u dimljenom mesu riba, Doktorska disertacija, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu

Doe, P., E., Sikorski, Z., Haard, N., Olley, J., Sun Pan, B. (1998). **Basic Principles**. In P.E. Doe, *Fish drying and processing. Production and quality* (pp.13-46) Lancaster:Tachnomic Publishing Co.

Espe, M., Nortvedt, R., Lie, Ø., Hafsteinsson, H. (2001). Atlantic salmon (*Salmo salar*, L.) as raw material for smoking industry. I: effect of different salting methods on the oxidation of lipids. *Food Chemistry*, 75, 411-416.

Gallart-Jornet, L., Barat, J., M., Rustad, T., Erikson, U., Escriche, I., Fito, P. (2007). Influence of brine concentration on Atlantic salmon fillet salting. *Journal of Food Engineering*.

Goulas, A. E. and Michael G. Kontominas (2005). Effect of salting and smoking-method on the keeping quality of chub mackerel (*Scomber japonicus*): biochemical and sensory attributes. *Food Chemistry*, 93, 511-520.

Hansen, L.,T., Gill, T., Røntved, S.,D., Huss, H.,H. (1996). Importance of autolysis and microbiological activity of quality of cold-smoked salmon. *Food Research International*, 29, 181-188.

Kilibarda Nataša (2006). Uticaj zamrzavanja na odabrane parametre kvaliteta dimljene pastrmke. Magistarska teza, Fakultet veterinarske medicine, Univerzitet u Beogradu

Kolodziejska, I., Niecikowska, C., Januszewska, E., Sikorski, Z.,E. (2002). The Microbial and Sensory Quality of Mackerel Hot Smoked in Mild Conditions. *Lebensm.-Wiss. u Technol.*, 35, 87-92.

McMillin, K.W. (2008). Where is MAP going? A review and future potential of modified atmosphere. *Meat Science*, 80, 43-65

Popović Ljuba, Kilibarda Nataša, Dimitrijević Mirjana, Dokmanović Marija, Baltić Ž., M. (2008). Obim i struktura proizvodnje dimljene ribe u svetu na početku 21. veka. Zbornik radova i kratkih sadržaja, 104-105, 20. Savetovanje veterinara Srbije, Zlatibor.

*Røra, Anna Maria, Furuhaug, R., Fjæra, S., O., Skjervold, P., O.* (2004). Salt diffusion in pre rigor filleted Atlantic salmon. *Aquaculture*, 232, 255-263.

*Røra, Anna Maria, Kvale Audil, Mørkøre, Rørvik, Kjell-Arne, Steien, S.H., Thomassen M., S.* (1999). Process yield, colour and sensory quality of smoked Atlantic salmon (*Salmo salar*) in relation to raw material characteristics. *Food Research International*, 31, 601-609.

*Sanders, L. C. & Wise, S. A.* (1997). Polycyclic aromatic hydrocarbon structure index. NIST Special Publication 922. National Institute of Standards and Technology, Gaithersburg.

*Siverstvik, M., Jeksrud, W.K., Rosnes, T.* (2002). A review of modified atmosphere packaging of fish and fishery products-significance of microbial growth, activities and safety. *International Journal of Food Science and Technology*, 37, 107-127

*Šerban, M. N.* (2001). **Ćelija, struktura i oblici, Zavod za udžbenike i nastavna sredstva**, Beograd.

*Shahidi, F.* (1998). Flavour of Meat, Meat products and Seafoods, Blackie academic & Professional, 342-353.

*Šoša, B.* (1989). Higijena i tehnologija prerade morske ribe, Školska knjiga, Zagreb.

*Stołyhwo, A., Sikorski, E.Z.* (2005). Polycyclic aromatic hydrocarbons in smoked fish –A critical review *Food Chemistry*, 91, 303–311.

*Torrissen, O., J., Bencze-Røra, A., M., Nortvedt, R., Espe, M., Jørgensen, L., Sørensen, N., K., Olsen, S., O.* (2000). In: Program & Abstract. Atlantic salmon-quality and market responses (pp. 75). The Ninth International Symposium on Nutrition & Feeding in Fish. May 21-25, 2000, Miyazaki, Japan.

*Vuković, I.* (1998). Osnove tehnologije mesa, Veterinarska komora Srbije, Beograd.